



CONFERENCE PROCEEDINGS INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

CONTEMPORARY INNOVATION
TECHNIQUE OF THE ENGINEERING
PERSONNEL TRAINING FOR THE
MINING AND TRANSPORT INDUSTRY

СИТЕРМТІ'2016



СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

«СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ
ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТРАНСПОРТА 2016»



OPEN  ACCESS

26 – 27 May 2016

State Higher Education Institution
“National Mining University”
Dnepropetrovsk, Ukraine



Ministry of Education and Science of Ukraine

Министерство образования и науки
Украины

State Higher Education Institution
“National Mining University”

Государственное высшее учебное заведение
«Национальный горный университет»

Group of companies “ASCON” (Russia)

Группа компаний «АСКОН» (Россия)

Aktobe Regional State University named
after K. Zhubanov (Kazakhstan)

Актюбинский региональный государственный
Университет им. К. Жубанова (Казахстан)

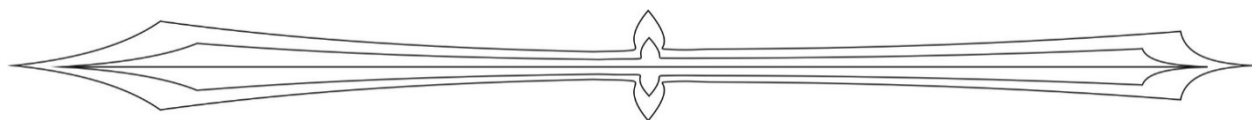
Training center "Infotech"

Учебный центр «Инфотех»

Ukrainian Association
“Open Knowledge”

Украинская ассоциация
«Открытое знание»

Contemporary Innovation Technique of the Engineering
Personnel Training
for the Mining and Transport Industry 2016
(CITEPTMTI'2016)
Conference Proceedings



Сборник научных трудов международной конференции

«Современные инновационные технологии
подготовки инженерных кадров
для горной промышленности и транспорта 2016»

26-27 May 2016

Ukraine, Dnepropetrovsk

26-27 мая 2016 года

Украина, Днепропетровск

УДК [[622:378.6]:[005.96:004]](082)
ББК 65.304.1-6p11я431
С 232

С 232 Сборник научных трудов международной конференции «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2016». – Д.: НГУ, 2016. – 610 с.

Сборник содержит научно-методические труды студентов, аспирантов, молодых ученых, сотрудников ВУЗов, учебных заведений, представителей предприятий и практикующих специалистов, рассматривающие проблемы и современные инновационные решения в области высшего образования, науки и техники. Всю полноту ответственности за содержание предоставленных материалов и сам факт их публикации несут авторы. Редакция сборника трудов не всегда разделяет мнения авторов и не несет ответственности за недостоверность публикуемых данных. Редакция не несет никакой ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией материалов.

Contemporary Innovation Technique of the Engineering Personnel Training for the Mining and Transport Industry 2016 (CITEPTMTI'2016). Conference Proceedings. (2016) Ukraine, Dnepropetrovsk: National Mining University, 610 p.

CITEPTMTI'2016 is a comprehensive conference covering all the various topics of High Education, Engineering Personnel Training for the Mining and Transport Industry, Innovation Research in Technical Sciences.

Authors are advised especially that it is the responsibility of the authors, not the publisher, to determine whether disclosure of their material requires the prior consent of other parties and, if so, to obtain it. Authors are also advised that it shall be acknowledged that statements and opinions given in work published by CITEPTMTI are the expression of the authors. Responsibility for the content of published papers rests upon the authors, not the publisher.

Not authorized for further reproduction or distribution of any kind without prior permission from the authors.

ISSN 2311-147X (CD-ROM)
ISSN 2312-198X (Online)

Design and layouting: Ilya Verner
www.sci-forum.net.ua

Technical support: Laboratory of Informational Technology Design
Department of Machinery Design Fundamentals

© 2016, State Higher Education Institution "National Mining University"

© Copyright, by the authors

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman – **Peter Pilov**, PhD, Professor, State Higher Educational Institution "National Mining University", Honored Scientist of Ukraine;

Co-chairman – **Zhanabergen Kuzbakov**, PhD, Associate Professor, Aktobe Regional State University named after K. Zhubanov (Kazakhstan);

Co-chairman – **Anna Ivashenko**, Head of the Educational Program of ASCON company "Be an engineer!" (Russia);

Secretary – **Vladimir Prociv**, PhD, Professor, Head of Mining Engineering Department, Head of Sector for Rating Educational-Methodical Council, State Higher Educational Institution "National Mining University";

SCIENTIFIC COMMITTEE

Dr. **Vladimir Samusya** - PhD, Professor, Head of Mining Mechanics Department, State Higher Educational Institution "National Mining University";

Dr. **Igor Taran** - PhD, Professor, Head of Transportation Management Department, State Higher Educational Institution "National Mining University";

Mr. **Konstantin Bas** - PhD, Associate Professor, Head of Automobiles and Automobile Economy Department, State Higher Educational Institution "National Mining University";

Dr. **Dmitry Kolosov** - PhD, Associate Professor, Head of Structural, Theoretical and Applied Mechanics Department, State Higher Educational Institution "National Mining University";

Mr. **Kirill Ziborov** - PhD, Associate Professor, Head of Machinery Design Fundamentals Department, State Higher Educational Institution "National Mining University";

Ms. **Julia Petrova** – Deputy Director of NMU Business Center, member of Ukrainian Association "Open Knowledge";

Technical editor – **Ilya Verner**, Head of Informational Technology Design Laboratory, Department of Machinery Design Fundamentals, State Higher Educational Institution "National Mining University".

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель Оргкомитета конференции – **Пилов П.И.**, доктор технических наук, Государственный ВУЗ «Национальный горный университет», заслуженный деятель науки и техники Украины;

сопредседатель Оргкомитета конференции – **Кузбаков Ж.И.** кандидат технических наук, доцент Актюбинского государственного университета им. К. Жубанова;

сопредседатель Оргкомитета конференции – **Иващенко А.**, руководитель образовательной программы АСКОН;

ученый секретарь – **Процев В.В.**, доктор технических наук, заведующий кафедры технологии горного машиностроения, руководитель сектора рейтингования учебно-методического совета Государственного ВУЗ «Национальный горный университет»;

Члены оргкомитета конференции:

Самуся В.И. - доктор технических наук, заведующий кафедры горной механики Государственного ВУЗ «Национальный горный университет»;

Таран И.А. - доктор технических наук, заведующий кафедры управления на транспорте Государственного ВУЗ «Национальный горный университет»;

Басс К.М. - кандидат технических наук, заведующий кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства Государственного ВУЗ «Национальный горный университет»;

Колосов Д.Л. - доктор технических наук, заведующий кафедры строительной теоретической и прикладной механики Государственного ВУЗ «Национальный горный университет»;

Зиборов К.А. - кандидат технических наук, заведующий кафедры основ конструирования механизмов и машин Государственного ВУЗ «Национальный горный университет»;

Петрова Ю.В. – заместитель директора «Бизнес инкубатора» Государственного ВУЗ «Национальный горный университет», член украинской ассоциации «Открытое знание»;

технический редактор – **Вернер И.В.**, ведущий специалист лаборатории информационных технологий проектирования кафедры основ конструирования механизмов и машин Государственного ВУЗ «Национальный горный университет».

Table of Contents	Содержание
Mining and Metallurgical Equipment	
Горное и металлургическое оборудование	
Kirill Ziborov, Anastasia Loginova <i>The Impact Of The Aging Effect On The Rubber Oscillation Amplitude Of Vibration Isolators Mining Machines</i>	К.А. Зиборов, А.А. Логинова <i>Влияние эффекта старения на амплитуду колебаний резиновых виброизоляторов горных машин</i> 18
Leina Pokhilko, Vladislav Ruban <i>Laboratory And Industrial Tests Of Frictional Gripping Devices</i>	Л.К. Похилько, В.Н. Рубан <i>Лабораторные и промышленные испытания фрикционного захватного устройства</i> 23
Nikolay Tverdostup <i>About Sensitisation F-Meter For Devices Of Control Of Quality Of Iron-Ore Raw Material</i>	Н.И. Твердоступ <i>О повышении чувствительности F-метра для устройств контроля качества железорудного сырья</i> 31
Nikolay Tverdostup <i>Features Gyrator Agreement For Transformation Inductive Sensors Magnetite</i>	Н.И. Твердоступ <i>Особенности согласования гириатора для преобразования индуктивности датчика магнетита</i> 37
K.V. Fedoseyeva <i>Methods For The Preparation Of Solid Rock For Excavation Miner</i>	К.В. Федосеева <i>Способы подготовки массива горных пород к выемке карьерными комбайнами</i> 42
E. Fedoskina <i>Interaction With Cheek Non-Crushable Body In The Tilt Of The Camera Vibro Jaw Crusher</i>	Е.В. Федоскина <i>Взаимодействие щеки с недробимым телом в наклонной камере виброщёковой дробилки</i> 46
V.A. Fedoskin, N.N. Yerisov <i>Formation Of The Layer Of Vibrating And Drying Plant</i>	В.А. Федоскин, Н.Н. Ерисов <i>Формирование слоя материала вибросушильной установки</i> 53
Andrey Korolskiy, Vladimir Griniyov, Vadim Synkov <i>Application Possibility Ground Of The Classic Graph Theory At The Choice Of Mining Equipment Complexes</i>	А.А. Хорольский, В.Г. Гринев, В.Г. Сынков <i>Обоснование возможности применения классической теории графов для выбора комплексов горного оборудования</i> 57

N.P. Khrunina <i>Process Improvement Microdisintegration When Developing Placer Deposits Of Primorsky Krai</i>	Н.П. Хрунина <i>Совершенствование процессов микродезинтеграции при разработке комплексного месторождения рудно-россыпного типа</i>	64
N.P. Khrunina, A. Yu. Cheban <i>Process Improvement Microdisintegration When Developing Placer Deposits Of Primorsky Krai</i>	Н.П. Хрунина, А.Ю. Чебан <i>Совершенствование процессов микродезинтеграции при разработке месторождений благородных металлов</i>	70
A.Yu. Cheban <i>Development Of Channel Sand And Gravel Deposits The Amur Region</i>	А.Ю. Чебан <i>Освоение русловых песчано-гравийных месторождений Приамурья</i>	75
A.Yu. Cheban, N.P. Khrunina <i>Technical Equipment Coal Incisions Of The Amur Region</i>	А.Ю. Чебан, Н.П. Хрунина <i>Техническая оснащенность угольных разрезов Приамурья</i>	79
Aleksandr Cherniy, Evgeniy Afanasev, Ivan Tsanidy <i>A Study Of Abrasive Wear Of Rubber Protective Linings Of Technological Machines Parts</i>	А.А. Черний, Е.С. Афанасьев, И.Н. Цаниди <i>Исследование абразивного износа резиновых защитных футеровок деталей технологических машин</i>	84

Mechanical Engineering and Engineering Science

Машиностроение и машиноведение

Ivan Belmas, Dmytro Kolosov, Inessa Bobyleva <i>Electrical Resistance Of The Matrix Of A Rubber-Rope Traction Body</i>	І.В. Бельмас, Д.Л. Колосов, І.Т. Бобильова <i>Електричний опір матриці гумотросового тягового органу</i>	90
S.O. Vambol, Y.O. Suchikova, N.V. Deyneko <i>Improving Efficiency Photovoltaic Cells Based Monocrystalline Silicon</i>	С.О. Вамболь, Я.О. Сичікова, Н.В. Дейнеко <i>Підвищення ефективності фотоелектричних перетворювачів на основі монокристалічного кремнію</i>	96

Ludmila Ivanova, Uliy Urchenko <i>Casting Roll Rolling From Complex Inoculated Iron</i>	Л.Х. Иванова, Ю.О. Юрченко <i>Отливка прокатных валков из комплексномодифицированных чугунов</i>	101
S. Pakhomova, R. Fakhurtdinov, M. Ryzhova <i>Features Vacuum Carburizing Parts For The Mining Industry</i>	С.А. Пахомова, Р.С. Фахуртдинов, М.Ю. Рыжова <i>Особенности вакуумной цементации деталей для горнодобывающей промышленности</i>	108
P. Ruzhyn, V. Derbaba, S. Patsera <i>The Algorithm Of Simulation And Statistical Modeling Of Random Errors Measure And Control The Thickness Of Gear-wheel And Its Software Implementation In Ni Labview</i>	П.А. Ружин, В.А. Дербаб, С.Т. Пацера <i>Алгоритм имитационно-статистического моделирования случайных погрешностей измерения и контроля толщины зубьев и его программная реализация в Ni Labview</i>	116
Y. Savchenko, E. Naumenko <i>Strength Solid Body With Using Conformal Mapping</i>	Ю.В. Савченко, Е.Г. Науменко <i>Прочность твёрдого тела с использованием конформного отображения</i>	124
S.A. Sivun <i>Macroprogram For Automated The Processing Of Cylindrical Worms On Cnc Milling Machines</i>	С.А. Сивун <i>Макропрограмма для автоматизированной обработки цилиндрических червяков на фрезерных станках с ЧПУ</i>	130
Yuri S. Kholodnyak, Alexander V. Perig, Svitlana V. Kaporovich <i>Concerning Accuracy Of Strength Estimations For Framed Structures Under Forced Vibrations In Weak-Resistant Media</i>	Ю.С. Холодник, А.В. Периг, С.В. Капорович <i>О точности прочностных расчетов стержневых конструкций при вынужденных колебаниях в слабосопротивляющихся средах</i>	134
Natalia Shkatulyak, Valentin Usov, Elena Dragomeretskaya <i>Effect Of Chemical Composition On Texture And Coercive Force Anisotropy Of Austenitic-Unstable Hot-Rolled Steels</i>	Н.М. Шкатуляк, В.В. Усов, Е.А. Драгомерецкая <i>Влияние химсостава на текстуру и анизотропию коэрцитивной силы горячекатаных аустенитно-нестабильных сталей</i>	143

Alexander Yasev <i>Modeling Of Cleaning Holes With Small Diameters In Details Of Elements Of Hy- draulic Machines</i>	А.Г. Ясев <i>Моделирование очистки отверстий малого диаметра в деталях элемен- тов гидравлического привода</i>	150

Transport Technologies and Equipment

Транспортные технологии и оборудование

Artem Vesnin, Volodymyr Sistuk, Anton Bogachevsky <i>Strain-Stress State Analysis Of Lacquer Coating Of Industrial Vehicle's Traction Motor Armature Winding</i>	А.В. Веснін, В.О. Сістук, А.О. Богачевський <i>Аналіз напружено-деформованого стану лакового покриття якірної обмотки тягового електродвигуна промислового автотранспорту</i>	154
V.V. Krivda, V. Bishevsky <i>Dump Truck Body Shape</i>	В.В. Кривда, В.И. Бышевский <i>Форма кузова автосамосвала</i>	161
O. Lagoshna, A. Lagoshny, A. Symonenko <i>Investigation Stability Of Motion Car With All Controlled Axes</i>	Е.А. Лагошная, А.Ю. Лагошный, А.И. Симоненко <i>Исследование устойчивости движе- ния автомобиля со всеми управляе- мыми осями</i>	170
M.I. Muzykin, G.I. Nesterenko, S.I. Muzykina <i>System Service Of Train Traffic Flow By Locomotives And Locomotive Brigades</i>	М.І. Музикін, Г.І. Нестеренко, С.І. Музикіна <i>Система обслуговування поїздопо- токів локомотивами та локомоти- вними бригадами</i>	175
Anna Nikitina <i>Mathematical Model Of Contact Wire Tension Of Trolleybuses Pendulum Cate- nary</i>	А.А. Никитина <i>Математическая модель натяже- ния контактного провода маятни- ковой контактной подвески трол- лейбуса</i>	182
Vladislav Poljakov, Nikolay Khachapuridze <i>Holistic Model Of Magnetically Levi- tated Train's Traction</i>	В.А. Поляков, Н.М. Хачапуридзе <i>Холистическая модель тяги магни- толевитирующего поезда</i>	189

Resource and Energy Saving Technologies and Materials

Ресурсо - и энергосберегающие технологии и материалы

Michael Gamov, William Zadorskiy <i>Mathematical Modeling Of Condensing Treatment Capillary-Porous Materials</i>	М.А. Гамов, В.М. Задорский <i>Математическое моделирование конденсационной пропитки капиллярно-пористых тел</i>	195
Evgeniy Kalgankov <i>Innovative Technology Of Disintegration Of The Ore In Ball Rattlejack Of The First Stage Of Grinding</i>	Є.В. Калганков <i>Інноваційна технологія дезінтеграції руди в кульових барабанних млинах першої стадії подрібнення</i>	203
V.E. Olishevskaya, E.V. Fedoskina <i>Prospects Of The Use Of Vibration Cheek Crushers For Processing Of Motor-Car Accumulators</i>	В.Е. Олишевская, Е.В. Федоскина <i>Перспективы использования вибрационных щековых дробилок для переработки автомобильных аккумуляторов</i>	209
Y. Savchenko, A. Gyrenko <i>Economical Evaluation Of Sintered Tool Recovery Technology Using Detonation Energy</i>	Ю.В. Савченко, А.Ю. Гуренко <i>Экономическая оценка технологии регенерации сверхтвердых материалов с использованием энергии взрыва</i>	215
Denis Shapovalov, Sergey Zybaylo, Victor Ved <i>Studies On The Kinetics Of Epoxidation Of Natural Rubber Scrap</i>	Д.О. Шаповалов, С.М. Зыбайло, В.В. Ведь <i>Исследование кинетики процесса эпексидирования скрапов натуральных каучуков</i>	220
Oleg Volokitin, Valentin Shekhovtsov <i>Process Of Silica Melts Obtaining In Plasmachemical Reactor</i>	О.Г. Волокитин, В.В. Шеховцов <i>Процесс получения силикатных расплавов в плазмохимическом реакторе</i>	226

Automation and Mechanization Energy Supply

Автоматизация, энергообеспечение и механизация

Nataliia Minaiilo, Yuliya Zavalna <i>Modeling Of Management System Of The Sequential Loading Receiving Hoppers Of Sintering Machine</i>	Н.О. Міняйло, Ю.М. Завальна <i>Моделювання системи управління послідовним завантаженням приймальних бункерів агломераційних машин</i>	233

Igor Nikulin, Victor Uglev <i>Forming System Requirements For Printing CNC Machines By Liquid Polymer For PCB Manufacturing</i>	И.Ю. Никулин, В.А. Углев Формирование системы требований к станку с ЧПУ для печати жидкими полимерами при производстве печатных плат	238
S. Pakhomova, M. Makushina, S. Kovalenko <i>Deformation Hardening Of The Heavily Loaded Gear Surfaces For The Mining Industry</i>	С.А. Пахомова, М.А. Макушина, С.В. Коваленко Деформационное упрочнение тяжело нагруженных поверхностей зубчатых передач для горнодобывающей промышленности	243
Marina Yakovleva, Victor Uglev <i>Methodical and Algorithmic Support of an Intellectual Control System "Smart Home"</i>	М.О. Яковлева, В.А. Углев Методическое и алгоритмическое обеспечение интеллектуальной системы управления в технологии «Умный дом»	252

Alternative Energy

Альтернативные источники энергии

Vitaly Slobodchikov, Maxim Balaka, Marina Pedoryaka <i>The Application Features Of Gaseous Fuels For Internal Combustion Engines</i>	В.В. Слободчиков, М.М. Балака, М.В. Педоряка Особливості застосування газоподібних палив для двигунів внутрішнього згоряння	258

Informational Technologies of Design, Modeling, Design, Modern WEB-technologies

Информационные технологии проектирования, моделирования, дизайна, современные WEB-технологии

Rufina Abdullina <i>Creation Of Information Site Preparations For Use In Mathematics</i>	Р.И. Абдуллина Создание информационного сайта по подготовке к егэ по математике	266
Stanislav Belyakov, Marina Savelyeva <i>Dynamic Geoinformation Model For Supply Chain Management</i>	С.Л. Беляков, М.Н. Савельева Динамическая геоинформационная модель для управления цепью поставок	273

Albert Gibadullin <i>The Automated System Development Schedule Of Local Waterways</i>	А.Р. Гибадуллин <i>Автоматизированная система раз- работки расписания движения при- городным водным транспортом</i>	281
Vladislav Gorbatko, Stanislav Belyakov <i>The Internet Service For The Assessment Of The Events Location</i>	В.А. Горбатко, С.Л. Беляков <i>Интернет-сервис оценки местопо- ложения событий</i>	287
L.V. Gordienko, L.K. Samoylov <i>Geoinformation Model For Definition Of Proximity Of Logistic Precedents</i>	Л.В. Гордиенко, Л.К. Самойлов <i>Геоинформационная модель опреде- ления близости логистических пре- цедентов</i>	294
Anatoly Kalashnik <i>Design Of Computer Hydro-Mechanical Model For Tailings Embankment Dam</i>	А.И. Калашник <i>Разработка компьютерной гидро- геомеханической модели ограждаю- щей дамбы хвостохранилища</i>	299
Nadezhda Kalashnik <i>Computer Modeling Of Mechanical Strength And Impervious Functionality Of Tailings Embankment Dam</i>	Н.А. Калашник <i>Компьютерное моделирование ме- ханической прочности и противо- фильтрационной функционально- сти ограждающей дамбы хвосто- хранилища</i>	304
Nadiia Karpenko, Dmitriy Popov <i>Peculiarities In Bing Maps Services Inte- gration Into WPF-application</i>	Н.В. Карпенко, Д.С. Попов <i>Особенности интеграции сервиса Bing Maps в приложение WPF</i>	309
Anatolii Kosolapov <i>Table Model Tools For Decision Making Under Grey Conditions</i>	А.А. Косолапов <i>Табличные модели принятия реше- ний в серых условиях</i>	316
Yurii Nosach, Galyna Kodola, Natalya Volynech <i>Captcha Development Experience Using Element Of HTML5 Canvas</i>	Ю.С. Носач, Г.М. Кодола, Н.С. Волинець <i>Досвід реалізації Captcha з викорис- танням елементу HTML5 Canvas</i>	325
Elina Prokuda <i>Optimization Of Finding Technical Con- dition Cargo Career Dump Truck</i>	Э.Ю. Прокуда <i>Оптимизация диагностики техни- ческого состояния грузовых карье- рных автосамосвалов</i>	334

M.Yu. Pustovetov <i>Simulation Of Broken Bars Of Squirrel Cage Of Asynchronous Electric Motor By Means Of OrCAD</i>	М.Ю. Пустоветов <i>Моделирование разрывов стержней беличьей клетки асинхронного электродвигателя средствами OrCAD</i>	338
Tat'yana Skripochka <i>Modeling, Assessment And Analysis Of Physical Factors Working Cycle Self Lifting Machinery</i>	Т.А. Скрипочка <i>Моделирование, оценка и анализ физических факторов рабочего цикла самоходных подъемно-транспортных машин</i>	344
Oleksandr Shapoval <i>Program System Of Push-Notifications Via Browsers Using Web Push API</i>	О.С. Шаповал <i>Програмна система миттевої доставки повідомлень через інтернет-браузер за допомогою Web Push API</i>	353

Applied Geometry, Engineering Graphics, Ergonomics, Life Safety

Прикладная геометрия, инженерная графика, эргономика и безопасность жизнедеятельности

T.V. Antropova, V.R. Arkhipov <i>The Ergonomic Maintenance Of The Engineering Process Of The Car Chair</i>	Т.В. Антропова, В.Р. Архипов <i>Эргономическое сопровождение процесса проектирования автомобильного кресла</i>	358
Elena Komleva, Victor Samarov, Vitaly Nepomnutshy <i>Disposal Of Nuclear Waste: Systems Analysis</i>	Е.В. Комлева, В.Н. Самаров, В.З. Непомнящий <i>Захоронение ядерных отходов: системный анализ</i>	365
A.A. Mikhalchenko, V.O. Petrenko <i>Reducing Power Conditioning Systems Building Through Gardening</i>	А.А. Михальченко, В.О. Петренко <i>Снижение мощности системы кондиционирования здания за счет его озеленения и придомовой территории</i>	374
D.A. Reshetniak, M.P. Nechitailo, V.O. Petrenko <i>Prospects For Development Of Water Supply And Sewerage In The City Of Dnepropetrovsk</i>	Д.А. Решетняк, М.П. Нечитайло, В.О. Петренко <i>Перспективы развития систем водоснабжения и водоотведения города Днепропетровска</i>	378

O.M. Semkiv <i>Method Of Determining Nonchaotic Trajectory Of 2D-Spring Pendulum Cargo</i>	O.M. Семків <i>Метод визначення нехаотичної траєкторії вантажу 2D-пружинного маятника</i>	384
Information Technology in Education		
Информационные технологии в образовании		
Aleksander Annov <i>Method Of Calculating The Volume Flow A Single-Row The Stream Of Ovaloids</i>	А.А. Аннов <i>Метод расчета расхода ручейного потока смеси оваловидов</i>	393
Tatiana Bondarenko, Georgii Kozhevnikov <i>The Structure Of Remote Sestem Of Distance Education In Institutions Of Vocational Training</i>	Т.С. Бондаренко, Г.К. Кожевников <i>Структура системы поддержки дистанционного обучения в заведениях профтехобразования</i>	402
Elena Bochkareva <i>Application Editor Ms Excel In The Educational Process To Costruct Tornquist Functions</i>	Е.А. Бочкарева <i>Применение редактора MS Excel в образовательном процессе для построения функции Торнквиста</i>	406
Olga Gracheva, Pavel Matukhin <i>The Use Of Byod Technique Mobile Elements On The Cloud Onedrive And Moodle Platform For The Foreign Students Russian Language Of Physics Teaching</i>	Ольга Грачёва, Павел Матухин <i>Элементы мобильного доступа в Byod обучении иностранных студентов базовому русскому языку физики на основе облачного ресурса one drive и СДО Moodle</i>	410
Oksana Hrytsuk, Yurii Hrytsuk <i>Distance Learning: Motivation Of Applicants Of Higher Education And Ways Of Its Improvement</i>	О.В. Грицук, Ю.В. Грицук <i>Дистанційна форма навчання: мотивація здобувачів вищої освіти та шляхи її підвищення</i>	418
Alexey Dubinsky <i>The Possibilities Of Using The Google Online Marketing Challenge For Higher Education</i>	А.Г. Дубинский <i>Возможности использования конкурса Google для обучения студентов</i>	422
Galyna Kodola, Natalya Volynec <i>Experience Using Elements Of Html5 Canvas For Lab Works With Computer Graphics</i>	Г.М. Кодола, Н.С. Волинець <i>Досвід використання елементу HTML5 Canvas для проведення лабораторних робіт з комп'ютерної графіки</i>	426

Olena Korniiuchuk <i>Propedeutics Of Mathematical Modeling In The Course Of Higher Mathematics</i>	О.Е. Корнійчук <i>Пропедевтика математичного моделювання в курсі вищої математики</i>	431
A. Lagoshny, O. Lagoshna, N. Matysina <i>Application Of Information Technology In The Course Of Theory Probability And Mathematical Statistics</i>	А.Ю. Лагошний, Е.А. Лагошная, Н.В. Матысина <i>Применение информационных технологий в курсе теории вероятностей и математической статистике</i>	440
A. Lagoshny, O. Lagoshna, N. Gromyk <i>Creative Tasks In The Informatics Learning In Secondary Schools</i>	А.Ю. Лагошний, Е.А. Лагошная, Н.П. Громик <i>Творческие задания в обучении информатике в средней школе</i>	447
Malenkov Alexey <i>Effectiveness Of Software Project Expert In Educational Practice</i>	А.А. Маленков <i>Эффективность применения программного продукта project expert в образовательной практике</i>	453
Irina Matsyuk, Eduard Shlyahov, Natalia Zima <i>The assemblies of the three-bar structural groups of the third class with two external translational kinematic pairs</i>	И.Н. Мацюк, Э.М. Шляхов, Н.В. Зима <i>Сборки трехпроводковой группы третьего класса с двумя внешними поступательными кинематическими парами</i>	461
Olga Palamarchuk, Maxim Balaka <i>Determination of students rating in the conditions of modular training system</i>	О.М. Паламарчук, М.М. Балака <i>Визначення рейтингу студентів в умовах модульної системи навчання</i>	466
S. Pakhomova, M. Unchikova <i>Advanced Methods of Teaching Bachelors of Course "Surface Engineering"</i>	С.А. Пахомова, М.В. Унчикова <i>Перспективные методы обучения бакалавров дисциплине «инженерия поверхности»</i>	475
Y.V. Petrova, A.V. Trofimov <i>The Quality Of Educational Process With Use Of E-Learning Systems</i>	Ю.В. Петрова, А.В. Трофимов <i>Обеспечение качества образования при использовании систем электронного обучения</i>	482

Irina Pospeyeva, Tatyana Lozhnevskaya <i>Infocommunication Technologies For Perception And Processing Of Infor- mation</i>	И.Е. Поспеева, Т.Ю. Ложневская <i>Инфокоммуникативные технологии восприятия и переработки инфор- мации</i>	486
Anastasia Pugolovkina, Nazar Kutalo <i>Use Of The Theory Of Complex Numbers In The Course Projection In Theory Of Mechanisms And Machines</i>	А.Г. Пуголовкина, Н.В. Кутало <i>Использование теории комплексных чисел в курсовом проектировании по теории механизмов и машин</i>	491
V.I. Sulaev, L.I. Meshcheryakov, N.P. Ulanova <i>The Methodical Maintenance Technolo- gies Aspects Of Distance Learning</i>	В.И. Сулаев, Л.И. Мещеряков, Н.П. Уланова <i>Некоторые аспекты методического обеспечения технологий дистанци- онного обучения</i>	496
Anna Ten, Ilya Verner, Helen Olkhovik <i>Popularization Of Scientific Knowledge With Use Of Information And Communi- cation Technologies</i>	А.С. Тен, И.В. Вернер, Е.А. Ольховик <i>Роль икт технологий в популяриза- ции научных знаний</i>	506
Mikhail Trubitsin <i>Himmelblau Function As A Universal Test Multimodal Function Optimization Of Direct Methods</i>	М.Н. Трубицин <i>Функция Химмельблау, как универ- сальная тестовая мульти-модаль- ная функция прямых методов опти- мизации</i>	512
Tatyana Fedotova <i>Information Technology In Education Strategy For Training Engineers</i>	Т.А. Федотова <i>Информационные технологии в об- разовательной стратегии подго- товки инженерных кадров</i>	525
S.V. Felonenko, K.A. Ziborov, T.O. Pismenkova <i>On Students' Self-Learning Practice While Studying Knowledge-Based Courses Using It</i>	С.В. Фелоненко, К.А. Зіборов, Т.О. Письменкова <i>Досвід організації самостійної нав- чальної діяльності студента при ви- вченні наукомістких дисциплін з ви- користанням комп'ютерних техно- логій</i>	529
Olga Khodos, Alexander Twerdohleb <i>The Use Of Compass Software By Stu- dents Of The "Automobile Transport" Training Direction</i>	О.Г. Ходос, А.М. Твердохлеб <i>Применение программы компас сту- дентами направления подготовки «автомобильный транспорт»</i>	538

L. Chernova, V. Kurulyik, C. Legka <i>Formation Of Media Culture Of The Participants Of Educational Process In The Ukraine</i>	Л.Є. Чернова, В.В. Кирилюк, К.В. Легка <i>Формування медіа культури учасників навчального процесу в Україні</i>	540
Igor Chernov, Alena Agafonova <i>Information Retrieval Systems In Education</i>	И.Г. Чернов, А.А. Агафонова <i>Информационно-поисковые системы в образовании</i>	548
Kseniya Chukavina <i>Software Complex Deductor Studio Academic Training Neural Network Modeling</i>	К.А. Чукавина <i>Использование программного комплекса Deductor Studio Academic для обучения нейросетевому моделированию</i>	555
Humanities Education Issues		
Гуманитарные проблемы образования		
Mykhaylo Alexsieiev, Svetlana US, Olena Churikanova <i>Ensuring Of European Quality Assurance Standards (ESG) As The Basis For Improving The Quality Of Education In Ukraine</i>	М.А. Алексеев, С.А. Ус, Е.Ю. Чуриканова <i>Обеспечение европейских стандартов обеспечения качества образования (ESG) как основа для повышения качества образования в Украине</i>	560
O.V. Bondarenko <i>Formation Of Professional Motivation To In The Future, Mining Engineer</i>	О.В. Бондаренко <i>Формування мотивації до професійної діяльності у майбутніх гірничих інженерів</i>	566
M. Verkhovska <i>Programming Fundamentals Training Using Health And Fitness Technology In Physical Education Students Of High Schools</i>	М.В. Верховська <i>Комп'ютерне забезпечення для програмування занять з використанням фізкультурно-оздоровчих технологій у процесі фізичного виховання студентів вищих навчальних закладів</i>	570
K.A. Ziborov, T.O. Pismenkova, S.O. Fedoryachenko <i>Social Component Of Technical Specialist Trainee</i>	К.А. Зіборов, Т.О. Письменкова, С.О. Федоряченко <i>Соціальна складова підготовки технічних спеціалістів</i>	574

V.G. Logvinenko <i>The Organization Of The Reflective Of Students By The Distance Form Of Learning</i>	В.Г. Логвіненко <i>Організація рефлексії студентів дистанційної форми навчання</i>	579
S.V. Mantulenko <i>Action-Technological Component In The Readiness Of Would-Be Teachers Of Geography For Specialized Education Of Senior Pupils</i>	С.В. Мантуленко <i>Діяльнісно-технологічний компонент у структурі готовності майбутніх учителів географії до профільного навчання старшокласників</i>	585
I. Protsiv, O. Shevchenko <i>Evaluation Methodologies Of Teachers And University Departments Using Integrated Index Rating</i>	І.В. Проців, О.В. Шевченко <i>Методики рейтингового оцінювання діяльності викладачів та кафедр ВНЗ за допомогою інтегрального рейтингового індексу</i>	590
L.E. Chernova <i>Education: Equality And Discrimination In The Estimaties Of Ethnic Minorities Of Ukraine</i>	Л.Є. Чернова <i>Освіта: Рівноправ'я Та Дискримінація В Оцінках Етнічних Меншин України</i>	597
<i>Authors Index</i>	<i>Авторский указатель</i>	604
<i>About the Conference Organizers</i>	<i>Организаторы конференции</i>	606
<i>Opening of the conference</i>	<i>Открытие конференции</i>	607

УДК 622.002.5-752.2

ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТА СТАРЕНИЯ НА АМПЛИТУДУ КОЛЕБАНИЙ РЕЗИНОВЫХ ВИБРОИЗОЛЯТОРОВ ГОРНЫХ МАШИН

К.А. Зиборов¹, А.А. Логинова²

¹кандидат технических наук, заведующий кафедрой основ конструирования механизмов и машин, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: ziborov@nmu.org.ua

²аспирант, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: LoginovaA@nmu.org.ua

Аннотация. Рассмотрен вопрос, связанный с изменением физико-механических свойств и структуры резины при длительной эксплуатации или хранении, т.е. эффект старения. Рассмотрены причины и получена функциональная зависимость, определяющая изменение жесткостных характеристик и диссипации резины во времени на основе теории наследственности Больцмана-Вольтерра. Указанными зависимостями дополнен алгоритм расчёта систем виброизоляции горных машин и получена временная зависимость амплитуды колебаний этих систем.

Ключевые слова: виброизоляция, упругие элементы, амплитуда колебаний резиновых виброизоляторов.

THE IMPACT OF THE AGING EFFECT ON THE RUBBER OSCILLATION AMPLITUDE OF VIBRATION ISOLATORS MINING MACHINES

Kirill Ziborov¹, Anastasia Loginova²

¹Ph.D., The Head of Machinery Design Fundamentals Department, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: ziborov@nmu.org.ua

²Postgraduate, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: LoginovaA@nmu.org.ua

Abstract. The change of physical and mechanical properties and rubber structure with long-term operation or storage, i.e. the effect of aging are considered. The reasons for and obtained the function determining the change in stiffness and damping characteristics of the rubber over time on the basis of the Boltzmann-Volterra's theory of heredity. This dependence is supplemented by an algorithm calculating the vibration control mining machines and systems obtained time dependence of the oscillation amplitude of these systems.

Keywords: vibration insulation, elastic elements, the oscillation amplitude of rubber vibration isolators.

Введение. Сопротивляемость материалов внешним силовым воздействиям в значительной степени обязана способности диссипировать ими

энергию внешнего воздействия. В то же время способность диссипировать энергию для разных материалов различна.

Стремление более полно описать механическое поведение вязкоупругих материалов привело к созданию многочисленных реологических моделей, являющихся по существу комбинацией упругих и вязких элементов [1]. Известно, что для описания резины, как вязкоупругого материала с наследственностью, наиболее подходящими являются следующие теории: теория вязкого трения Кельвина-Фохта; теория вязкого трения Максвелла и теория наследственности Больцмана-Вольтерра.

В работах [2,3] подробно рассмотрены особенности применения указанных теорий и сделан вывод, что математическая модель с использованием интегральных соотношений Больцмана-Вольтерра основана на более строгих предпосылках и более точно учитывает вязкоупругие свойства резины, чем модель Кельвина-Фохта. Она наиболее эффективна при исследовании нелинейных систем, переходных процессов в колебательных системах, а также при исследовании систем, реологические характеристики которых существенно зависят от времени и режима нагружения.

Цель работы: уточнить алгоритм расчёта колебаний упругих систем в применении к расчёту систем виброизоляции горных машин за счёт более точного учёта вязкоупругих свойств резины.

Изложение основного материала

Рассмотрим машины, которые в процессе эксплуатации испытывают стационарные динамические нагрузки, возникающие по различным конструктивным и технологическим причинам. К ним относятся смесители, дробилки, вибрационные питатели, грохоты и т.д. Во всех этих машинах вибрация приводит к увеличению динамических напряжений в деталях и узлах, к повышенному звуковому давлению, к ухудшению технологии переработки материала и интенсивному износу деталей [5,6].

Кинематическую схему таких машин в общем случае можно представить в виде одномассной системы (рис. 1) с упруго-вязкой подвеской и одной степенью свободы, т.к. угловые колебания считаются незначительными. Математическая модель системы должна описывать поступательные колебания, а также учитывать влияние и диссипативных сил. Основным источником нелинейности машин рассматриваемого типа является нелинейная характеристика возмущаю-

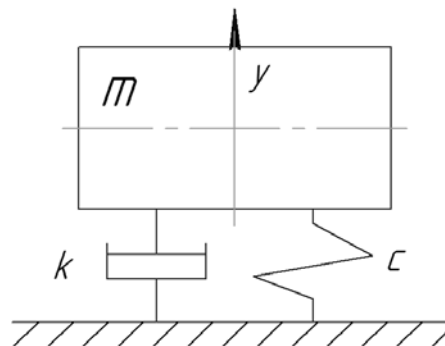


Рис. 1 – Модель системы с одной степенью свободы

щей силы и нелинейность упругой подвески.

В этом случае уравнение колебаний записывают в известном виде

$$\ddot{y} + 2n\dot{y} + \omega_0^2 y = P \sin \omega t. \quad (1)$$

Решение этого уравнения достаточно подробно изложено в [2].

Обычно в качестве элементов упругой подвески используют резиновые детали специальной конструкции. Для виброизоляции машин испытывающих значительные динамические нагрузки резина на сегодняшний день не может быть заменена ни одним из существующих материалов. Она обладает способностью к большим обратимым деформациям, имеет высокие упругие и диссипативные свойства, не имеет внезапности отказа, а её усталостные характеристики превышают все существующие конструкционные материалы.

К недостаткам следует отнести зависимость вязкоупругих свойств от режима нагружения, агрессивной среды и времени эксплуатации. К тому же резина не подчиняется упрощённым моделям Кельвина-Фохта, а её диссипативные свойства не являются прямо пропорциональными скорости деформирования. Тем не менее, в теории колебаний используют именно эти уравнения благодаря хорошо разработанному математическому аппарату. В последнее время появились и другие подходы к рассмотрению этого вопроса.

Рассмотрим применение метода, предусматривающего, что механическая реакция резины описывается интегральным соотношением типа Больцмана-Вольтерра с ядрами релаксации и последствия. В этом случае уравнение (1) в операторной форме переписывается в виде

$$\ddot{y} + C_t y = q_1 \sin \omega t,$$

где C_t – оператор жёсткости упругой подвески.

$$C_t = C_0 [1 - \chi \mathcal{E}_\alpha^*(-\beta)]; \quad (2)$$

$$\mathcal{E}_\alpha^*(-\beta) \varepsilon(t) = \int_0^t \mathcal{E}_\alpha^*(-\beta, t - \tau) \varepsilon(\tau) d\tau; \quad (3)$$

$$\mathcal{E}_\alpha^*(-\beta, t - \tau) = (t - \tau)^\alpha \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-\beta)^n (t - \tau)^{n(n+2)}}{\Gamma[(n+1)(1+\alpha)]}, \quad (4)$$

где C_0 – мгновенное значение жёсткости упругой подвески; $\mathcal{E}_\alpha(-\beta, t - \tau)$ – экспоненциальная функция дробного порядка типа Ю. Работнова; α, β, λ – реологические параметры резины; Γ – гамма-функция.

Основные соотношения для определения реологических параметров резины имеют вид:

$$\psi = 2\pi B(\omega); \quad (5)$$

$$\frac{E_d}{E_0} = 1 - A(\omega); \quad (6)$$

$$A_r = \frac{\omega^{1+\alpha} \cos \delta + \beta}{\omega^{2(1+\alpha)} + 2\omega^{1+\alpha} \beta \cos \delta + \beta^2}; \quad (7)$$

$$B_r = \frac{\omega^{1+\alpha} \sin \delta}{\omega^{2(1+\alpha)} + 2\omega^{1+\alpha} \beta \cos \delta + \beta^2}; \quad (8)$$

$$\lambda = \frac{E_0 - E_\infty}{E_0}; \quad \alpha = 1 - \frac{4}{\pi} \arctg \frac{\psi_{\max}}{\pi \lambda}; \quad (9)$$

$$t_0 = [\omega(\psi_{\max})]^{-1}; \quad \beta = \frac{1}{t_0^{1+\alpha}}; \quad \chi = \frac{\lambda}{t_0^{1+\alpha}},$$

где A и B – реологические характеристики резины (синус- и косинус-преобразование Фурье дробно-экспоненциальной функции); ψ – коэффициент диссипации энергии; $E(\omega)$ – текущее значение модуля упругости; E_0 – мгновенное значение модуля упругости; t_0 – обобщённое время релаксации.

С учётом приведенных соотношений выражение амплитуды колебаний будет иметь вид

$$A = \frac{q_1}{\sqrt{[\omega_0^2(1-\chi A r) - \omega^2]^2 + \chi B r^2 \omega_0^4}}, \quad (10)$$

где ω_0 – частота собственных колебаний идеально упругой системы.

Экспериментальные данные по старению резины 2959 были получены в работе [3] и могут быть аппроксимированы следующим уравнением (11).

Функциональная зависимость динамического модуля Юнга может быть описана соотношением:

$$E_d(t) = E_{d1} + (E_{d2} - E_{d1})(1 - \exp(-k_e t)), \quad (11)$$

где E_{d1}, E_{d2} – начальное и конечное значение динамического модуля; k_e – константа скорости.

Дополнив стандартный алгоритм расчета, приведенный в [9] зависимостью (11), получим временную зависимость амплитуды колебаний на примере виброизоляционной системы с одной степенью свободы со следующими исходными данными: масса системы – $m = 900$ кг; частота вынужденных колебаний $\omega = 20$ Гц.

Данные для расчёта: время функционирования системы – 12 лет; $\alpha = -0,5$; $\beta = 0,2$; $\gamma = 0,7$.

Вывод. Представленная функциональная зависимость, определяющая изменение жесткостных характеристик во времени, применённая в известном алгоритме расчёта системы виброизоляции горных машин позволяет получить данные по изменению амплитуды колебаний данных систем во времени расчётным путём.

Таким образом, с учётом эффекта старения, для системы виброизоляции исследуемой машины получены следующие результаты: при длительных циклических нагружениях фактическая амплитуда колебаний достигнет своего максимума, т.е. величины 1,3 мм через 58 000 часов (≈ 7 лет).

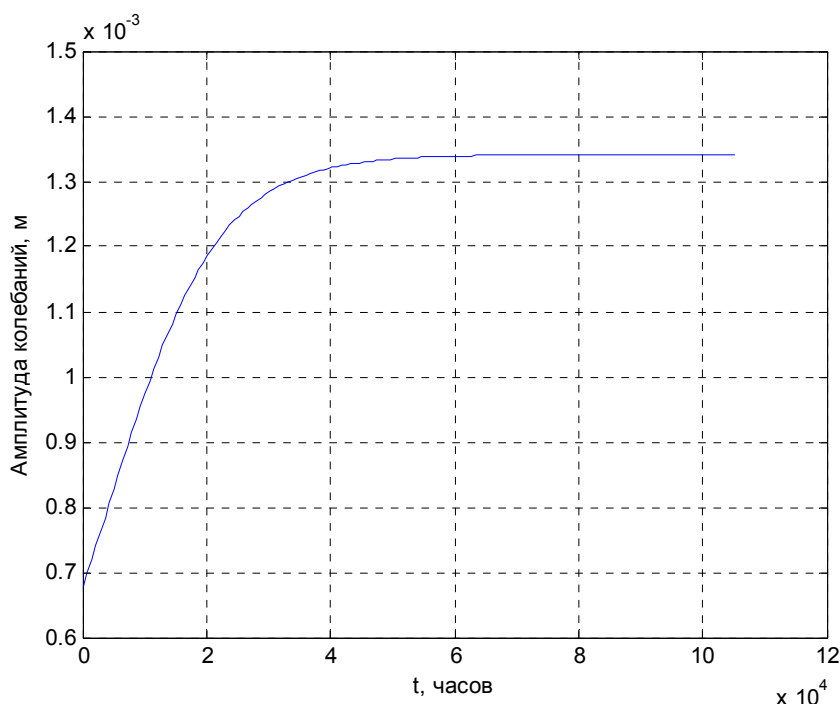


Рис. 2 – Временная зависимость амплитуды колебаний

ЛИТЕРАТУРА

1. Зіборов К.А. Влияние конструкции и материала выходных звеньев шахтных локомотивов на формирование момента сопротивления при нестационарном движении / К.А. Зіборов // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії – Д. : Донбаська державна машинобудівна академія, 2013. – №1(30). – С. 53-58.
2. Вибрация в технике: В 6 т. / Под ред. Фролова В.К. – М.: Машиностроение, 1981. – Т. 6. – 456 с.
3. Булат, А.Ф., Прикладная механика упругонаследственных сред / А.Ф. Булат, В.И. Дырда, Е.Л. Звягильский, А.С. Кобец. – К.: Наук. думка, 2012. –614 с.
4. Булат, А.Ф. Закономерность разрушения эластомеров при длительном циклическом нагружении / А.Ф. Булат, В.В. Говоруха, В.И. Дырда // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. – Днепропетровск. – 2004. – Вып. 52. – С. 395.
5. Зиборов К.А. Динамический дисбаланс ротора ударно-центробежных дробилок и условия, обеспечивающие его динамическое совершенство / К.А. Зиборов, А.А. Логинова // Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2015» / ДВНЗ "НГУ" – Днепропетровск, 2015. – С. 15-18.
6. Филимонихн Г.Б. Узагальнений емпіричний критерій стійкості основного руху і його застосування до ротора на двох осесиметричних пружних опорах / Г.Б. Филимонихн, И.И. Филимонихина // Машинознавство 2007. – С. 22-27.

УДК 621.86.061

ЛАБОРАТОРНЫЕ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ФРИКЦИОННОГО ЗАХВАТНОГО УСТРОЙСТВА

Л.К. Похилько¹, В.Н. Рубан²

¹ кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной механики, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск, Украина

² ст. преподаватель кафедры прикладной механики, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск, Украина,

e-mail: kaf.prikmeh@metal.nmetau.edu.ua

Аннотация. В работе представлены результаты исследований конструкции и работы фрикционных захватных устройств грузоподъемностью до 10000 Н и толщиной поднимаемых листов до 30 мм. Указанные захватные устройства применяются при различных подъемно-транспортных операциях (подъем листов и металлоконструкций и транспортировка их в вертикальном положении) на предприятиях горно-металлургической промышленности.

Ключевые слова: фрикционные захватные устройства, стальные листы, исполнительные органы: кулачек, клиновидный упор, испытания.

LABORATORY AND INDUSTRIAL TESTS OF FRICTIONAL GRIPPING DEVICES

Leina Pokhilko¹, Vladislav Ruban²

¹Ph.D., assistant professor of applied mechanics department, National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine

²senior teacher of applied mechanics department, National metallurgical academy of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: kaf.prikmeh@metal.nmetau.edu.ua

Annotation. It is researched the construction and work the frictional gripping devices with load 10000 N and thickness of carried flat products up to 30 mm. The gripping devices are used at different lifting and transport operations (lifting and moving the flat products and metal frameworks) on the enterprises of mining and metallurgical industry.

Keywords: frictional gripping devices, flat products, executive links: cams, cone stop link, tests.

Введение. Существующие конструкции фрикционных захватных устройств имеют существенные недостатки: двухкулачковые захваты, развивая большие нормальные силы сжатия груза, ненадежны при динамических нагрузках и ограничены в толщине поднимаемых листов; захваты, зажимающие груз наклонными плоскостями (клиновидными упорами), обеспечивают большие силы трения, но не исключают заклинивания груза. Эти несовершенства отсутствуют в рассматриваемом захватном устройстве

(рисунок 1), основу которого составляют два механизма: кривошипно-коромысловый $ДС_1B_1O_1$ и кривошипно-ползунный $ДС_2B_2$. Сочетание этих механизмов дает ряд преимуществ: коромысло – кулачек обеспечивает максимальную силу прижатия N , подвижный ползун-клин с насеченной (рифленой) поверхностью расширяет пределы толщин поднимаемых листов и увеличивает надежность захвата.

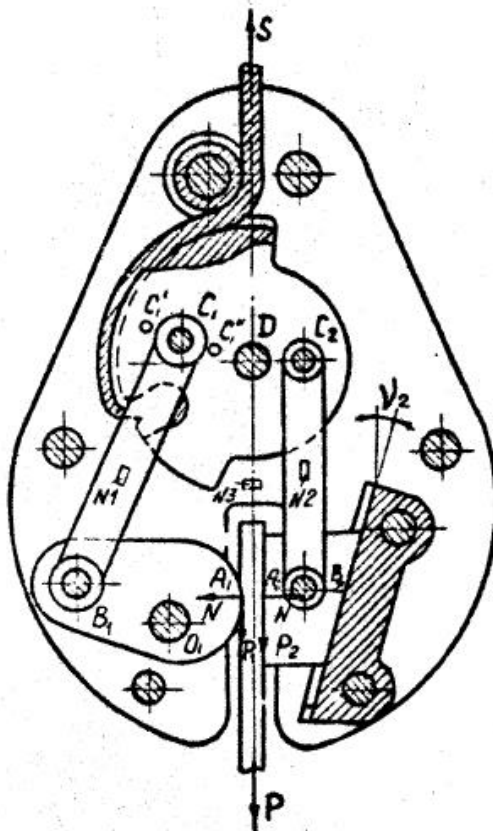


Рисунок 1 - Схема опытно-промышленного фрикционного захвата

Захватное устройство предназначено для подъема и перемещения стальных листов толщиной до 16 мм, массой до 3000Н и представляет собой механизм переменной структуры. В момент начала захвата вес груза Q можно считать распределенным на две составляющие P_1 и P_2 , приложенные в точках A_1 и A_2 ; при возможных перемещениях звеньев составляющие механизмы имеют одну степень свободы. В окончательной стадии захвата кулачек-груз-ползун превращаются в единое твердое тело, жестко связанное с корпусом захватного устройства, и последнее превращается в статически неопределимую систему.

Цель работы. Исследовались погрешности, допускаемые при кинетостатическом расчете статически неопределенных систем без учета сил трения в сравнении с реальными условиями работы; определялось оптимальное значение угла наклона γ_2 направляющей, по которой скользит ползун (материал направляющей и ползуна - сталь); находилась область

неустойчивой работы захватного устройства и неравномерность распределения нагрузки по щекам и шатунам при возможных перекосах поднимаемых грузов. Ставилась также задача экспериментально определить оптимальное значение угла ν_2 и выявить область неустойчивой работы захватного устройства.

Материал и результаты исследований. Перед проведением испытаний фрикционного захватного устройства в эксплуатационных условиях проводились опыты на специальном стенде [1]. Конструктивно захват был выполнен со сменными шатунами-тягами и исполнительными органами (кулачком эвольвентного профиля и клиновидным упором) с различными параметрами насечки на исполнительных органах. Датчики сопротивления регистрировали растяжение двух составляющих шатунов C_1B_1 (датчик №1), сжатие двух составляющих шатунов C_2B_2 (датчик №2) и растяжение щек захвата (датчик №3), что позволило определить усилие распора N . При испытаниях менялись следующие параметры: угол клиновидного упора ν_2 (от 5 до 20°), масса груза (от 5 до 5000Н), толщины и твердости поднимаемого груза (от 50 до 250 НВ), распределение центра шарнира C_1 (точки C'_1 и C'_2), параметры насечки.

В момент начала захвата вес груза P распределяется на две составляющие P_1 и P_2 ($P_1 = P_2 = P/2$), приложенные в точках A_1 и A_2 , при возможных перемещениях звеньев составляющие механизмы имеют одну степень свободы. Типичная осциллограмма испытаний представлена на рисунке 2.

После обработки осциллограмм было установлено, что усилия в тягах отличаются от расчетных на 5-10%, а максимальная неравномерность нагрузки по щекам и тягам составляет 3:1.

Значительный практический интерес представляет анализ зависимости силы N от веса груза P , угла клиновидного упора ν_2 и разных параметров насечки (рисунки 3, 4).

Прямые 1-6 характеризуют изменение реакции упора N при изменении груза P при нагружении, а прямые 1' - 6' - тоже самое, но при разгрузке захвата. Насечка на исполнительных органах составляла $\beta + \rho < \pi/2$. С уменьшением нагрузки P реакция упора N сохранила свое значение и только при достижении силой P определенной величины (точки $A_1 - A_6$) реакция N резко снижалась. Наличие такого гистерезиса положительно сказывается на работе захвата, препятствуя срыву груза при случайных уменьшениях нагрузки P , например, при ударах.

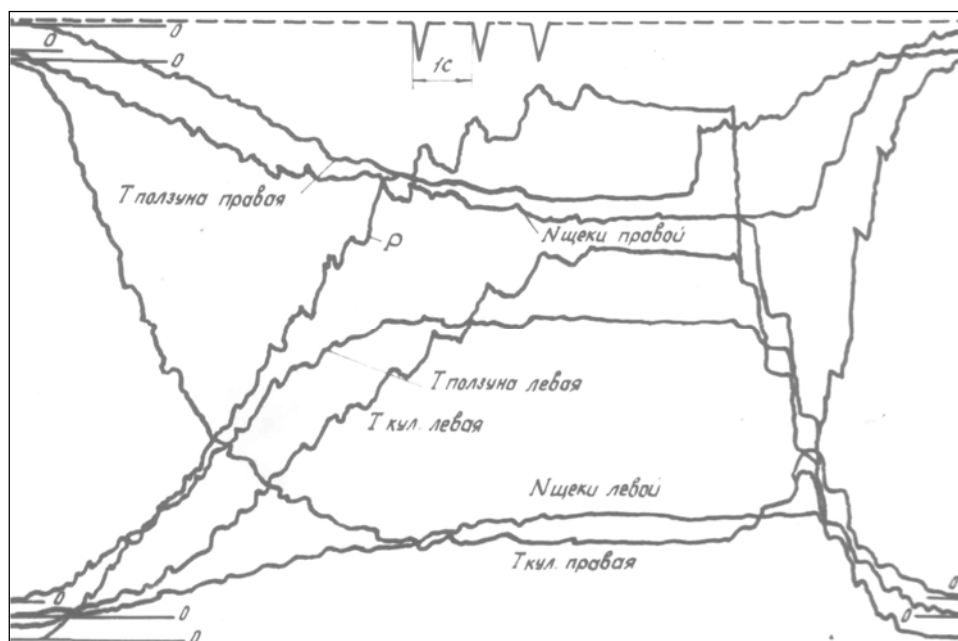


Рисунок 2 - Осциллограмма испытаний

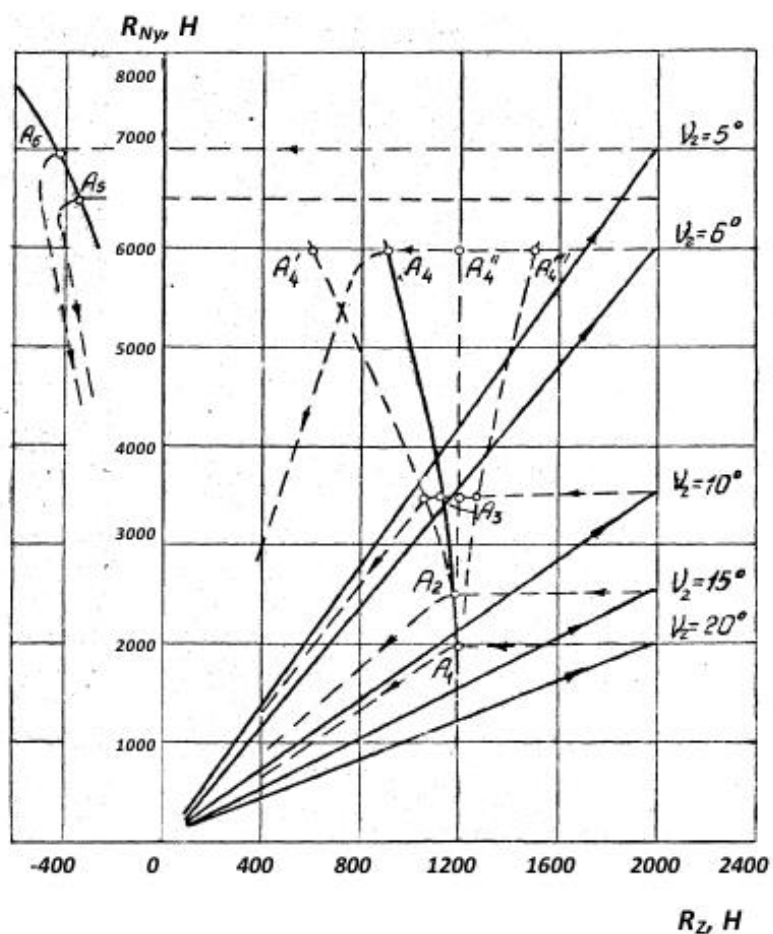


Рисунок 3 – Зависимость сил захвата от угла наклона клиновидного упора

С уменьшением ν_2 до 10° положение точки А менее устойчиво, а при $\nu_2 = 5 \div 7^\circ$ устойчивость работы захвата полностью нарушалась, разгрузка начиналась в точках A_4, A'_4, A''_4, A'''_4 наблюдалось заклинивание груза. В этом случае реакция упора N сохраняла свою величину даже при условии $P=0$ (прямые 5' и 6'). Для освобождения груза необходимо было приложить отрицательную нагрузку, т.е. выталкивать груз в обратном направлении (точки A_5, A_6). Стабильная работа захвата, при наличии гистерезиса, в период снижения нагрузки P до 40% наблюдалась в пределах $\nu_2 = 15 \div 20^\circ$. Однако заклинивание груза зависит не только от значения угла клиновидного упора ν_2 .

Характер изменения кривых нагрузки и разгрузки при работе насечечных исполнительных органов в значительной степени определяется также параметрами насечки: суммой углов $\beta + \rho$ и механическими свойствами груза (в основном твердостью), (рисунок 4). Здесь β - угол встречи передней грани зуба насечки с грузом, ρ - угол трения.

В случае наиболее стабильной работы захвата ($\nu_2 = 20^\circ$) при $\beta + \rho < \pi/2$ наблюдалась задержка снижения силы N в начале разгрузки захвата; при $\beta + \rho = \pi/2$ - кривые нагрузки и загрузки практически совпадали; при $\beta + \rho > \pi/2$ - разгрузка идет быстрее загрузки. Эти данные вполне соответствуют силовым взаимодействиям исполнительных органов с грузом, рассмотренными ранее [2, 3, 4].

Характер нагрузки и разгрузки захвата определяется соотношением реакции упора и силы трения, поэтому с практической точки зрения, необходимо, чтобы насечка на исполнительных органах отвечала условию $\beta + \rho < \pi/2$. При этом углы встречи β и трения ρ находились в условии $\operatorname{tg} \beta \cdot \operatorname{tg} \rho = 0,8 \div 0,9$, а угол наклона направляющей $\nu_2 = 15 \div 20^\circ$, что обеспечивает надежную и стабильную работу захватного устройства и предотвращает заклинивание исполнительных органов.

Следует отметить, что установленные требования к параметрам насечки должны выполняться и для других кинематических схем захватов (например двухкулачковых), в которых нет клинового ползуна. Необходимая для безопасного обслуживания задержка разгрузки обеспечивается геометрическими параметрами насечки в месте контакта исполнительных органов.

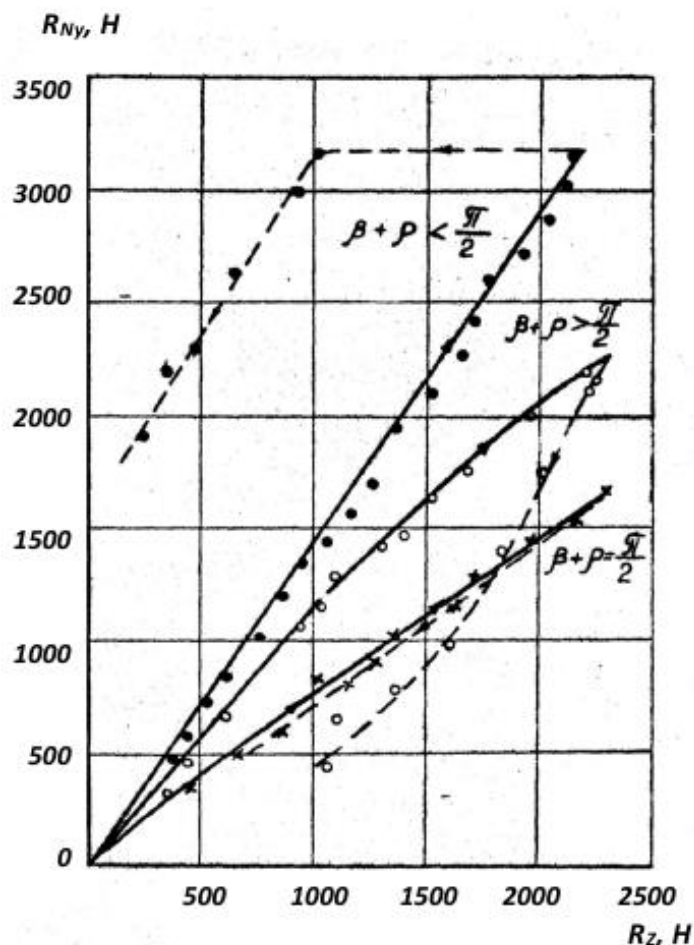


Рисунок 4 – Реакции упора при нагрузке и разгрузке в зависимости от параметров насечки исполнительного органа

После испытаний опытного образца фрикционного захвата проект был скорректирован в соответствии с данными стендовых испытаний. Новый образец полуавтоматического фрикционного захвата для стальных листов был изготовлен и имел следующую техническую характеристику:

1. Грузоподъемность – до 10000H.
2. Толщина поднимаемых листов - 5÷30 мм.
3. Твердость металла груза, HB - 50÷200 HB.
4. Исполнительные органы:
 - гладкий кулачок – $R=60$ мм;
 - клиновидный упор, угол клина - $\nu_2 = 20^\circ$.
5. Оптимальные параметры насечки - $\operatorname{tg} \beta \cdot \operatorname{tg} \rho = 0,85$.
6. Габариты, мм – 300x220x100.
7. Масса – 1200H.

Промышленные испытания фрикционного захвата проводились с целью установления соответствия его правилам устройств и безопасной экс-

плуатации грузозахватных кранов [5] и выявлению технико-экономических преимуществ перед существующими захватами того же назначения.

Программой испытаний предусматривалась проверка работы захвата в статических и динамических условиях под нагрузкой, равной 1,25 номинальной. Кроме обязательных испытаний в программу включались дополнительные исследования, основная цель которых заключалась в организации повышенных динамических нагрузок для создания искусственных условий самопроизвольного срыва груза. Для этого на поднятый захватом стальной лист твердостью 80HB воздействовали боковым и торцевыми ударами, бросали лист торцом с высоты 4-5 м и быстро поднимали, резко ослабляли стропы. За счет асимметричной подвески листа осуществлялась ориентация захватного устройства с грузом под углом 40-45° (рисунок 5).

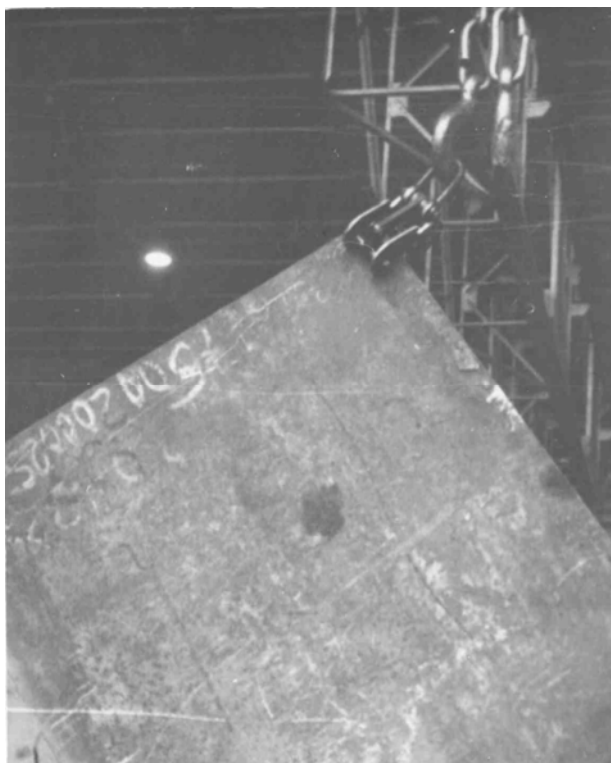


Рисунок 5 – Промышленные испытания фрикционного захватного устройства

Вызвать срыв груза не удалось. Не наблюдалось также остаточных деформаций в элементах устройства и на рабочих поверхностях исполнительных органов, контактная поверхность металла груза со стороны кулачка оставалась не поврежденной. Зубья насечки клиновидного упора проникали в металл груза на глубину $0,15 \div 0,2$ мм.

При захвате листа фрикционным устройством действие подкранового рабочего ограничивались наведением зева захвата на лист и соответствующего перемещения рукоятки для привода механизма усилия – прижима



исполнительных органов к листу. По окончании работы рукоятка вручную перемещалась в обратную сторону и лист свободно выходил из зева захвата.

Механизм усиления прижима позволил поднимать листы из вертикального и горизонтального положений без ориентации захвата по центру тяжести груза.

Испытания показали достаточно высокую надежность захвата груза, рациональный уровень механизации выполнения операций для производственных условий, возможность подъема и складирования листов в горизонтальном положении.

Захват описанной конструкции может быть рекомендован для применения при монтаже крупных металлургических агрегатов, металлоконструкций, производственных сооружений, особенно в условиях механизации ремонтных работ не только на предприятиях металлургического и коксохимического производства черной металлургии и других отраслях промышленности.

Выводы.

1. При разработке новых конструкций фрикционных захватных устройств необходимо совмещать функции, выполняемые вспомогательными механизмами. Это упрощает конструкцию и повышает ее надежность.

2. Как показали лабораторные и промышленные испытания, совершенствовать конструкции захватного устройства более целесообразно, связывая исполнительные органы – кулачки с плоскими упорами. Такое решение препятствует скольжению груза и снижает возможность его срыва при захвате и освобождении груза.

3. Надежность работы фрикционного захватного устройства определяется соответствием профиля исполнительных органов, механическим свойствам металла груза и повышается с уменьшением суммы углов $\beta + \rho$; при этом стабильная работа захвата возможна при $\beta + \rho = 80 \div 85^\circ$; а в случае использования клиновидного ползуна, угол клина должен составлять $15^\circ \div 20^\circ$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирилюк В.Д., Трушин А.В., Похилько Л.К., Хмиленко В.С. Стенд для испытаний кулачковых захватов. // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 1972. - №4. – С. 58-59.

2. Похилько Л.К., Коваль И.Ю. Теоретическая зависимость угла трения от параметров исполнительных органов фрикционных захватов. // Теория и практика металлургии. – 2011. - №5-6. – С. 75-77.



3. Зорев Н.Н. Вопросы механики процесса резания металлов. – М., Машгиз. – 1956. – 367 с.
4. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. Высшая школа. – 1985. – 304 с.
5. НПАОП 0.00-1.01-07. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів. Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду. – Держгірпром нагляд. – 2007. - №132. – 191 с.

УДК 621.373 – 187.4

О ПОВЫШЕНИИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ F-МЕТРА ДЛЯ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ

Н.И. Твердоступ

кандидат технических наук, доцент кафедры электронных вычислительных машин, Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: tnik72@mail.ru

Аннотация. Определены условия повышения чувствительности к изменению индуктивности параметрического датчика магнетита, включенного в резонансный контур измерительного генератора F-метра на основе линейной комбинированной операционной схемы.

Ключевые слова: индуктивность, сопротивление, импеданс, датчик, генератор, комбинированная операционная схема, приращение частоты, компенсация, чувствительность, F-метр, магнетит.

ABOUT SENSITISATION F-METER FOR DEVICES OF CONTROL OF QUALITY OF IRON-ORE RAW MATERIAL

Nikolay Tverdostup

Ph.D., associate professor of department of electronic calculable machines, the Dnepropetrovsk national university of the name Olesya Gonchara, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: tnik72@mail.ru

Abstract. The terms of sensitization are certain to the change of inductance of self-reactance sensor of the magnetite plugged in the resonant contour of measuring generator of F-meter on the basis of the linear combined operating chart.

Keywords: inductance, resistance, impedance, sensor, generator, combined operating chart, increase of frequency, indemnification, sensitiveness, F-meter, magnetite.

Введение. В устройствах экспрессного контроля качества железорудного сырья широко используют метод F-метра, позволяющий до-

вольно просто преобразовывать реактанс датчика магнетита в частоту гармонических колебаний [1]. Недостатком метода является его ограниченная чувствительность к контролируемому параметру. Это ограничивает использование метода для контроля слабомагнитного сырья (железорудная пульпа, "хвосты"). Поэтому актуальным является создание средств, позволяющих увеличить чувствительность контроля методом F-метра.

В работах [2, 3] заложены основы синтеза преобразователей импеданса на операционных усилителях. Выводы из [4] указывают на целесообразность использования операционных схем с комбинированной обратной связью для создания измерительного генератора F-метра с управляемой чувствительностью.

Цель работы. Целью работы является разработка F-метра с повышенной чувствительностью к изменению индуктивности параметрического датчика магнетита.

Материалы и результаты исследований. Измерительный генератор на основе линейной комбинированной операционной схемы (ЛКОС) показан на рис. 1. В линейной комбинированной операционной схеме с индуктивным импедансом в цепи отрицательной обратной связи характерным является наличие комбинированной обратной связи, а также то, что внешние сигналы возбуждения U_1 и U_2 поступают синфазно на оба входа операционного усилителя DA2. Из [4] следует, что входной импеданс ЛКОС равен

$$\dot{Z}_{\text{вх}} = (\dot{Z}_1 - R_2 R_3 / \dot{Z}_4) / (1 - n), \quad (1)$$

где $\dot{Z}_1 = r_1 + j\omega L_1$ – комплексный импеданс индуктивности L_1 с активным сопротивлением r_1 ; R_2, R_3 – активные сопротивления цепи комбинированной обратной связи усилителя DA2; $\dot{Z}_4 = R_4 / (1 + j\omega C_4 R_4)$ – комплексный

импеданс параллельно соединенных сопротивления R_4 и емкости C_4 ;

$n = U_2 / U_1$, U_1 и U_2 – напряжения сигналов возбуждения. Повторитель на усилителе DA1 с резистивным делителем R_A, R_B представляет собой источник напряжения возбуждения U_2 , синфазного входному напряжению U_1 .
Отношение

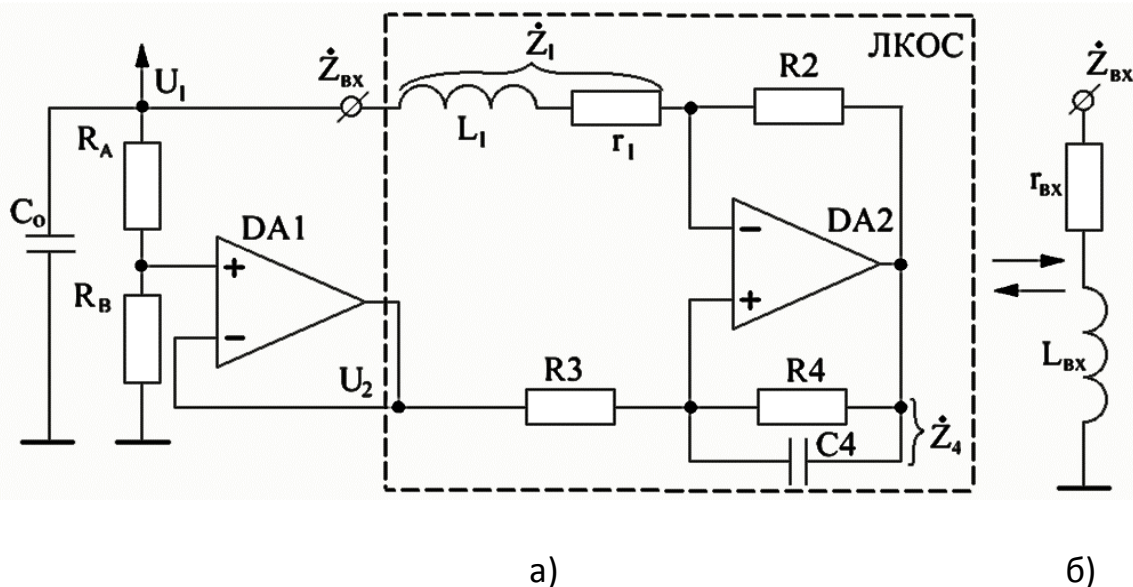


Рисунок 1 – Измерительный генератор на основе ЛКОС (а); эквивалентное представление ЛКОС (б)

n напряжений возбуждения можно представить через отношение сопротивлений делителя в виде

$$n = R_B / (R_A + R_B), \quad (2)$$

тогда входной импеданс $\dot{Z}_{BX}$, выраженный через параметры схемы, будет

$$\dot{Z}_{BX} = (1 + R_B/R_A)(r_1 + j\omega L_1 - R_2 R_3 / R_4 - j\omega C_4 R_2 R_3). \quad (3)$$

Справедливо также, что $\dot{Z}_{BX}$, представленный через входные параметры, равен

$$\dot{Z}_{BX} = r_{BX} + j\omega L_{BX}, \quad (4)$$

где r_{BX} , L_{BX} – входные активное сопротивление и индуктивность. Тогда из (3) и (4) следуют выражения активной и индуктивной составляющих входного импеданса

$$r_{BX} = (1 + R_B/R_A)(r_1 - R_2 R_3 / R_4), \quad (5)$$

$$L_{BX} = (1 + R_B/R_A)(L_1 - C_4 R_2 R_3), \quad (6)$$

показывающие, что в настоящей схеме индуктивность L_1 с активным сопротивлением r_1 преобразуются во входные индуктивность L_{BX} и сопротивление r_{BX} с коэффициентом умножения равным

$$m = (1 + R_B/R_A), \quad (7)$$

который, при $R_B \gg R_A$, может принимать большие значения. Из (5) следует, что умножение активного сопротивления r_1 сопровождается его компенсацией отрицательной активной составляющей входного импеданса ЛКОС равной

$$R_{(-)} = -R_2 R_3 / R_4, \quad (8)$$

при $|R_{(-)}| \rightarrow r_1$ входное сопротивление $r_{вх} \rightarrow 0$, что указывает на возможность существенного повышения добротности индуктивности.

Из (6) следует, что умножение индуктивности L_1 на коэффициент m происходит одновременно с уменьшением ее начального значения на величину $C_4 R_2 R_3$, которую будем называть компенсирующей индуктивностью L_K . Выражение (6) представим в виде

$$L_{BX} = m(L_1 - L_K). \quad (9)$$

Допустим, что под воздействием контролируемого параметра индуктивность датчика L_1 изменится на величину ΔL_1 , тогда входная индуктивность ЛКОС становится

$$L_{BX} + \Delta L_{BX} = m(L_1 + \Delta L_1 - L_K). \quad (10)$$

Из (9), (10) следует, что абсолютное и относительное приращения входной индуктивности составляют

$$\Delta L_{BX} = m \Delta L_1, \quad (11)$$

$$\Delta L_{BX} / L_{BX} = \Delta L_1 / (L_1 - L_K), \quad (12)$$

причем, при $L_K \rightarrow L_1$ $\Delta L_{BX} / L_{BX} \rightarrow \infty$. Видно, что абсолютное приращение входной индуктивности определяется коэффициентом умножения m , а относительное приращение – величиной компенсирующей индуктивности L_K . Это показывает, что в ЛКОС возможно масштабирование индуктивности датчика с управлением величины чувствительности к контролируемому параметру.

К входу ЛКОС подключена емкость C_o , которая с входной индуктивностью L_{BX} образует колебательный контур с резонансной частотой

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{BX}C_o}}. \quad (13)$$

Из (5) следует, что при выполнении условия $r_1 < R_2 R_3 / R_4$ в контуре присутствует отрицательная активная составляющая входного сопротивления

ЛКОС, компенсирующая активные потери в контуре и обеспечивающая стационарные гармонические колебания на резонансной частоте (13), которая с учетом (9) имеет вид

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{m(L_1 - L_K)C_0}}. \quad (14)$$

При изменении индуктивности датчика L_1 приращение частоты Δf можно определить в виде

$$\Delta f = \frac{df}{dL_{BX}} \Delta L_{BX} = - \frac{\Delta L_{BX}}{4\pi\sqrt{L_{BX}^3 C_0}} = - \frac{1}{4\pi\sqrt{m(L_1 - L_K)C_0}} \cdot \frac{\Delta L_1}{(L_1 - L_K)}. \quad (15)$$

Из (15) видно, что приращение частоты существенно увеличивается при $L_K \rightarrow L_1$. Последнее обосновывает возможность повышения чувствительности F -метра на основе ЛКОС к изменению индуктивности L_1 параметрического датчика.

Экспериментальная проверка выражения (15) была проведена на измерительном генераторе (рис.1), собранном на операционных усилителях ICL7650 с индуктивностью $L_1 = 21$ мГн, емкостью $C_0 = 1,106$ мкФ и начальной частотой колебаний 460 Гц. На рис. 2 показаны экспериментальные зависимости модуля приращения частоты Δf измерительного генератора от приращения индуктивности ΔL_1 параметрического датчика магнетита при вариации значений компенсирующей индуктивности L_K от 0 до 17,23 мГн.

Экспериментальные данные показывают, что зависимости $\Delta f(\Delta L_1)$ линейны; без компенсирующей индуктивности $L_K = 0$ (зависимость 5) чувствительность к ΔL_1 минимальная и составляет 7,5 Гц/мГн, при увеличении значения компенсирующей индуктивности чувствительность возрастает (зависимости 1 – 4), так при $L_K = 17,23$ мГн (зависимость 1) чувствительность увеличивается в пять раз до 39,2 Гц/мГн. Это подтверждает, что величиной компенсирующей индуктивности L_K , относительно начальной индуктивности датчика L_1 , можно управлять чувствительностью измерительного генератора в пределах, при которых выполняется условие $L_1 - L_K > 0$. Экспериментальные данные достаточно хорошо согласуются с расчетными (15), отличие не превышает 5%.

Выводы. Проведенные исследования измерительного генератора на основе линейной комбинированной операционной схемы показали следующее:

- компенсация начальной индуктивности датчика с одновременным умножением ее приращения позволяют изменять приращение частоты колебаний генератора;
- чувствительность изменения частоты генератора существенно определяется величиной компенсирующей индуктивности;
- использование измерительного генератора на основе линейной комбинированной операционной схемы позволяет повысить чувствительность F -метра к изменению индуктивности параметрического датчика магнетита.

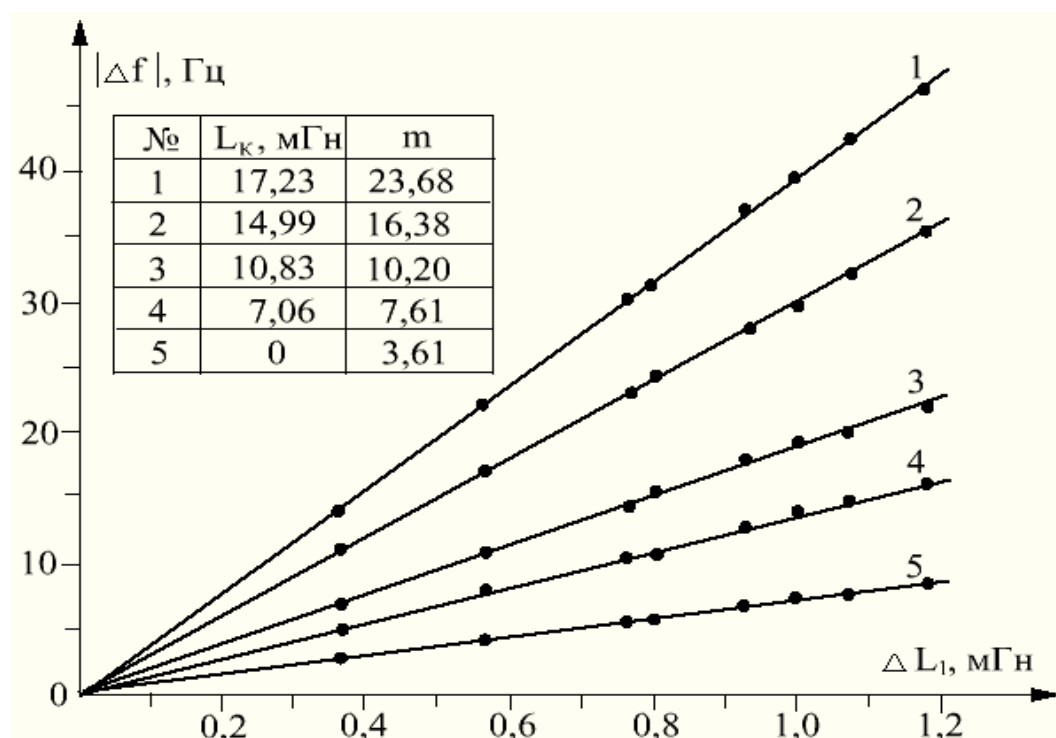


Рисунок 2 – Приращение частоты Δf генератора как функция индуктивности датчика L_1 для разных значений компенсирующей индуктивности L_k

ЛИТЕРАТУРА

1. Марюта, А.Н. Контроль качества железорудного сырья [Текст] / А.Н. Марюта, И.К. Младецкий, П.А. Новицкий. – К. : Техніка, 1976. – 220 с.
2. Филановский, И.М. Схемы с преобразователями сопротивления [Текст] / И.М. Филановский, А.Ю. Персианов, В.К. Рыбин. – Л. : Энергия, 1973. – 192 с.
3. Марше, Ж. Операционные усилители и их применение [Текст] / Ж. Марше. – Л. : Энергия, 1974. – 216 с.
4. Твердоступ, Н.И. Обобщенная модель преобразователей импеданса [Текст] / Н.И. Твердоступ // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Фізика. Радіоелектроніка. – 2010. – Вип. 17, №2. – С. 103 - 108.

УДК 62-52:621.317

ОСОБЕННОСТИ СОГЛАСОВАНИЯ ГИРАТОРА ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИНДУКТИВНОСТИ ДАТЧИКА МАГНЕТИТА

Н.И. Твердоступ

кандидат технических наук, доцент кафедры электронных вычислительных машин, Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: tnik72@mail.ru

Аннотация. Для гиратора на конверторах отрицательного сопротивления определены условия согласования параметров элементов, обеспечивающих устойчивое инвертирование импеданса нагрузки. Условием согласования является равенство входных сопротивлений конверторов.

Ключевые слова: гиратор, конвертор, импеданс, согласование параметров, инвертирование, нагрузка, входное сопротивление, датчик магнетита.

FEATURES GYRATOR AGREEMENT FOR TRANSFORMATION INDUCTIVE SENSORS MAGNETITE

Nikolay Tverdostup

Ph.D., associate professor of electronic calculable machines department, the Dnepropetrovsk National University of the name Olesya Gonchara, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: tnik72@mail.ru

Abstract. For a gyrator on the converters of negative resistance the terms of concordance of parameters of elements providing the steady inverting of impedance of loading are certain. The condition of concordance is equality of entrance resistance of converters.

Keywords: gyrator, converter, impedance, concordance of parameters, inverting, loading, entrance resistance, sensors magnetite.

Введение. Использование гиратора [1] в устройствах магнитного контроля качества железорудного сырья является перспективным для повышения чувствительности определения массовой доли магнетита. Однако применение гиратора ограничивается сложностью и низкой эффективностью согласования параметров его элементов. Так в схеме гиратора на конверторах отрицательного сопротивления условие согласования требует обязательного равенства всех сопротивлений комбинированной обратной связи [2], что делает процесс настройки гиратора технологически сложным из-за наличия существующего разброса номинальных значений сопротивлений.

Цель работы. Целью работы является уточнение условий согласования параметров элементов гиратора для повышения эффективности его настройки и обеспечения устойчивого инвертирования индуктивности датчика магнетита с заданным коэффициентом преобразования.

Материалы и результаты исследований. Гиратором является всякий четырехполюсник, у которого импеданс на одной паре зажимов дуален импедансу, подключенному к другой паре зажимов [1]. Гиратор на конверторах отрицательного сопротивления (рис.1) содержит два операционных усилителя DA1 и DA2 с элементами комбинированной обратной связи R'_2, R'_3, R'_4 и R_1, R_2, R_4 а также резистор связи R'_1 .

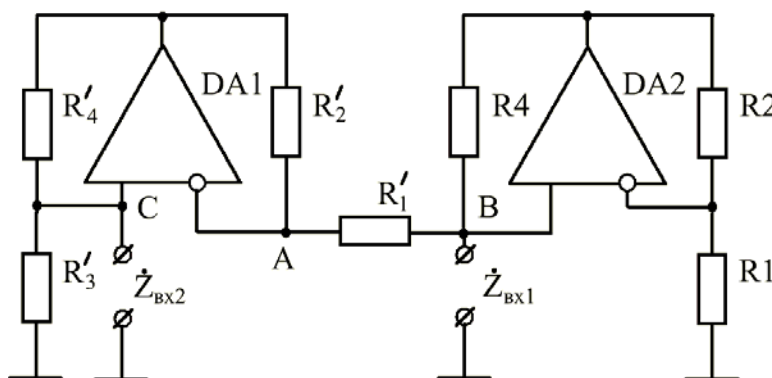


Рисунок 1 – Гиратор на конверторах отрицательного сопротивления

Гиратор обладает свойством взаимности [1], поэтому произвольный импеданс нагрузки $\dot{Z}_H$ можно подключать к любой паре зажимов $\dot{Z}_{BX1}$ или $\dot{Z}_{BX2}$. Рассмотрим, каким будет импеданс соответствующей пары зажимов при подключении нагрузки к противоположной паре.

При подключении $\dot{Z}_H$ к зажимам $\dot{Z}_{BX2}$ входные импедансы конверторов отрицательного сопротивления в точках A и B будут соответственно равны [3]

$$\dot{Z}_A = - \frac{\dot{Z}_H R'_2 R'_3}{R'_4 (R'_3 + \dot{Z}_H)}, \quad (1)$$

$$R_B = - \frac{R_1 R_4}{R_2} \quad (2)$$

а входное сопротивление со стороны зажимов $\dot{Z}_{BX1}$

$$\dot{Z}_{BX1} = \frac{R_B (\dot{Z}_A + R'_1)}{R_B + \dot{Z}_A + R'_1}. \quad (3)$$

Выражение (3) с учетом (1) и (2) можно представить в виде

$$\dot{Z}_{\text{BX1}} = \frac{R_B [\dot{Z}_H (R'_1 R'_4 - R'_2 R'_3) + R'_1 R'_3 R'_4]}{R_B R'_3 R'_4 + R_B \dot{Z}_H R'_4 + R'_1 R'_3 R'_4 + \dot{Z}_H (R'_1 R'_4 - R'_2 R'_3)} \quad (4)$$

Выражение (4) при выполнении условия

$$R'_1 R'_4 = R'_2 R'_3 \quad (5)$$

и с учетом (2) преобразуется к виду

$$\dot{Z}_{\text{BX1}} = \frac{R_1 R_4 R'_1 R'_3 R'_4}{R'_3 R'_4 (R_1 R_4 - R'_1 R'_2) + R_1 R_4 R'_4 \dot{Z}_H} \quad (6)$$

Очевидно, что при выполнении следующего условия

$$R_1 R_4 = R'_1 R'_2 \quad (7)$$

выражение (6) принимает окончательный вид уравнения преобразования гиратора, который, как известно, изменяет характер импеданса нагрузки $\dot{Z}_H$ на дуальный

$$\dot{Z}_{\text{BX1}} = \frac{R'_1 R'_3}{\dot{Z}_H} \quad (8)$$

Действительно, если в качестве нагрузки $\dot{Z}_H$ используется, например, индуктивность L_H датчика магнетита, то из (8) следует емкостной характер входного импеданса

$$\dot{Z}_{\text{BX1}} = \frac{R'_1 R'_3}{j\omega L_H} = \frac{1}{j\omega C_{\text{BX1}}},$$

при этом входная емкость равна $C_{\text{BX1}} = L_H / R'_1 R'_3$, что указывает на дуальный характер импеданса на зажимах $\dot{Z}_{\text{BX1}}$, обратный индуктивному характеру импеданса на зажимах $\dot{Z}_{\text{BX2}}$.

Важно отметить, что только одновременное выполнение условий (5) и (7) обеспечивает справедливость уравнения преобразования гиратора (8).

Рассмотрим входной импеданс гиратора на зажимах $\dot{Z}_{\text{BX2}}$ при подключении произвольной нагрузки $\dot{Z}_H$ к зажимам $\dot{Z}_{\text{BX1}}$. В этом случае входной импеданс конвертора DA2 в точке B с учетом параллельно подключенной нагрузки $\dot{Z}_H$ равен [3]

$$\dot{Z}_B = - \frac{R_1 R_4 \dot{Z}_H}{R_2 \left(\dot{Z}_H - \frac{R_1 R_4}{R_2} \right)}$$

а в точке A соответственно

$$\dot{Z}_A = R'_1 - \frac{R_1 R_4 \dot{Z}_H}{R_2 \dot{Z}_H - R_1 R_4}.$$

Конвертор отрицательного сопротивления на усилителе DA1 преобразует $\dot{Z}_A$ в импеданс $\dot{Z}_C$, который в точке C имеет вид

$$\dot{Z}_C = -\frac{R_4'}{R_2'} \left(R_1' - \frac{R_1 R_4 \dot{Z}_H}{R_2 \dot{Z}_H - R_1 R_4} \right).$$

Так как сопротивление R_3' подключено параллельно $\dot{Z}_C$, то входная проводимость гиратора со стороны зажимов $\dot{Z}_{BX2}$ равна

$$\frac{1}{\dot{Z}_{BX2}} = \frac{R_2' (R_2 \dot{Z}_H - R_1 R_4)}{R_4' [\dot{Z}_H (R_1 R_4 - R_1' R_2) + R_1 R_4 R_1']} + \frac{1}{R_3'}.$$
 (9)

Тогда из (9) следует, что при одновременном выполнении условий (5) и (7) входной импеданс гиратора со стороны зажимов $\dot{Z}_{BX2}$ равен

$$\dot{Z}_{BX2} = \frac{R_1' R_3'}{\dot{Z}_H}.$$
 (10)

Выражение (10) полностью совпадает с (8). Это подтверждает симметричность гиратора на конверторах отрицательного сопротивления, возможность равноценного подключения нагрузки к любой паре зажимов.

Уравнения преобразования гиратора (8) и (9) могут существовать только при выполнении условий (5), (7). Эти условия, на практике сводящиеся к тщательному подбору сопротивлений указанных резисторов, обеспечивают устойчивую работу гиратора, эффективное инвертирование импеданса нагрузки. При несоблюдении этих условий в гираторе возможно возникновение паразитных колебаний из-за самовозбуждения, ибо, как следует из (4), (6) и (9), в составе входного импеданса при этом одновременно появляются отрицательные активная, индуктивная и емкостная составляющие.

Физический смысл условий согласования (5), (7) можно уточнить, исключив сопротивление связи R_1' . В этом случае получим условие согласования в виде

$$\frac{R_1 R_4}{R_2} = \frac{R_2' R_3'}{R_4'},$$
 (11)

из последнего следует, что суть согласования заключается в достижении равенства входных сопротивлений конверторов DA1 и DA2 в точках A и B.

Выражение (11) можно представить в виде

$$R_3' = \frac{R_1 R_4 R_4'}{R_2 R_2'},$$
 (12)

из которого следует, что для согласования параметров гиратора вовсе не обязательно взаимное равенство сопротивлений всех резисторов. Для согласования достаточно тщательно подбирать сопротивление только одно-

го резистора, для настоящего случая R'_3 согласно (12), остальные резисторы могут быть с произвольным разбросом номинальных значений. Это позволяет существенно упростить процесс настройки гиратора.

В уравнениях преобразования (8) и (10) произведение сопротивлений $R'_1 R'_3$ является пропорциональным коэффициенту преобразования, величиной которого можно управлять всего лишь одним параметром - сопротивлением связи R'_1 , не нарушая, при этом, условие согласования (12).

Для экспериментальной проверки условия согласования по схеме на рис. 1 был собран гиратор на операционных усилителях ICL7650. Сопротивления резисторов выбраны согласно условию (11): $R_1 = 2$ кОм, $R_2 = 5,1$ кОм, $R_4 = 2,4$ кОм, $R'_2 = 3,9$ кОм, $R'_3 = 8,2$ кОм, $R'_4 = 33,99$ кОм. Сопротивление R'_1 варьировалось в пределах от 0,51 до 3,3 кОм для изменения коэффициента преобразования. В качестве нагрузки L_H ко входу $\dot{Z}_{BX2}$ подключались катушки из набора образцовых мер индуктивности типа L-0170 III разряда класса 0,2. Измерения входной емкости C_{BX} на входе $\dot{Z}_{BX1}$ проводились мостовым измерителем Е7-8 на частоте 1 кГц.

На рис. 2 представлены экспериментальные зависимости входной емкости C_{BX} как функции индуктивности нагрузки L_H . Анализ зависимостей подтверждает устойчивое инвертирование нагрузки согласно уравнению (8) а также возможность управления коэффициентом преобразования величиной только одного параметра - сопротивления связи R'_1 . В целом эксперимент подтвердил эффективность согласования параметров гиратора. Отклонения экспериментальных данных от расчетных не превысили 10%.

Выводы. Анализ результатов исследования позволяет сделать следующие выводы о согласовании параметров гиратора на конверторах отрицательного сопротивления:

- параметры являются согласованными при достижении равенства входных сопротивлений конверторов отрицательного сопротивления, входящих в состав гиратора;
- согласование по равенству входных сопротивлений конверторов упрощает процесс настройки гиратора и обеспечивает устойчивое инвертирование импеданса нагрузки;
- коэффициент преобразования гиратора управляется величиной сопротивления связи, как независимым параметром, без нарушения условия согласования.

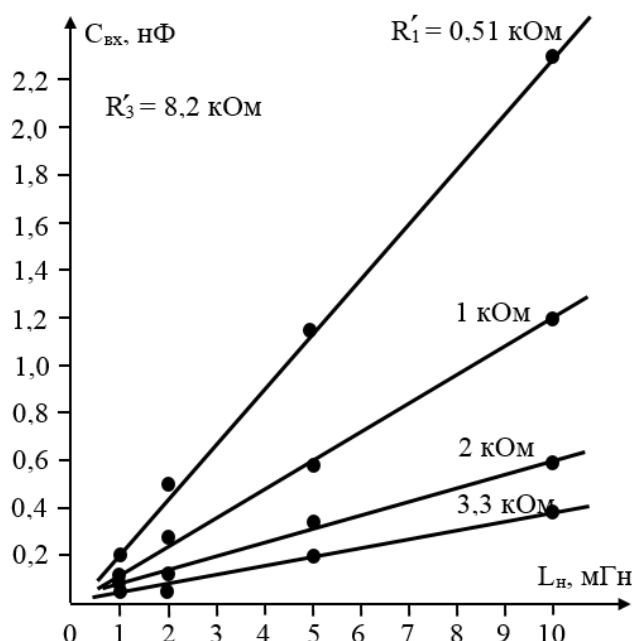


Рисунок 2 – Зависимости входной емкости $C_{вх}$ гиратора от индуктивности нагрузки L_n при различных значениях сопротивления связи R'_1 .

ЛИТЕРАТУРА

1. Титце, У. Полупроводниковая схемотехника [Текст]. В 2 т. Т.2. : Пер с нем. / У. Титце, К. Шенк. - М.: Додэка - XXI, 2008. – 942 с. – ISBN 978-5-94120-200-3 (рус.).
2. Волович, Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств [Текст] / Г.И. Волович. – М.: Додэка - XXI, 2005. – 528 с. – ISBN 5-94120-074-9.
3. Твердоступ, Н.И. Обобщенная модель преобразователей импеданса [Текст] Н.И. Твердоступ // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Фізика. Радіоелектроніка. – 2010. – Вип. 17, №2. – С. 103 - 108.

УДК 622.02

СПОСОБЫ ПОДГОТОВКИ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД К ВЫЕМКЕ КАРЬЕРНЫМИ КОМБАЙНАМИ

К.В. Федосеева

аспирант лаборатории освоения рудных и нерудных месторождений открытым способом, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск, Россия, e-mail: fedosya_nikol@mail.ru

Аннотация. В работе проводится анализ способов разупрочнения горных пород с целью их последующей выемки карьерными комбайнами. Предлагается способ механического разупрочнения прочных пропластков с помощью ударного оборудования,

дополнительно устанавливаемого на карьерный комбайн. Два ударника последовательно воздействуют на пропласток на всю ширину фрезеруемой комбайном полосы.

Ключевые слова: сложноструктурные месторождения, прочные пропластки, карьерный комбайн, дополнительное оборудование, ударники.

METHODS FOR THE PREPARATION OF SOLID ROCK FOR EXCAVATION MINER

K.V. Fedoseyeva

postgraduate student at the laboratory of ore and non-ore deposits in the open way Federal State budgetary institution of Science Mining Institute of Far Eastern branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia, e-mail: fedosya_nikol@mail.ru

Annotation. The paper analyzes the ways of softening the rocks for subsequent excavation miner. A method for softening durable seams using percussion equipment additionally installed on the surface miner. Two drummer sequence-tive effect on the seam on the entire width of the milled strip miner.

Keywords: complex field, strong seams, surface miner, accessories, drums.

Введение. Карьерные комбайны находят все большее применение при разработке различных месторождений твердых полезных ископаемых [1-3]. Послойно-полосовые технологии обладают рядом преимуществ в сравнении с традиционными технологиями, связанными с ведением буровзрывных работ, в частности обеспечивают возможность глубокой селективной выемки полезных ископаемых при разработке сложноструктурных месторождений [4-6].

Сложноструктурные месторождения полезных ископаемых зачастую включают в себя тонкие пропластки пустых пород, имеющих прочность большую, чем полезное ископаемое. При разработке таких пропластков нагрузки на рабочий орган и металлоконструкцию карьерного комбайна многократно возрастают, появляется сильная вибрация, которая отрицательно влияет на работоспособность оператора. Резко снижаются производительность и долговечность машины, растет расход дорогостоящих резцов [7-10]. В некоторых случаях разработка таких пропластков карьерным комбайном без их предварительного ослабления вообще невозможна [7].

Цель работы. Известны различные способы подготовки массива горных пород к выемке. Задачей такой подготовки является ослабление прочности массива за счет увеличения количества и величины естественных трещин путем воздействия на массив различными способами. В статье проводится анализ известных способов подготовки и предлагается способ

разупрочнения пропластков с помощью дополнительного оборудования, устанавливаемого на карьерный комбайн.

Материал и результаты исследований. Наибольшее распространение получил взрыв «на встряхивание», когда бурится сетка скважин и туда закладывается и взрывается ослабленный заряд взрывчатых веществ с целью увеличить природную трещиноватость массива для облегчения последующей выемки горных пород [11-12]. Недостатками этого способа являются большой объем подготовительных работ, загрязнение воздуха продуктами сгорания взрывчатых веществ, сейсмическое воздействие на близлежащий горный массив.

Используется также ослабление массива горных пород посредством применения поверхностно активных веществ (ПАВ). Для осуществления данного способа на рабочей площадке карьера бурится сетка скважин, после чего скважины заполняются ПАВ [7, 13], которое из скважин просачивается в природные трещины массива и оказывает физико-механическое воздействие на породу, путем расширения имеющихся трещин и образования новых. К недостаткам способа можно отнести значительный объем подготовительных работ и отрицательное воздействие ПАВ на экологию карьера.

В настоящее время развиваются исследования в области взаимодействия энергетических потоков с веществом с целью создания высокоэффективных технических средств и технологий. Наиболее явно это проявляется в области лазерной техники. Применение лазерных технологий для обработки различных твердых материалов активизировалось с появлением современных волоконных лазеров, имеющих КПД до 30 %. Исследования показывают возможность успешного применения лазерного излучения и в горном производстве [14]. Однако применение такой технологии ограничено высокой стоимостью силового лазерного оборудования значительной мощности.

В России и за рубежом ведутся работы по созданию нетрадиционных ударных разрушающих машин для горной промышленности и строительства, сконструирован ударный исполнительный орган метательного типа с рабочим органом в виде била, наносящего своим ребром удары по породному массиву [15]. Технические характеристики ударной машины показывают, что при относительно небольшой массе и габаритах она обеспечивает высокопроизводительное массовое разрушение прочных пород.

Автором предлагается использование ударного исполнительного органа в качестве дополнительного навесного оборудования к карьерному комбайну для предварительного разрушения прочных пропластков при разработке сложноструктурных месторождений полезных ископаемых.

Дополнительное оборудование устанавливается в передней части карьерного комбайна и включает раму с направляющими, внутри которых с помощью гидроцилиндров перемещаются два ударника, обеспечивая захват на всю ширину забоя карьерного комбайна. При отработке полезного ископаемого ударники подняты в крайнее верхнее положение. При необходимости отработки прочного пропластка пустой породы ударники опускаются в направляющих с помощью гидроцилиндров до контакта с пропластком. Привод ударников осуществляется от силовой установки карьерного комбайна. Блок управления обеспечивает попеременное ударное воздействие на прочный пропласток, в результате чего в нем образуются новые или увеличиваются уже имеющиеся трещины, что ведет к значительному снижению прочности пропластка, после чего он разрабатывается фрезерным барабаном карьерного комбайна.

Выводы. Применение дополнительного оборудования для разупрочнения крепких пропластков пустой породы обеспечит снижение нагрузок на основное рабочее оборудование карьерного комбайна, значительную экономию резцов, повышение производительности карьерного комбайна и снижение себестоимости выполняемых работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пихлер М., Панкевич Ю.Б. Комбайны Wirtgen Surface Miner на открытых горных работах: История развития, масштабы применения и перспективы расширения // Горная промышленность. 2009. №2. С. 54-57.
2. Cheban, A. Yu., Sekisov G. V., Khrunina N. P., Shemyakin S. A. Upgrading continuous and cyclic excavation and transportation during open-pit mining [Текст] /A. Yu. Cheban, G. V. Sekisov, N. P. Khrunina, S. A. Shemyakin // Eurasian mining. - 2014. - № 1. - P. 22-24.
3. Чебан А.Ю., Хрунина Н.П. Использование горного оборудования для механического разрушения скальных и полускальных пород // Горная промышленность. 2014. №2. С. 104-107.
4. Чебан А.Ю. О целесообразности внедрения послойно-полосовых технологий при разработке месторождений цементного сырья в Дальневосточном регионе // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. - №10. С. 53-58.
5. Чебан А.Ю. Применение фрезерных комбайнов в строительстве и на добыче строительных материалов // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2012. - №3. – С. 105-108.
6. Чебан А.Ю., Хрунина Н.П. Техника и технологии разработки угольных разрезов Приамурья и перспективы их развития // Маркшейдерия и недропользование. 2015. №1. С. 19-21.
7. Анистратов Ю.И., Штейнцайг Р.М., Воронков Г.Я., Кузнецов А.Г., Хаспекоев П.Р. Перспективы расширения сферы применения безвзрывных технологий в открытой угледобыче // Горная промышленность. 1998. №2. С. 14-19.



8. Чебан А.Ю. Экспериментальные исследования процесса разрушения породы резцами фрезерного рабочего органа // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2012. - №1. – С. 125-128.
9. Чебан А.Ю. Классификация технологических схем применения карьерных комбайнов // Системы. Методы. Технологии. 2015. №2. С. 159-163.
10. Чебан А.Ю. Совершенствование технологий открытой разработки месторождений с использованием карьерных комбайнов и отвалообразователей // Записки горного института. Т. 214. С. 23-27.
11. Анистратов Ю.И., Анистратов К.Ю., Щадов М.И. Справочник по открытым горным работам: М.: НТЦ «ГОРНОЕ ДЕЛО», 2010. 700с., ил.
12. Рассказов И.Ю., Чебан А.Ю., Литвинцев В.С. Анализ технической оснащенности горнодобывающих предприятий Хабаровского края и Еврейской автономной области // Горный журнал. – 2013. №2. С. 30-34.
13. Кузнецов А.Г., Штейнцайг Р.М., Воронков Г.Я., Шендеров А.И., Александров А.А. Применение методов физико-химического разупрочнения массивов крепких горных пород при работе машин типа КСМ // Горная промышленность. 1997. №4. С. 3-7.
14. Чебан А.Ю., Хрунина Н.П., Леоненко Н.А. Результаты экспериментальных исследований по резанию карбонатных горных пород мощным лазерным излучением // Прикладная физика. 2014. №5. С. 34-37.
15. Красников Ю.Д., Бафталовский В.Е., Разуваева В.В. Нетрадиционные ударные машины для горной промышленности и строительства // Горное оборудование и электромеханика. 2007. №4. С. 41-44.

УДК 621.926.2

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЩЕКИ С НЕДРОБИМЫМ ТЕЛОМ В НАКЛОННОЙ КАМЕРЕ ВИБРОЩЁКОВОЙ ДРОБИЛКИ

Е.В. Федоскина

ассистент кафедры основ конструирования механизмов и машин, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина

Аннотация. В работе проведено экспериментальное исследование прохождения недробимого тела, высота которого меньше высоты поперечного сечения камеры дробления при максимальной раздвижке щёк, от зоны загрузки до выхода из камеры дробления.

Ключевые слова: дробилка, камера дробления, колебания, недробимое тело, осциллограмма.



INTERACTION WITH CHEEK NON-CRUSHABLE BODY IN THE TILT OF THE CAMERA VIBRO JAW CRUSHER

E. Fedoskina

Assistant of Machinery Design Fundamentals Department, SHEI "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. The experimental research of passing non-crushable body, whose height is equal to the height of cross-section of crushing Chamber at maximum extendable cheeks, from loading until you exit the crushing Chamber are considered.

Keywords: crusher, crushing, camera vibrations, non-crushable body, the oscilloscope.

Введение. Технологический процесс переработки материалов с использованием операции дробления не исключает возможности попадания в камеру дробилки недробимого тела. Это могут быть включения инородного материала, либо куски основного материала повышенной крепости, а также случайно попавшие прочные предметы (болты, гайки и т.п.). В щёковых дробилках, с целью устранения поломки отдельных элементов, применяются предохранительные устройства[1]. Отличием вибрационных щёковых дробилок [2] является отсутствие таких устройств и пропуск недробимых тел осуществляется за счёт раздвижки дробящих щёк[3], что требует исследования данного процесса.

Цель работы. Получение физического отображения перемещения недробимого тела в наклонной камере дробления виброщёковой дробилки.

Материал и результаты исследований. Недробимые тела можно разделить на две группы:

1.- Высота недробимого тела меньше высоты поперечного сечения камеры дробления по всей её длине при максимальной раздвижке щёк.

2.- Высота недробимого тела превышает высоту поперечного сечения камеры дробления при максимальной раздвижке щёк.

Недробимые тела первой группы проходят камеру дробления, кратковременно исключая процесс дробления материала. Недробимые тела второй группы, при движении к разгрузочной щели камеры дробления, создают расклинивание щёк и прекращение процесса дробления до удаления недробимого тела. При проведении исследований, в качестве недробимых тел (рис.1), использовались: стальная профильная трубка 1 и стальная пластина 2.

Исследование процесса взаимодействия недробимого тела с рабочей поверхностью щеки осуществлялось на лабораторном образце дробилки с наклонной камерой дробления ВЩДН-120.

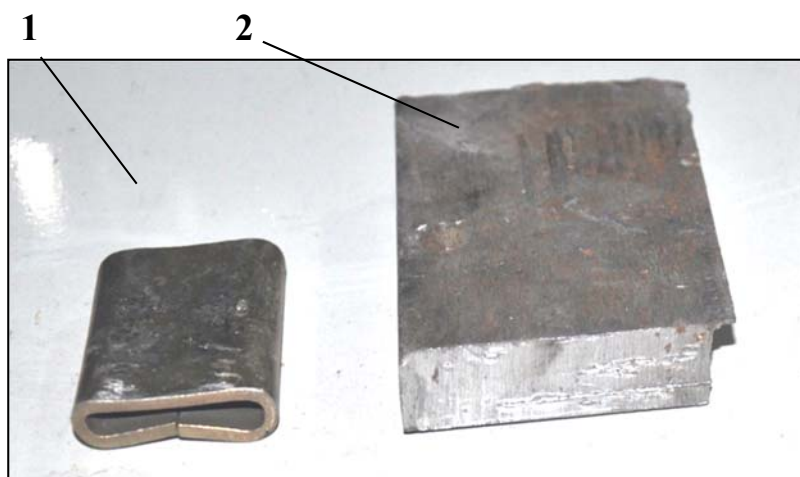


Рисунок 1- Образцы недробимых тел

1- стальная профильная трубка, 2- стальная пластина

Угол наклона нижней щеки к горизонту составлял 0,3491 рад, угол захвата-0,0698 рад. Частота колебаний подвижной щеки 17Гц. Исследования проводились с использованием виброизмерительной аппаратуры ВИБ-6ТН с датчиками перемещений, 5-ти канального осциллографа USB, ноутбука SAMSUNG RV520.

На рис.2 представлена общая картина перемещения щеки при прохождении через камеру дробления недробимого тела первой группы - профильной трубки. Кривая 1 показывает наличие контакта между недробимым телом и поверхностями щёк, кривая 2 характеризует перемещение щеки. На осциллограмме выделены характерные участки(А;В;С) взаимодействия активной щеки с недробимым телом.

Из анализа осциллограммы следует, что начало контакта рабочей поверхности подвижной щеки дробилки с профильной трубкой характеризуется резким увеличением размаха колебаний и наличием переходного процесса в виде затухающих колебаний подвижной щеки с последующим стационарным режимом.

При контакте с профильной трубкой происходит раздвижка щёк в данном поперечном сечении камеры дробления на высоту трубки. В дальнейшем перемещении к разгрузочной щели недробимого тела возможна его деформация, однако увеличение высоты раздвижки щёк происходит за счёт угла захвата и уменьшения поперечного сечения камеры дробления.

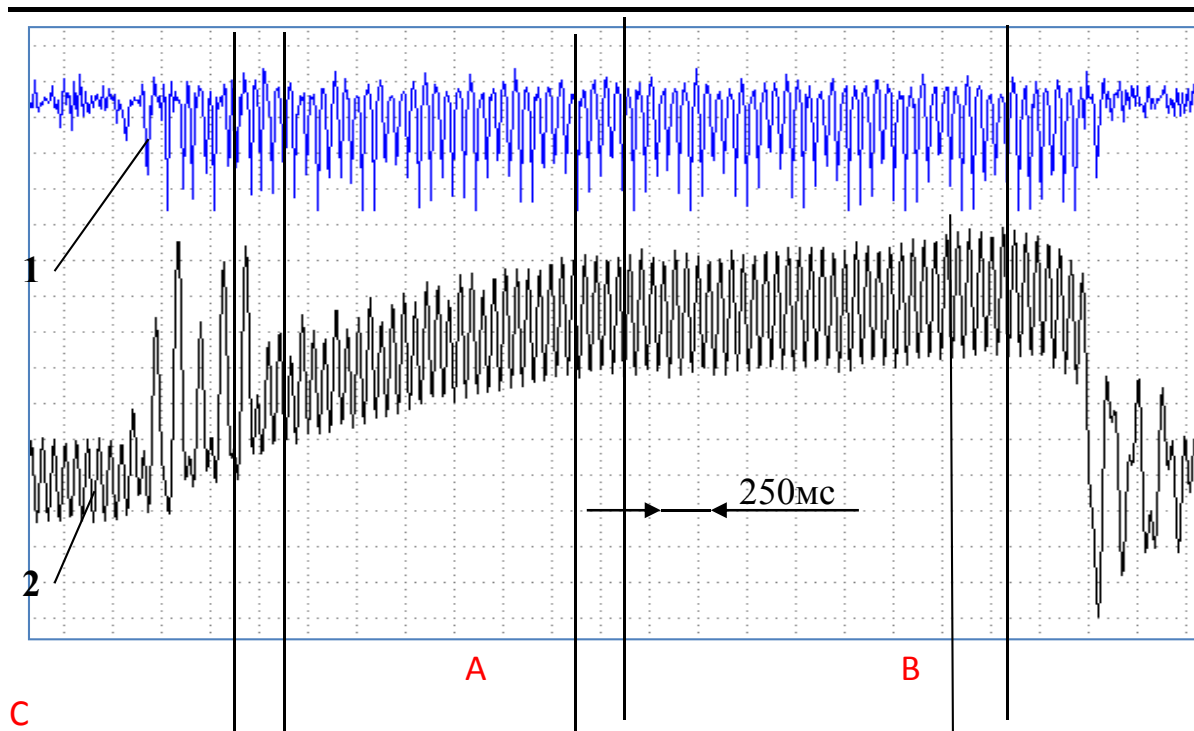


Рисунок 2- Осциллограмма перемещения щеки при прохождении стальной профильной трубы

Выход профильной трубы из камеры дробления сопровождается перемещением щеки в исходное положение и наличием переходного процесса в виде затухающих колебаний.

Ниже приведены увеличенные характерные участки осциллограммы (Рис.2) прохождения стальной профильной трубы.

На рисунке 3 представлен участок А отражающий окончание переходного периода и начала стабилизации амплитуды колебаний активной щеки (кривая 2). Нижние границы кривой 2 соответствуют контакту рабочей поверхности щеки с недробимым телом, верхние - определяют отход щеки от исходного положения, обозначенного прямой 3. Положение кривой 2 относительно кривой 3 показывает скорость раздвижки щёк. Горизонтальные прямые участки кривой 1 представляют время зажатия стальной профильной трубы между щёками. Совместное рассмотрение кривых 1 и 2 позволяет определить фазный угол начала контакта недробимого тела со щекой.

Участок В, представленный на рисунке 4, характерен для установившегося режима взаимодействия поверхности щеки с недробимым телом. Размах колебаний щеки, форма колебаний и время зажатия недробимого тела между щёками практически не изменяют своих значений на протяжении всего фрагмента осциллограммы.

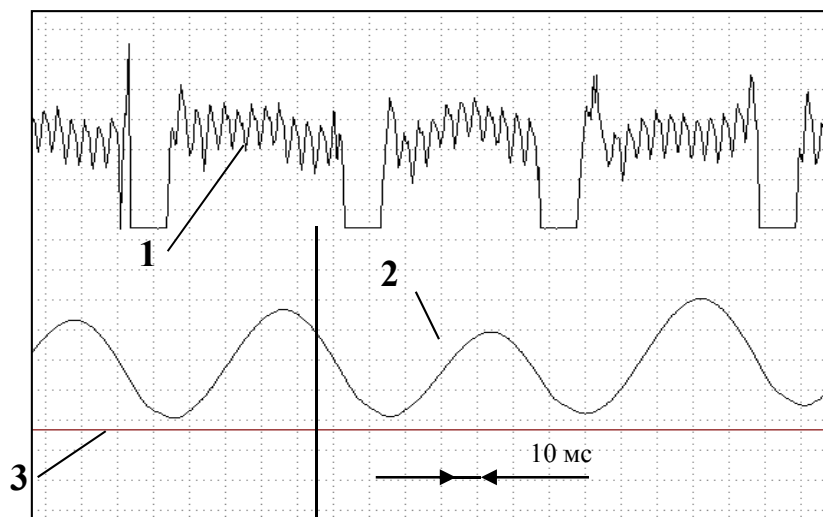


Рисунок 3- Участок А осциллограммы (рис.2) перемещения щеки при прохождении стальной профильной трубки

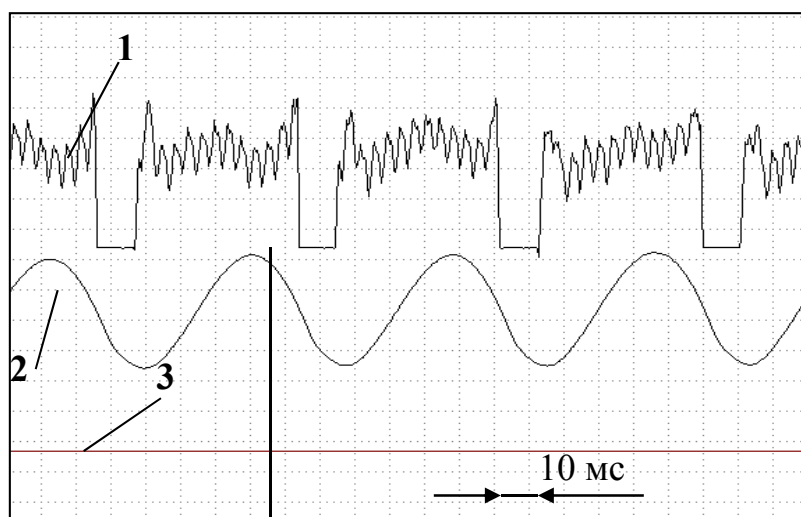


Рисунок 4 – Участок В осциллограммы (рис.2) перемещения щеки при прохождении стальной профильной трубки

Продолжающаяся раздвижка щёк, как видно из осциллограммы, увеличивает фазный угол контакта щеки с недробимым телом.

Выход недробимого тела первой группы из камеры дробления (рис.5) характеризуется окончанием установившегося процесса, резким изменением формы и увеличением размаха колебаний активной щеки с последующим переходным режимом.

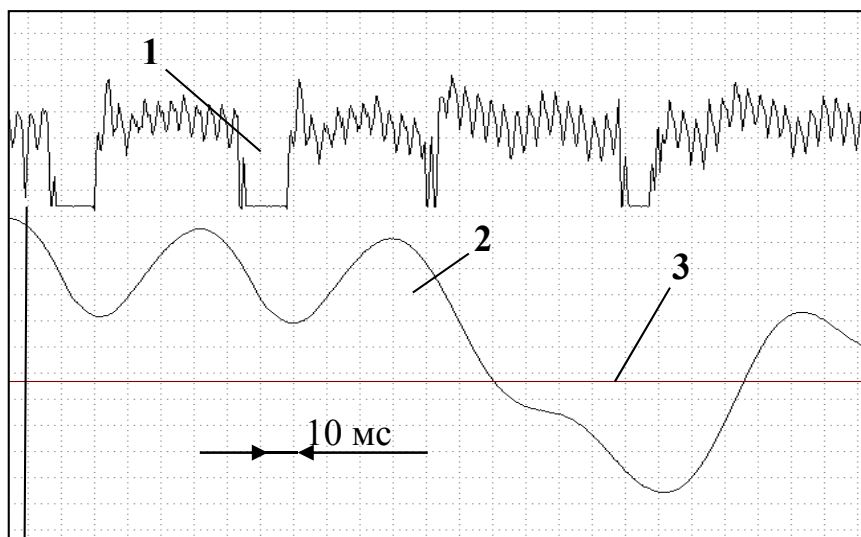


Рисунок 5- Участок С осциллограммы (рис.2) перемещения щеки при прохождении стальной профильной трубы

Аналогичная качественная картина (Рис.6) имеет место и при прохождении камеры дробления стальной пластиной. Отличие имеется в отсутствии деформации пластины, а также увеличении высоты раздвижки щёк в силу большей высоты пластины относительно высоты профильной трубы.

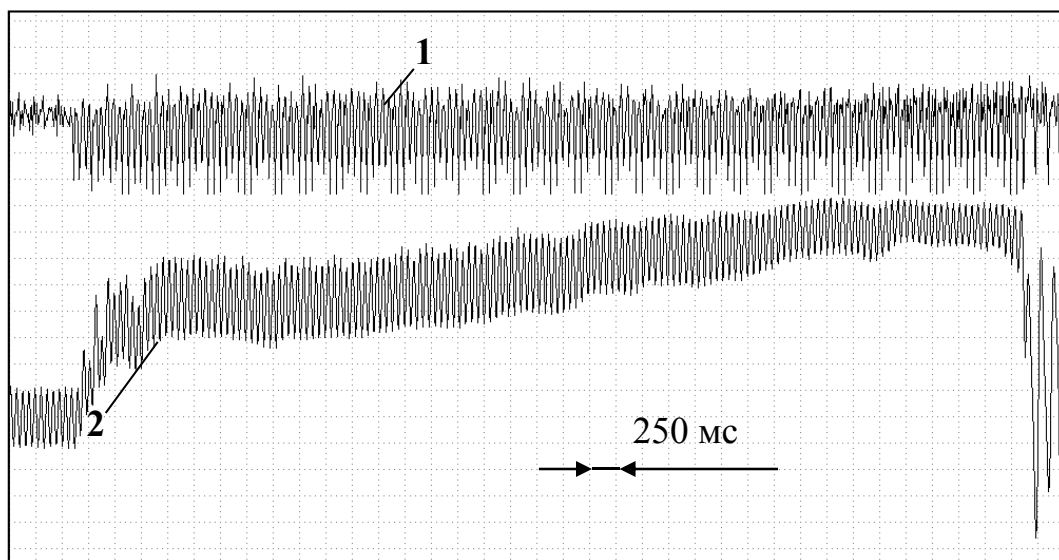


Рисунок 6-Осциллограмма перемещения щеки при прохождении стальной пластины.

Приведенные на рисунке 7 увеличенные фрагменты осциллограмм колебаний щеки при перемещении недробимого тела первой группы показывают качественное сходство процессов, проходящих при пуске дроб-

билки и при выходе из камеры дробления недробимых тел независимо от их жёсткости.

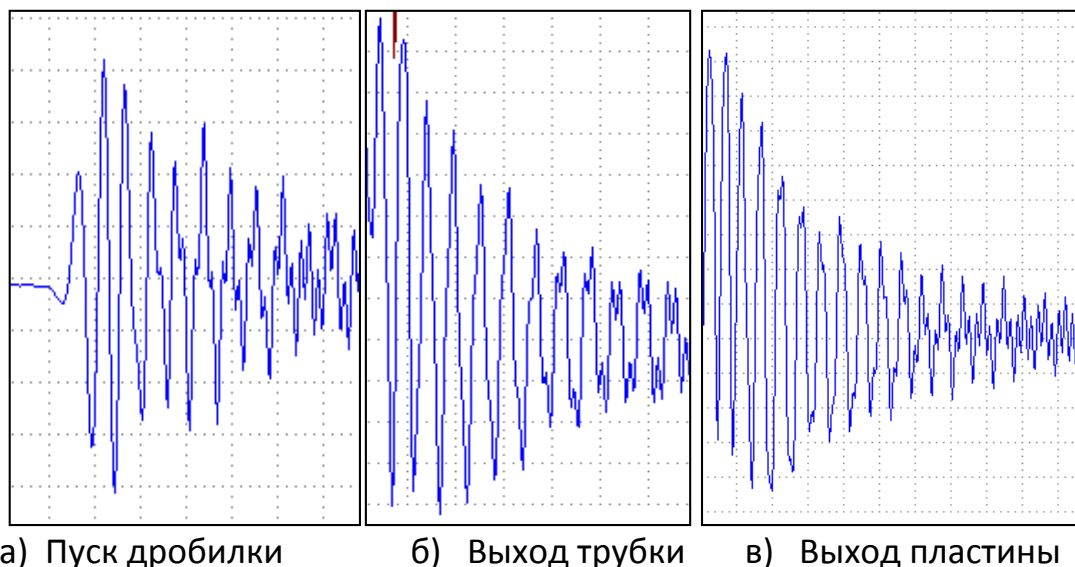


Рисунок 7-Осциллограмма колебаний щеки при выходе недробимых тел из камеры дробления

Полученный результат также моделирует процесс взаимодействия активной щеки с кусками повышенной крепости при дроблении неоднородного материала.

Вывод Перемещение недробимого тела первой группы через камеру дробления характеризуется раздвижкой щёк, увеличением высоты разгрузочной щели и фазного угла контакта щеки с недробимым телом, разгрузкой в этот период некондиционного продукта и, после выхода недробимого тела, наличием переходных процессов аналогичных пуску дробилки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клушанцев Б.В. Дробилки. Конструкция, расчёт, особенности эксплуатации /Б.В. Клушанцев, А.И. Косарев, Ю.А. Муйземнек-М.: Машиностроение, 1990-320 с.
- 2.Федоскина Е.В. Особенности движения материала в наклонной камере вибрационной щёковой дробилки / Е.В. Федоскина// Вісник НТУ «ХПІ». – 2013-№64(1037)- (Серія:Хімія, хімічна технологія та екологія) – С. 188-192.
- 3.Гончаревич И.Ф. Теория вибрационной техники и технологии / И.Ф. Гончаревич, К.В. Фролов.-М. : Наука, 1981-320 с.

УДК 622.868:621.926.22

ФОРМИРОВАНИЕ СЛОЯ МАТЕРИАЛА ВИБРОСУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

В.А. Федоскин¹, Н.Н. Ерисов²

¹кандидат технических наук, доцент кафедры, автомобилей и автомобильного хозяйства Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: fedoskib_va@ukr.net

²ассистент кафедры, автомобилей и автомобильного хозяйства Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: erisov@ukr.net

Аннотация. В работе проведено исследование движения материала в загрузочном тракте вибросушильной установки с горизонтальным вибротранспортёром.

Ключевые слова: Сушка материала, вибротранспортёр, поток материала, загрузочный тракт, слой материала.

FORMATION OF THE LAYER OF VIBRATING AND DRYING PLANT

V.A. Fedoskin¹, N.N. Yerisov²

¹Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Transport and Transportation Facilities Department, State Higher Education Institution "National Mining University", Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: fedoskib_va@ukr.net

²Assistant, Transport and Transportation Facilities Department, State Higher Education Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: erisov@ukr.net

Abstract. Material movement within a feeding route of a vibrating and drying plant with horizontal vibrating conveyor is studied.

Keywords: material drying, vibrating conveyors, material flow, feeding route, material layer.

Введение. Сушка материалов используется практически во всех отраслях промышленности [1; 2]. Технологическая схема сушки в общем виде включает бункер исходного материала, питатель, герметизатор, сушильную камеру, теплогенератор, батарею циклонов, вентилятор. Схемы могут отличаться количеством оборудования, вводом дополнительного – дробильно-измельчительного, сортировочного, транспортирующего и т.п. оборудования. Однако во всех технологических схемах обязательным элементом является сушильное устройство, в котором предусматривается подача теплоносителя к движущемуся потоку материала. От выбора типа устройства и эффективности его работы существенно зависят технико-

экономические показатели всей линии. В качестве сушильного устройства используются сушильные барабаны, распылительные, петлевые, вихревые и ряд других типов сушилок. Широкое распространение получили вибротранспортеры горизонтального типа, где на эффективность работы установки существенным образом влияет равномерность заполнения рабочей камеры материалом в процессе его перемещения по газораспределительной решетке [3].

Цель работы. Получение физической картины движения материала в загрузочном тракте и процесс формирования слоя в лотке вибротранспортера.

Материал и результаты исследований. При формировании слоя материала в лотке целесообразно исходить из следующих положений:

- а) ширина потока материала должна равняться ширине лотка вибротранспортера;
- б) поток материала должен быть непрерывным;
- в) высота слоя материала в лотке (толщина потока) должна быть одинаковой по всей длине вибротранспортера.

Процесс формирования слоя материала необходимо рассматривать комплексно, включая в него загрузочный тракт и приёмную секцию вибротранспортёра

На рисунке 1 представлен загрузочный тракт, включающий бункер, питатель, герметизатор, вибротранспортер.

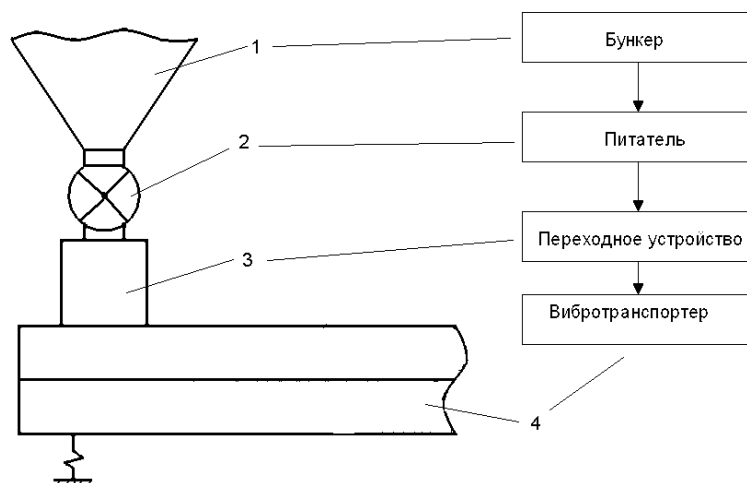


Рисунок 1 - Принципиальная схема загрузочного тракта

Согласно приведенной схеме, равномерный слой материала должен формироваться в питателе (при условии отсутствия зависания в бункере), сохраняться в переходном устройстве и реализовываться на поверхности вибротранспортёра, что связано со значительными трудностями.

Проведенные экспериментальные исследования на лабораторной и опытно-промышленной установке позволили определить физическую картину загрузки материала в вибротранспортёр и формирование слоя материала.

Общепринятая схема загрузки (рисунок 2) через шлюзовый питатель и переходное устройство в виде рукава из жаростойкой ткани приводит к неуправляемому поступлению материала в лоток вибротранспортёра



Рисунок 2 – Загрузочный узел опытно-промышленной установки

Результатом этого является смещение материала по ширине вибротранспортёра (рисунок 3), появление свободных зон для выхода теплоносителя и резкое снижение эффективности сушки.



Рисунок 3 –Рабочая камера вибротранспортёра

Неравномерный характер подачи материала связан также с применением шлюзовых питателей. Проведенная киносъемка показывает различ-

ную ширину потока материала по мере разгрузки сектора питателя. В качестве примера на рисунке 4 приведено начало (рисунок 4а) и окончание разгрузки (рисунок 4б). Начальный момент разгрузки имеет минимальную ширину потока материала. По мере поворота барабана питателя сечение потока увеличивается, достигая максимальной величины к моменту окончания разгрузки.



а) – начало разгрузки

б) – окончание разгрузки

Рисунок 4 – Разгрузка материала в вибротранспортёр

Это приводит к формированию слоя материала (рисунок 5)

Вывод. Проведенные исследования показывают, что получение равномерного слоя материала путём формирования потока в загрузочном тракте маловероятно. Для решения рассматриваемой задачи необходима разработка устройства, расположенного на поверхности загрузочной части вибротранспортёра сушильной установки.



Рисунок 5 - Материал на вибротранспортёре сушильной установке волнообразной конфигурации, высота и ширина слоя по длине вибротранспортера значительно отличается, иногда принимая нулевые значения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Членов В.А. Виброкипящий слой / В.А. Членов, Н.В. Михайлов – М.: Наука, 1972. – 341с.
2. Гончаревич И.Ф. Теория вибрационной техники и технологии /И.Ф. Гончаревич, К.В.Фролов – М.: Наука, 1981. – 320с.
3. Франчук В.П. Особенности работы загрузочной секции вибротранспортёра сушильной установки / В.П. Франчук, В.А. Федоскин, Н.Н. Ерисов, Д.С. Хаддад // Вібрації в техніці та технологіях: Всеукр.наук.-техн. журн. -2008 №2 (51). – С.51-53

УДК 622: 33.003.55

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ГРАФОВ ДЛЯ ВЫБОРА КОМПЛЕКСОВ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А.А. Хорольский¹, В.Г. Гринев², В.Г. Сынков³

¹магистр, аспирант института физики горных процессов национальной академии наук Украины, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: andrey.khorolskiy@mail.ru

²доктор технических наук, профессор, директор института физики горных процессов национальной академии наук Украины, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: grinevv@ukr.net

³доктор технических наук, профессор, заведующий кафедры Электромеханики и автоматизации, Красноармейский индустриальный институт государственного высшего учебного заведения «Донецкий национальный технический университет», г. Красноармейск, Украина, e-mail: vasyn41@mail.ru

Аннотация. На основе большого объема статистических данных работы очистных забоев на шахтах Западного Донбасса предложена методология выбора области рации-



ональной эксплуатации очистного оборудования на основе теории графов. Предложен новый метод выбора очистного оборудования, основанный на сопоставлении эффективных фактических связей с конкретными показателями в очистных забоях угледобывающих предприятий.

Ключевые слова: очистной забой, суточная нагрузка, горно-шахтное оборудование, теория графов.

APPLICATION POSSIBILITY GROUND OF THE CLASSIC GRAPH THEORY AT THE CHOICE OF MINING EQUIPMENT COMPLEXES

Andrey Korolskiy¹, Vladimir Griniyov², Vadim Synkov³

¹postgraduate student of Institute for Physics of Mining Processes the National Academy of Sciences of Ukraine (IPMP the NAS of Ukraine), Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: andrey.khorolskiy@mail.ru.

²Ph.D., Professor, Director of Institute for Physics of Mining Processes the National Academy of Sciences of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: grinevv@ukr.net

³Ph.D., Professor, Chairman of Electromechanics and automatics Department, Krasnoarmeysk Industrial Institute of Donetsk National Technical University (KII DonNTU), Krasnoarmeysk, Ukraine, e-mail: vasyn41@mail.ru.

Abstract. On the basis of study of high-cube of statistical data of work of longwall on the mines of western Donbas methodology of choice of area of teaming-up of mining coal face equipment, which is based on comparison of effective actual connections with concrete indexes in the cleansing coalfaces of mining enterprises is offered.

Keywords: longwall faces, daily production, mining equipment, graph theory.

Введение. В последнее десятилетие в угольной промышленности Украины наметился системный кризис, обусловленный рядом факторов. Наряду с технологическими (падение темпов подготовительных работ, физический износ очистного оборудования, отсутствие механизации вспомогательных операций, экономическими (системное недофинансирование, наличие в структуре глубоко убыточных предприятий, высокая стоимость производственных фондов), управленческими (необоснованная цена на угольную продукцию, отсутствие связи между потребителем и производителем) и другими факторами существует необоснованный выбор очистного оборудования, несоответствие техники условиям эксплуатации.

Как показало исследование [1] между годовой мощностью и себестоимостью есть корреляционная связь: с ростом годовой проектной мощности себестоимость продукции снижается; при достижении годовой добычи свыше 600 тыс.т шахта выходит на самоокупаемость; при годовой производительности менее 300 тыс.т наблюдается резкое повышение себестои-

мости тонны продукции (1800 грн/т – при годовой мощности 100 тыс.т/год, 1200 грн./т – при годовых объемах добычи – 200 тыс.т/год).

Несмотря на потребности государства в энергетическом и коксующемся угле ежегодно наблюдается сокращение темпов добычи. В последнее десятилетие доля государственных предприятий в общем объеме добычи сократилась с 70% до 20%.

По данным института экономики промышленности [2] государственные предприятия осваивают производственные мощности только на 59,5%; среднегодовая добыча на шахтах мощностью менее 0,6 млн т составила 284 тыс. т/год - это нижняя граница при которой наблюдается неконтролируемое сворачивание производственных показателей; среднегодовая добыча на шахтах с проектной мощностью более 0,6 млн т в два раза меньше чем у шахт частной собственности.

Предпринятая в 2005-2009 гг. попытка технического перевооружения угольных шахт не увенчалась успехом. С 2004 по 2008 год современным оборудованием было укомплектовано около 60 очистных забоев. В тоже время, статистические исследования, проведенные Институтом экономики промышленности НАН Украины, показали невысокую эффективность такой модернизации [3]. В настоящее время при низкой отдаче весьма дорогостоящего горно-шахтного оборудования такая механизация привела к повышению убыточности угледобычи из-за скачка в повышении себестоимости. Помимо этого, современные очистные механизированные комплексы способны функционировать только при благоприятных горно-геологических условиях (мощность пласта более 1,2м, угол залегания менее 18 градусов), однако только 95 млн т. угля приходится на пласты с благоприятными условиями залегания [4]; при существующих темпах добычи данных запасов не хватит и на 10 лет, поэтому модернизация шахтного фонда не является единственным решением. Необходимо усовершенствовать технологию добычи угля путем рационального выбора уже имеющегося оборудования применительно к условиям эксплуатации [5].

Применение существующих методик выбора горного оборудования [6-9] не всегда позволяет правильно укомплектовать очистной забой. Условно методики можно разделить на 2 типа. В первом случае определяется рациональный режим работы очистного комбайна (зачастую скорость выемки), затем производится выбор механизированной крепи и конвейера [6-8]. Во втором случае оборудование подбирается в соответствии с условиями эксплуатации [9].

Цель работы - оптимизировать технологические параметры эксплуатации угольных месторождений Западного Донбасса. Идея работы состоит в решении задачи выбора рациональных комплектаций очистного оборудо-



дования на основе классических алгоритмов оптимизации: сетевых моделей и графов. Для решения поставленной задачи была проанализирована существующая структура горно-шахтного оборудования, которое эксплуатируется в очистных забоях Западного Донбасса.

Материал и результаты исследований. В качестве объекта исследования была рассмотрена работа комплексных механизированных забоев Западного Донбасса. Трудность состоит в том, что номенклатура горно-шахтного оборудования достаточно разнообразна; так в 2010 году в 53 очистных забоях эксплуатировалось 11 типов механизированных крепей, 15 типов комбайнов, 13 типоразмеров конвейеров.

В статье был проведен анализ работы угледобывающих предприятий Западного Донбасса, обработаны статистические данные за 2010г (по данным Донецкой областной государственной администрации), предложена методология решения задачи. Применение фактических данных по работе лав, оснащенных комплексами горно-шахтного оборудования, являются материалом для экспертизы эффективной работы их различных вариантов и разработки рекомендаций по рациональной области применения конкретного оборудования [10].

Нами было установлено, что рациональная эксплуатация горно-шахтного оборудования в большой степени зависит от качественного взаимодействия отдельных элементов очистного оборудования и его полного соответствия конкретным горно-геологическим условиям залегания угольных пластов. Применение фактических данных по работе лав, оснащенных комплексами горно-шахтного оборудования, являются материалом для экспертизы эффективной работы их различных вариантов и разработки рекомендаций по рациональной области применения конкретного оборудования [10].

На основе статистических данных были построены альтернативные графы. Анализ цепочек альтернативного графа позволил определить наиболее рациональные комплектации очистного оборудования. В качестве примера приведен альтернативный граф для наиболее популярного механизированного комплекса КД80 (рис.1).

Аналогично были построены альтернативные графы для комплексов 1КД90, ДМ, ЗКД90Т.

Последовательный анализ маршрутов альтернативного графа позволил установить, что максимальная суточная производительность комплекса КД80 была достигнута при взаимодействии с комбайном КА80 и конвейером СПЦ26 (шахта «Терновская»). В тоже время производительность комплекса при применении конвейера СПЦ 26 совместно с комбайном УКД 200 составила менее 500т/сут.



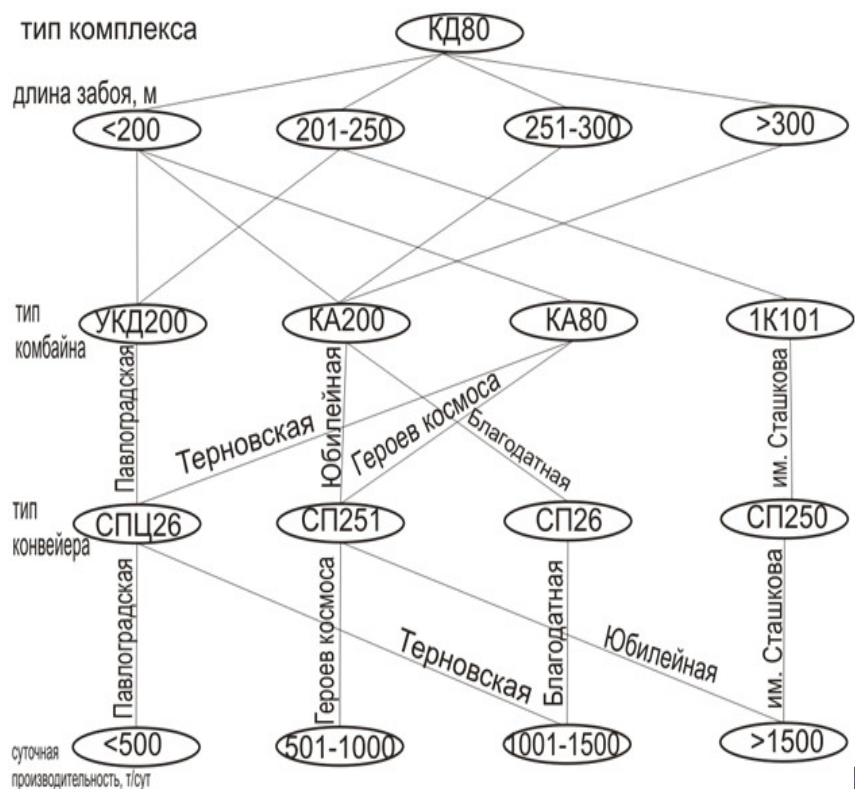


Рисунок 1 – Альтернативный граф комплекса КД80

Применение универсальных альтернативных графов позволило систематизировать и обобщить данные по эффективности механизированных комплексов на шахтах Западного Донбасса (рис.2).

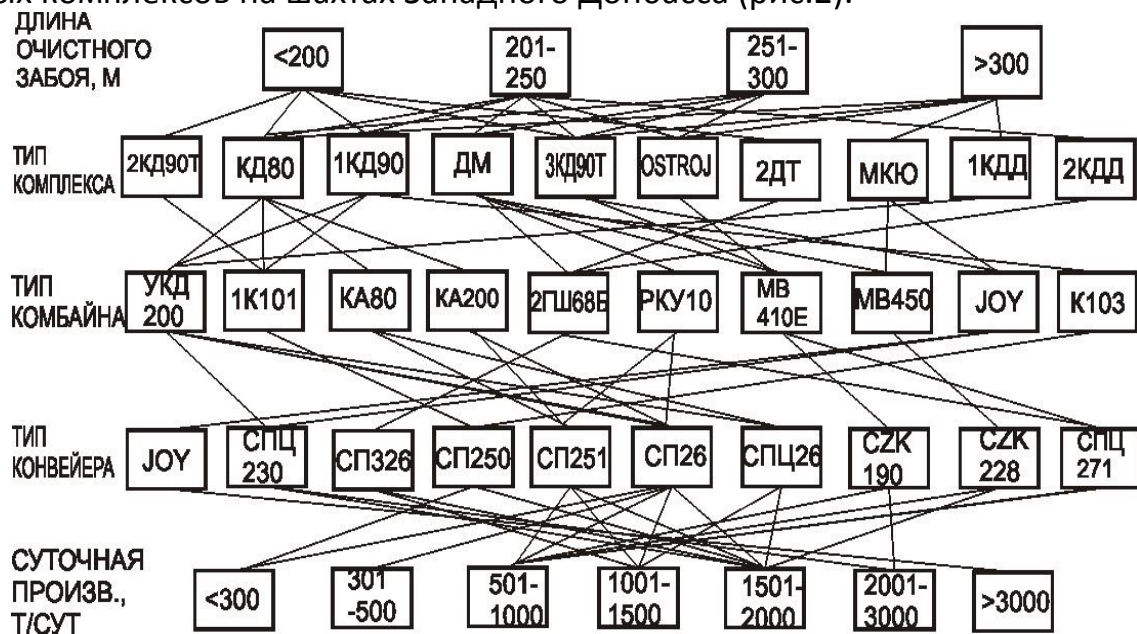


Рисунок 2 – Универсальный альтернативный граф фактических взаимосвязей крепь-комбайн – конвейер на шахтах Западного Донбасса

На основе анализа универсального альтернативного графа можно построить граф предельных (маргинальных) вариантов оценки эффективности технологических цепочек (рис.3).

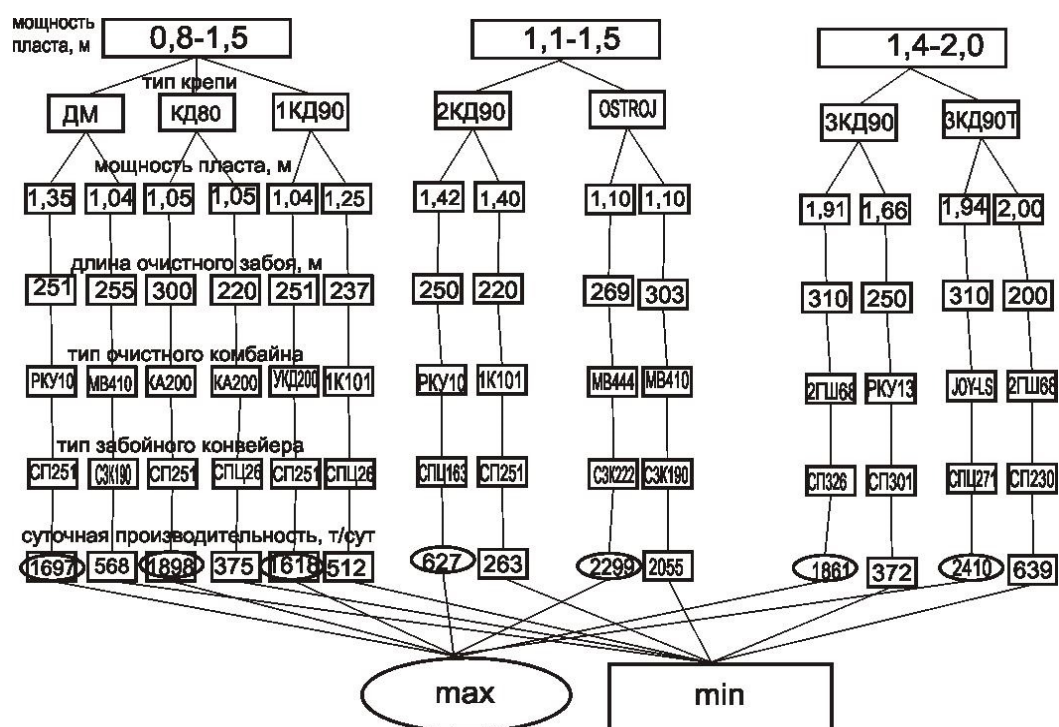


Рисунок 3 – Граф предельных (маргинальных) вариантов эффективности комплектации очистных забоев

На основе анализа универсального графа и графа маргинальных вариантов можно установить рациональные комплектации очистного оборудования в составе механизированного комплекса (таб.1).

Таблица 1 – Рациональные комплектации очистного оборудования для комплексов 1KD90, KD80, ДМ, 3KD90Т

Тип комплекса	Тип очистного комбайна	Тип забойного конвейера	Мощность пласта, м	Длина очистного забоя, м
KD80	KA200	СП251	1,05	300
	KA80	СП251	1,05	275
1KD90	УКД200	СП251	1,08	237
ДМ	РКУ10	СП251	1,34	224
	УКД200	СП326	1,25	261
3KD90Т	2ГШ68Б	СП326	1,75	214

Однако рациональных комплектаций несколько больше. Для систематизации полученных результатов был построен граф альтернативных технологических цепочек для различных диапазонов по мощности пласта (рис. 4).

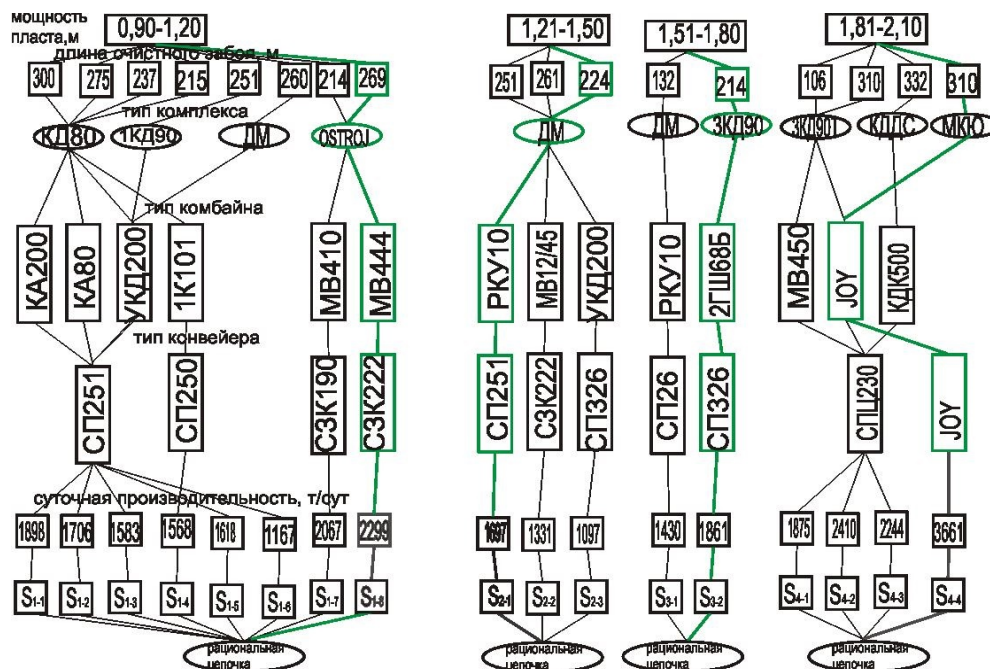


Рисунок 4 – Граф альтернативных технологических цепочек

Полученный граф может быть в дальнейшем использован в качестве рекомендации при проектировании выемочного участка. Дальнейшие исследования следует направить на формализацию графовых моделей и установление соответствующих алгоритмов оптимизации.

Выводы. Рассмотрена фактическая структура технологических цепочек «крепь-комбайн-конвейер». Применение альтернативных графов позволило определить наиболее рациональные комплектации очистного оборудования для шахт Западного Донбасса. Для различных диапазонов мощности пласта построен граф альтернативных технологических цепочек, который может быть использован в качестве рекомендации на стадии проектирования выемочного участка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яценко Ю.П. Достижение экономических пропорций расширенного воспроизводства на действующих шахтах Донбасса/ Ю.П. Яценко// Уголь Украины. — 2011 — №9.—6–11.
2. Петенко И.В. Проблемы рентабельности угольной продукции/ И.В. Петенко, С.С. Майдукова// Уголь Украины. — 2014. — №10. — С.18–27.



3. Гринев В.Г. Технологические аспекты физики горных процессов/ В.Г. Гринев, А.И. Деуленко, П.П. Николаев, П.В. Череповский. // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. — 2013. — № 13, ч. 1. — С. 197-208.
4. Череватский Д.Ю. Промышленная политика для угольной промышленности/ Д.Ю. Череватский// Экономика промышленности. — 2012.—№1,2.—С.36–49.
5. Хорольский А.А. Рациональный выбор состава механизированных комплексов в условиях эксплуатации забоев Донбасса/ Хорольский А.А., Гринев В.Г., Сынков В.Г.// Материалы международной конференции «Форум горняков – 2015», 30 сентября – 3 октября 2015г., Днепропетровск. – Д.: Национальный горный университет, Т1 — С58–68.
6. КД12.10.040-99. Изделия угольного машиностроения. Комбайны очистные. Методика выбора параметров и расчета сил резания и подачи на исполнительных органах (взамен ОСТ12.44.258-84). Введен с 01.01.2000.- Донецк: Минуглепром Украины, 1999.—75с.
7. Хорин В.Н., Верклов Б.А., Иркиевский В.Д. К вопросу определения производительности выемочных машин и комплексов оборудования очистных забоев. —Уголь, 1973, 12, с. 4—8.
8. Плотников В.П. Вывод формулы для расчета производительности очистных комбайнов со шнековыми, барабанными или корончатым исполнительным органом.//Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал).—2010.—№9.—С48–51.
9. Бурчаков А.С. Технология и механизация подземной разработки пластовых месторождений / А.С. Бурчаков, Ю.А. Жежелевский, С.А. Ярунин. — М.: Недра, 1989.— 431 с.
10. Гринев В.Г. Приложение теории графов для эффективного выбора очистного оборудования на шахтах Донбасса / В.Г. Гринев, П.П. Николаев // Физико-технические проблемы горного производства. — Донецк. — 2011. — №14. — С 166 — 172.

УДК 622.271.1:236.73

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МИКРОДЕЗИНТЕГРАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОМПЛЕКСНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РУДНО-РОССЫПНОГО ТИПА

Н.П. Хрунина

кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем освоения россыпных месторождений, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск, Россия, e-mail: npetx@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены результаты энергодисперсионного микроанализа и акустических свойств глинистых пород, отобранных на участках комплексного месторождения Фадеевского рудно-россыпного узла Приморского края. Отмечается, что углубление теоретических и экспериментальных исследований гидроактивации песков, инициирующих кавитационные эффекты, позволит решить важную проблему дезинтеграции золотосодержащих глинистых песков рудно-россыпного типа.



Ключевые слова: дезинтеграция, акустические свойства, микроанализ, эффективная сжимаемость, фильтрация, кавитационные эффекты.

PROCESS IMPROVEMENT MICRODISINTEGRATION WHEN DEVELOPING PLACER DEPOSITS OF PRIMORSKY KRAI

N.P. Khrunina

Ph.D., researcher at the laboratory of placer deposits Federal State budgetary institution of Science Mining Institute of Far Eastern branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia, e-mail: npetx@mail.ru

Abstract. The results of energy dispersive microanalysis and acoustic properties of clayey rocks, selected sites integrated deposits Fadeevskij ore-placer site Primorsky Krai. It is noted that the deepening of theoretical and experimental research gidroaktivaci sands, initiate cavitation effects, will solve a major problem the disintegration of the gold-bearing clay sands ore-placer type.

Keywords: *disintegration, acoustic properties, microanalysis, эффективная compressibility, filtering, cavitation effects.*

Введение. На территории Дальневосточного федерального округа учтено 3770 месторождений золота, из которых 129 рудных, в том числе 14 комплексных, и 3641 россыпных [1]. В последние годы на территории Приморского края выявлено несколько десятков золотых, золотосеребряных и серебряных месторождений и проявлений. Наиболее значительные из них Глухое, Кумирное, Малиновское, Майское, Приморское, Салют, Крестовское, Милоградовское, Силанское, Союзное, Таежное, Ягодное и др. Коренные комплексные месторождения содержат золото, г/т: Приморское — 11,49; Прогресс — 6,19; Восток-2 — 1,4; Силанское — 0,98; Таежное — 0,63. Всего по краю балансовые и забалансовые запасы коренного золота оцениваются примерно в 7,2 т, россыпного — около 13,8 т. известно более 80 россыпей золота [2]. Исследованиями аллювиальной россыпи Приморья, локализованной в долинах р. Малая Нестеровка и ее притоков Поперечного и Пospelихи, установлено, что пески относятся к среднепромывистым, с преобладанием плохо дезинтегрируемой плотной глины. Пески россыпи представляют собой гетерогенную систему с морфологическим генезисом рудного и россыпного проявления. Концентрат, полученный на приборе Аляска-35, представляет собой единый темно-серый шлик, в котором присутствует мелкое и весьма мелкое золото до 85 % [3]. Качественная работа оборудования, используемого в производственных условиях технологических операций на месторождениях данного типа, осложняется присутствием мелкодисперсных глинистых частиц и вязкой глини-

стой составляющей в суспензии. Происходят существенные потери мелких и тонких частиц ценных компонентов [1, 4-6].

Направленное изменение состояния перерабатываемых глинистых песков золотоносных россыпей тесно связано с процессами водонасыщения и дезинтеграции.

Цель работы. Осуществление энергодисперсионного микроанализа образцов пород, отобранных на участках комплексного месторождения Фадеевского рудно-россыпного узла, а также акустических свойств вмещающих пород для обоснования рекомендаций по дезинтеграции песков.

Результаты исследований. С помощью сканирующего электронного микроскопа JEOL JCM-6000 PLUS NEOSCOPE осуществлен энергодисперсионный микроанализ образцов пород, отобранных на участках исследуемого рудно-россыпного месторождения, рис. 1-2.

Кроме золота, серебра и платины в пробах обнаружены микроэлементы осмия, диспрозия, тербия, гадолиния, европия, самария, неодима, церия, лантана и других элементов.

Установление экспериментальным путем значений плотности, естественной влажности, скорости прохождения ультразвукового импульса в продольной волне в образцах позволило расчетным путем определить эффективную сжимаемость твердого, равновесную эквивалентную плотность ρ при водонасыщении до 30 % и скорость продольных ультразвуковых волн V при равновесной эквивалентной плотности, модуль сдвига μ , модуль продольного растяжения E , как при естественной влажности, так и при влажности по массе равной 30%.

Полученные значения эффективной сжимаемости скелета конгломератов варьируют от $0,256 \cdot 10^{-9}$ до $2,962 \cdot 10^{-9}$ м·с²/кг, изменяясь от очень низкой до высокой величины. Поэтому фильтрация воды на некоторых участках не только в статических, но и в динамических условиях, будет проходить не достаточно активно.

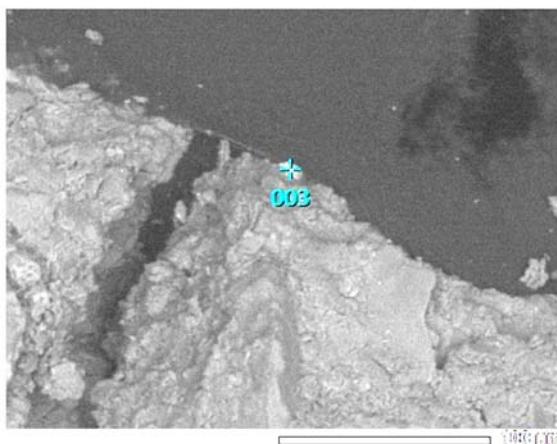
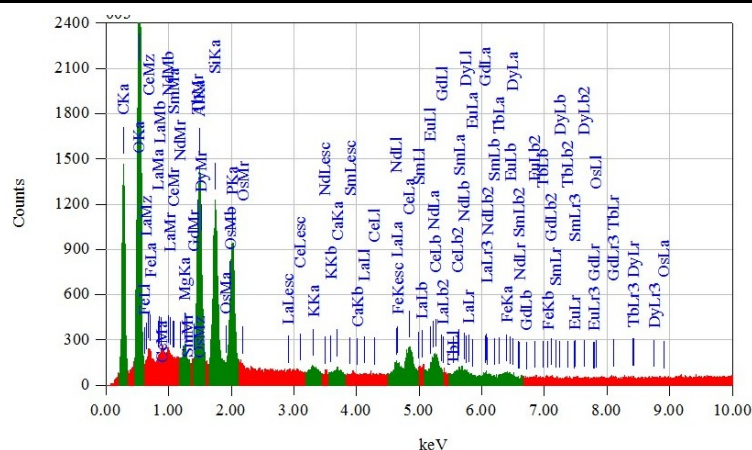


Рис. 1. – Фотография исследуемой пробы 2-3



ZAF Method Standardless Quantitative Analysis
Fitting Coefficient : 0.0193

Element	(keV)	Mass%	Sigma	Atom%
C K	0.277	29.99	0.15	44.40
O K	0.525	40.57	0.22	45.08
Mg K*	1.253	0.51	0.03	0.37
Al K	1.486	4.73	0.06	3.12
Si K	1.739	3.84	0.05	2.43
P K	2.013	3.81	0.05	2.19
K K*	3.312	0.30	0.02	0.14
Ca K*	3.690	0.25	0.03	0.11
Fe K*	6.398	0.93	0.08	0.30
La L*	4.648	2.92	0.11	0.37
Ce L*	4.837	6.38	0.15	0.81
Nd L*	5.227	3.41	0.15	0.42
Sm L*	5.632	0.33	0.12	0.04
Eu L*	5.842	0.25	0.12	0.03
Gd L*	6.053	0.50	0.12	0.06
Tb L*	6.269	0.51	0.15	0.06
Dy L*	6.491	0.37	0.15	0.04
Os M*	1.914	0.41	0.13	0.04
Total		100.00		100.00

Рис. 2. – Спектрограмма микроэлементов и карта химического состава исследуемой поверхности образца 2-3

Законы изменения давления воды базируются на теории фильтрационного движения жидкости, в основе которых лежит закон Дарси. При больших скоростях фильтрации, когда заметно влияние инерционных и пульсационных сил в качестве закона фильтрации используют зависимость вида [7]

$$\frac{\partial H}{\partial l} = -\frac{V}{k}(1 + aV),$$

где H - гидростатический напор; k - коэффициент фильтрации; a - коэффициент.

В глинистых породах может проявляться нижний предел применимости закона Дарси. Физические особенности связанной воды, наличие сверхкапиллярных пор обуславливает неподвижность воды до достижения градиента напора некоторой начальной величины l_0 . Скорость фильтрации определится зависимостью [7]

$$V = -k\left(\frac{\partial H}{\partial l} - I_0\right) \text{ при } \frac{\partial H}{\partial l} > I_0, V = 0 \text{ при } \frac{\partial H}{\partial l} \leq I_0.$$

Коэффициент фильтрации зависит от пористости, удельной поверхности, состава пор, относительной влажности и эффективной сжимаемости песков с учетом водонасыщения. Известные теоретические обоснования *дезинтеграции высокоглинистых песков не дают однозначного* представления о возникающих процессах кавитации, струйных и вихревых течениях в многокомпонентных средах при гидродинамических воздействиях, инициируемых различными источниками влияния.

Из всей выборки исследуемых образцов доля максимальных значений модуля сдвига превышает минимальные. В таком же соотношении изменяется величина волнового сопротивления песков. Учитывая акустические характеристики песков, следует отметить, что полное разрушение жестких структурных связей на микроуровне известными методами будет затруднено.

Для исследуемых глинистых песков комплексного месторождения Фадеевского рудно-россыпного узла требуется значительное увеличение интенсивности упругих колебаний при переработке, активизирующей микродезинтеграцию песков на нужном уровне для извлечения мелких и тонких частиц ценных компонентов. Учитывая данные обстоятельства, в ИГД ДВО РАН разработаны способы и установки, моделирующие процессы [8-14] эффективной активации механического и гидроакустического типа, способствующей дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси. В способе струйно-акустической дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси используется скоростная подача струи в гидродинамический генератор [14]. Обработка материала осуществляется в условиях активных гидродинамических воздействий посредством влияния, размещенных внутри корпуса соосно и последовательно соединенных стационарных кавитационных элементов. Глубокую дезинтеграцию минеральной составляющей гидросмеси до микроуровня осуществляют посредством преобразования кинетической энергии потока жидкости в энергию акустических колебаний. На входе генератора высокоскоростная струя формирует посредством отражательной сферической поверхности скачок уплотнения и торроидальную кавитационную зону с усилением осцилляции скачка и возникновением полей первичной гидродинамической и вторичной акустической кавитации в гидросмеси. Данный способ дезинтеграции высокоглинистых золотоносных россыпей в условиях резонансных акустических явлений струйного типа повысит технологический уровень добычи полезного ископаемого, снизит потери ценного компонента, уменьшит энергозатраты, улучшит эксплуатационные показатели по обслуживанию ком-

плекса, повысит рентабельность производства и экологическую безопасность.

Вывод. Участки высокоглинистых песков комплексного месторождения Фадеевского рудно-россыпного узла с высокими прочностными характеристиками, которые предопределяются низкими значениями эффективной сжимаемости при слабо отличающейся влажности, потребуют создания более совершенных методов воздействия на пески в процессах переработки. Развитие исследований по созданию таких систем позволит приблизить решение важной проблемы глубокой дезинтеграции высокоглинистых золотосодержащих песков россыпей для извлечения мелких и тонких частиц ценных компонентов микронного уровня без потерь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новые аспекты научных основ ультразвуковой дезинтеграции высокоглинистых золотосодержащих песков россыпей Приамурья /Н. П. Хрунина, Ю.А. Мамаев, А.М. Пуляевский, О.В. Стратечук; под ред. А. М. Пуляевского. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2011. 167 с. ISBN 978-5-7389-1030-2.
2. Архипов Г.И. Минеральные ресурсы Приморского края: состояние и перспективы. ГИАБ, 2010. ОВ №4. С. 464-475.
3. Банщикова Т.С., Сас П.П. Проблемы освоения россыпного золота на месторождении Фадеевского рудно-россыпного узла (Приморский край) //Золото и технологии. 2015, № 4, с. 76-78.
4. Хрунина Н.П., Чебан А.Ю. Оценка влияния водонасыщения на дезинтеграцию высокоглинистых песков при разработке россыпей благородных металлов //Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2015. №4. С. 50–55.
5. Хрунина Н.П., Чебан А.Ю. Концептуальный подход к теоретическому обоснованию гидродинамической дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси на примере предлагаемой установки. Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта. Украина, Днепродзержинск. 2015. № 1 (2). С. 49-56.
6. Мамаев Ю.А., Хрунина Н.П. [Определение оптимальных параметров ультразвукового излучения при воздействии на краевые зоны золотосодержащих песков россыпей /Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2008. № 6. С. 71-74.](#)
7. Подольский В.А. Метод конечных элементов в гидрогеомеханике горного производства / ФГБОУ ВПО РХТУ им. Д.И. Менделеева, Новомосковский институт (филиал), Новомосковск, 2012.-120 с. ISBN 978-5-7237-0798-6.
8. Патент 2209678 РФ. Геотехнологический комплекс с многоступенчатой дезинтеграцией / Хрунина Н.П., Мамаев Ю.А., Стратечук О.В., Молоднякова Е.К. //опубл. 10.08.2003, Бюл. № 22.
9. Патент 2206403 РФ. [Геотехнологический комплекс с многоступенчатой дезинтеграцией](#) / Хрунина Н.П. // опубл. 20.06.2003, Бюл. № 17.

10. Патент 2204441 РФ. [Перерабатывающий геотехнологический комплекс](#) / Хрунина Н.П., Мамаев Ю.А. // опубл. 20.05.2003, Бюл. № 14.
11. Патент 2187373 РФ. [Многоуровневая установка для извлечения ценных минералов](#) /Хрунина Н.П., Мамаев Ю.А., Стратечук О.В., Хрунин Т.О. // опубл. 20.08.2002, Бюл. № 23.
12. Патент 2209974 РФ. [Геотехнологический комплекс с многоступенчатой дезинтеграцией](#)/ Хрунина Н.П., Мамаев Ю.А. // опубл. 10.08.2003, Бюл. № 22.
13. Патент 2506128 РФ. Способ дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси в условиях резонансных акустических явлений в гидропотоке и геотехнологический комплекс для его осуществления/ Хрунина Н.П. // опубл. 10.02.2014, Бюл. № 4.
14. Пат. 2506127 РФ. Способ струйно-акустической дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси и гидродинамический генератор акустических колебаний / Хрунина Н.П. // опубл. 10.02.2014, Бюл. № 4.

УДК 622.271.1:236.73

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МИКРОДЕЗИНТЕГРАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Н.П. Хрунина¹, А.Ю. Чебан²

¹кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем освоения россыпных месторождений, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск, Россия, e-mail: npetx@mail.ru

²кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории освоения рудных и нерудных месторождений открытым способом, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск, Россия, e-mail: chebanay@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены структурно-механические, акустические свойства вмещающих пород для обоснования рекомендаций по дезинтеграции песков россыпного месторождения золота и редких металлов. Отмечается, что углубление теоретических и экспериментальных исследований в области влияния физико-механических процессов, инициирующих кавитационные эффекты, позволит решить важную проблему дезинтеграции золотосодержащих песков.

Ключевые слова: дезинтеграция, акустические свойства, волновое сопротивление, модуль сдвига, кавитация.

PROCESS IMPROVEMENT MICRODISINTEGRATION WHEN DEVELOPING PLACER DEPOSITS OF PRIMORSKY KRAI

N.P. Khrunina¹, A.Yu. Cheban²

¹Ph.D., researcher at the laboratory of placer deposits Federal State budgetary institution of Science Mining Institute of Far Eastern branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia, e-mail: npetx@mail.ru



²Ph.D., researcher at the laboratory of ore and non-ore deposits in the open way Federal State budgetary institution of Science Mining Institute of Far Eastern branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia, e-mail: chebanay@mail.ru

Annotation. Considered structurally-mechanical, acoustic properties enclosing rocks to justify recommendations on the disintegration of sand placer deposits of gold and rare metals. It is noted that the deepening of theoretical and experimental researches in the area of influence of physical and mechanical processes, initiate cavitation effects, will solve the important problem of the disintegration of the gold-bearing sands.

Keywords: *disintegration, acoustic properties, wave impedance, shear modulus, cavitation.*

Введение. На территории Приморского края выявлено несколько десятков золотых, золотосеребряных и серебряных месторождений и проявлений. Известно более 80 россыпей золота [1]. В большинстве своем пески россыпей представляют собой гетерогенные системы со сложной структурой, важной особенностью которой является присутствие мелкодисперсных глинистых частиц в трех состояниях: твердом, сцементированном между собой и породными минералами; влажном, с включением не разрушенных элементов и вязкой глинистой массы в суспензии. Трансформация продуктивной породной массы методом объемного разрушения в массиве - достаточно трудоемкая операция, недостатки которой связаны с низкой скоростью протекания процессов диффузии в глинистых песках и слабым эффектом разрушения при механическом и гидродинамическом воздействии [2].

Исследование функциональных особенностей оборудования, используемого в производственных условиях технологических операций [2-5], позволяет констатировать, что в технологических процессах глинистые пески не подвергаются достаточной дезинтеграции.

Физико-механические изменения перерабатываемых глинистых песков золотоносных россыпей тесно связаны с процессами суффозии, фильтрационно-дренажного водопоглощения, структурной перестройки в водной среде. Развитие данных методов может идти по пути изучения вопросов, связанных с изменением физико-механических характеристик песков при водонасыщении.

Цель работы. Исследование структурно-механических, акустических свойств вмещающих пород для обоснования рекомендаций по дезинтеграции песков одного из высокоглинистых россыпных месторождений Приморского края.

Результаты исследований. Гранулометрический анализ песков месторождения выполнен ситовым способом. Масса фракций + 2; -2 + 1; -1 +

0,5; - 0,5 мм определялась на лабораторных электронных весах OHAUS Scout Pro SPU202 с систематической погрешностью $\pm 0,001$ г. Средний вес выборки образцов составлял 308 г. Полученные результаты исследований гранулометрического состава песков показали во всех пробах повышенное содержание фракций размером менее 0,5 мм. Содержание фракций менее 0,5 мм составило от 79 до 84 % от общей массы образцов. Дисперсность фракции менее 0,5 мм определялась с помощью спектра Фурье в среде минеральной гидросмеси посредством лазерного дифракционного микроанализатора - Laser Particle Sizer "Analysette 22", работающего на основе сходящегося лазерного луча, использующего физический принцип рассеяния электромагнитных волн для определения распределения частиц по размерам. Всего выполнено три измерения из трех выборок. Гистограмма распределения дисперсности частиц одной из выборок с повышенным минимальным размером частиц представлена на рисунке 1. Максимальный размер частиц из трех выборок составил 28,348 мкм, при этом 60 % - это частицы размером менее 6,468 мкм и 30 % - частицы размером менее 2,36 мкм.

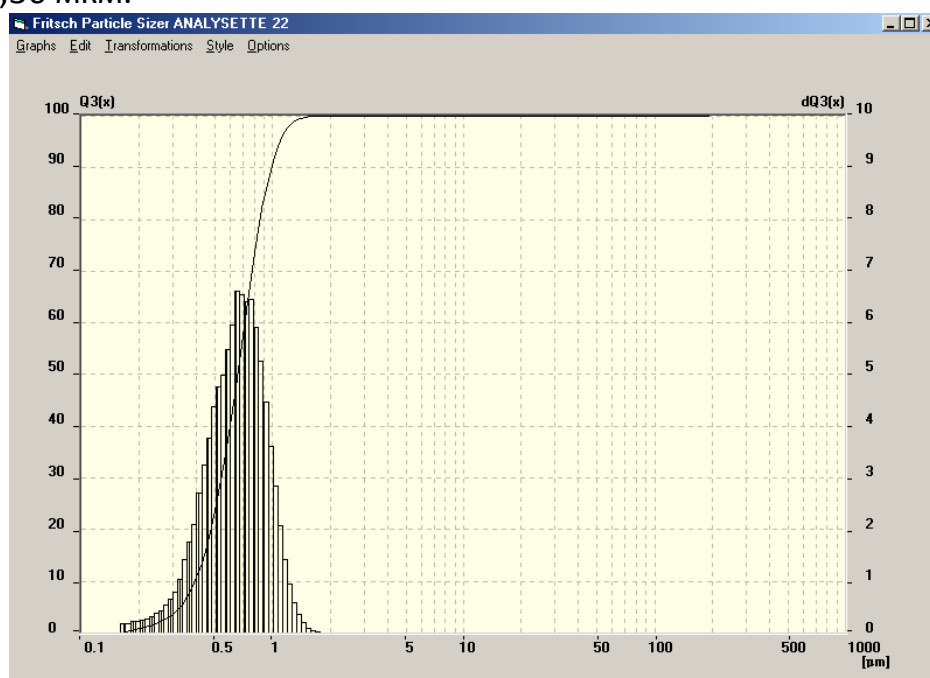


Рис. 1. – Гистограмма распределения дисперсности частиц по размерам, содержание частиц диаметром: менее 1,301 мкм – 99%; менее 0,715 мкм - 60 %; менее 0,535 мкм – 30 %

Спектрометрический анализ, выполненный на рентгенофлуоресцентном спектрометре Mobilab X-50, показал преобладание по массе соединений железа, калия, кальция, титана, бария, циркония, хрома, стронция, меди, цинка, рубидия, вольфрама и других элементов.

Фазовый анализ проб исследуемого месторождения изучался с помощью дифрактометра ДРОН-7. Особое значение приобретает наличие в пробах минерала нонтронита из группы монтмориллонита - вермикулита, которые относятся к трудноразрушаемым глинистым минералам.

Известные теоретические обоснования *дезинтеграции высокоглинистых песков* дают только приблизительные представления о возникающих процессах кавитации, струйных и вихревых течениях в многокомпонентных средах при гидродинамических воздействиях, инициируемых различными источниками влияния.

Для теоретического обоснования дезинтеграции минеральной составляющей гидросмесей, в условиях кавитационного процесса, определено волновое акустическое сопротивление $\zeta = \rho \cdot V_p$ (где ρ - равновесная эквивалентная плотность песков с естественной влажностью, определенная экспериментальным путем, а V_p – установленная экспериментальным путем скорость прохождения ультразвукового импульса в продольной волне в образцах с естественной влажностью) и модуль сдвига μ исследуемых песков с естественной влажностью. Из всей выборки образцов доля максимальных значений модуля сдвига превышает минимальные. В таком же соотношении изменяется величина волнового сопротивления песков. Учитывая акустические характеристики песков, следует отметить, что полное разрушение жестких структурных связей известными методами будет затруднено.

Для исследуемого участка требуется значительное увеличение интенсивности упругих колебаний при водонасыщении и последующей микродезинтеграции песков. Учитывая данные обстоятельства, для решения проблемы микродезинтеграции и последующего извлечения мелкого и тонкого золота в ИГД ДВО РАН разработаны системы, моделирующие процессы [6-12] многоступенчатой струйно-акустической дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси.

Вывод. Для оценки и прогнозирования процессов микродезинтеграции высокоглинистых песков с преимущественно мелким и тонким золотом в условиях резонансных акустических явлений в гидротоке перво-степенное значение приобретает исследование структурно-механических, физико-механических, в том числе акустических свойств песков природных и техногенных объектов месторождений благородных металлов.

Продолжение и углубление теоретических и экспериментальных исследований в области влияния гидродинамических процессов, инициирующих кавитационные эффекты, позволит решить важную проблему эффективной дезинтеграции высокоглинистых песков, содержащих благородные и редкие металлы. Ограничение использования химических реагентов при

этом повысит экологическую безопасность региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архипов Г.И. Минеральные ресурсы Приморского края: состояние и перспективы. ГИАБ, 2010. ОВ №4. С. 464-475.
2. Новые аспекты научных основ ультразвуковой дезинтеграции высокоглинистых золотосодержащих песков россыпей Приамурья/Н. П. Хрунина, Ю.А. Мамаев, А.М. Пуляевский, О.В. Стратечук; под ред. А. М. Пуляевского. Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2011. 167 с. ISBN 978-5-7389-1030-2.
3. Кисляков В.Е., Никитин А.В. [Подготовка глинистых песков россыпных месторождений к дезинтеграции управляемым водонасыщением](#)/ Горный журнал. 2010. № 2. С. 28-30.
4. Хрунина Н.П., Чебан А.Ю. Оценка влияния водонасыщения на дезинтеграцию высокоглинистых песков при разработке россыпей благородных металлов//Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2015. №4. С. 50–55.
5. Хрунина Н.П., Чебан А.Ю. Концептуальный подход к теоретическому обоснованию гидродинамической дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси на примере предлагаемой установки. Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта. Украина, Днепр-петровск. 2015. № 1 (2). С. 49-56.
6. Мамаев Ю.А., Хрунина Н.П. [Определение оптимальных параметров ультразвукового излучения при воздействии на краевые зоны золотосодержащих песков россыпей](#) /Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2008. № 6. С. 71-74.
7. Патент 2264869 РФ. Способ направленного изменения свойств горной породы посредством СВЧ-термомеханического, ультразвукового и гравитационно-аэродинамического воздействий/ Хрунина Н.П., Стратечук О.В. и др.//опубл. 7.11.2005, Бюл. № 33.
8. Патент 2209678 РФ. Геотехнологический комплекс с многоступенчатой дезинтеграцией / Хрунина Н.П., Мамаев Ю.А., Стратечук О.В., Молоднякова Е.К. //опубл. 10.08.2003, Бюл. № 22.
9. Патент 2276727 РФ. Способ управления процессом трансформации золотосодержащей породы / Хрунина Н.П., Мамаев Ю.А. //опубл. 20.05.2006, Бюл. №14.
10. Патент 2206403 РФ. [Геотехнологический комплекс с многоступенчатой дезинтеграцией](#) / Хрунина Н.П. // опубл. 20.06.2003, Бюл. № 17.
11. Патент 2204441 РФ. [Перерабатывающий геотехнологический комплекс](#) / Хрунина Н.П., Мамаев Ю.А. // опубл. 20.05.2003, Бюл. № 14.
12. Патент 2187373 РФ. [Многоуровневая установка для извлечения ценных минералов](#) /Хрунина Н.П., Мамаев Ю.А., Стратечук О.В., Хрунин Т.О. // опубл. 20.08.2002, Бюл. № 23.
13. Патент 2209974 РФ. [Геотехнологический комплекс с многоступенчатой дезинтеграцией](#)/ Хрунина Н.П., Мамаев Ю.А. // опубл. 10.08.2003, Бюл. № 22.
14. Патент 2506128 РФ. Способ дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси в условиях резонансных акустических явлений в гидротоке и геотехнологический комплекс для его осуществления/ Хрунина Н.П. // опубл. 10.02.2014, Бюл. № 4.

УДК 622.271

ОСВОЕНИЕ РУСЛОВЫХ ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИАМУРЬЯ

А.Ю. Чебан

кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории освоения рудных и нерудных месторождений открытым способом, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск, Россия, e-mail: chebanay@mail.ru

Аннотация. В Хабаровском крае и Амурской области разрабатываются крупные русловые месторождения кварцевого песка и песчано-гравийной смеси. Благодаря низкой себестоимости разработки и удобному расположению месторождений, в Приамурье большая часть песка и песчано-гравийной смеси добывается из обводненных месторождений с помощью средств гидромеханизации. Основными техническими средствами, задействованными при разработке русловых месторождений, являются гидравлические земснаряды.

Ключевые слова: песок, гравий, земснаряд, производительность, баржа, плавкран, перегружатель, транспортировка.

DEVELOPMENT OF CHANNEL SAND AND GRAVEL DEPOSITS THE AMUR REGION

A.Yu. Cheban

Ph.D., researcher at the laboratory of ore and non-ore deposits in the open way Federal State budgetary institution of Science Mining Institute of Far Eastern branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia, e-mail: chebanay@mail.ru

Abstract. In the Khabarovsk Territory and the Amur Region developed large river bed deposits of quartz sand and sand and gravel. Due to the low cost of development and the convenient location of deposits in the Amur region most of the sand and sand and gravel extracted from the flooded fields using jetting equipment. The main technical means involved in the development of fluvial deposits are hydraulic dredgers.

Keywords: sand, gravel, dredge, performance, barge, floating crane, loader, transport.

Введение. В промышленно развитых странах объемы подводной добычи строительных горных пород весьма значительны, так в Японии на шельфовых месторождениях ежегодно добывается свыше 1 млрд. т песка и гравия, данные материалы применяются как для строительства, так и для намыва прибрежных территорий. Крупные объемы подводной добычи строительных горных пород осуществляются в США, России, Великобритании, Австралии и других странах [1-2]. С использованием средств гидrome-

ханизации добываются такие строительные горные породы как песок, гравий, песчано-гравийная смесь, карбонатные породы и др.

В Приамурье разведано значительное количество крупных русловых месторождений строительных горных пород [3]. Добычными работами занимаются организации, имеющие на балансе землечерпательное и дноуглубительное оборудование, а также транспортные речные суда. Освоение месторождений строительных материалов и их доставка потребителям является крупным дополнительным источником получения средств для речников, что особенно важно в связи с постепенным сокращением объемов речных перевозок [4-5].

Существует большое количество оборудования для подводной добычи строительных горных пород, в целом оно подразделяется на две основных категории - земснаряды механического и гидравлического типов. К механическим земснарядам относятся агрегаты с многочерпаковой рамой, грейферным оборудованием и экскаватор с обратной лопатой. Механические земснаряды черпают материал из под воды ковшами, при этом земснаряды с грейферным и экскаваторным оборудованием являются машинами циклического действия. Среди гидравлических земснарядов различают фрезерный, роторный и трюмный, а также земснаряд с плоским грунтоприемником. В гидравлических земснарядах используются центробежные насосы для подачи вычерпываемой породы на дневную поверхность.

Цель работы. Проведение анализа технической оснащенности предприятий, занимающихся добычей строительных горных пород из русловых месторождений бассейна реки Амур.

Материал и результаты исследований. В бассейне реки Амур подводная добыча строительных горных пород (кварцевый песок и песчано-гравийные смеси) осуществляется в Хабаровском крае и Амурской области [6]. В Хабаровском крае из русловых месторождений добывается более 90% песчано-гравийных материалов, а в Амурской области более 30%. Кварцевые пески и песчано-гравийные смеси русловых месторождений Приамурья в основном используются в транспортном строительстве для устройства дорожного полотна, а также после отсева крупных фракций в качестве мелкого заполнителя в строительные растворы и в сухие строительные смеси [7].

Крупнейшими предприятиями Приамурья, ведущими разработку русловых месторождений песчано-гравийных материалов, являются ОАО «Хабаровский речной торговый порт», ООО «Амуркварц» и ЗАО «Торговый порт Благовещенск». В Хабаровском крае подводная добыча строительных горных пород осуществляется тремя предприятиями на 10 русловых ме-

сторождениях, в Амурской области двумя предприятиями на двух месторождениях. Наиболее крупными по величине разведанных запасов и объемам добычи являются «Корсаковское», «Владимировское», «Индустриальное», «Хохлацкое» и «Кировское» русловые месторождения песчано-гравийных материалов.

Основными техническими средствами, задействованными при разработке русловых месторождений, являются гидравлические фрезерные земснаряды и земснаряды с плоским грунтоприемником, а именно земснаряды «Портовый-12» и «Портовый-13» проекта Р-109, земснаряд 3 ГДЭС «Амур», земснаряд ГруТ 2000/63 и земснаряд «Портовый-9» проекта Р-010. Также применяются механические земснаряды с грейферным оборудованием (плавучие краны), в частности плавкраны КПЛ-16/30, ПТ-35 и КПЛ-5-30. Для перевозки песчано-гравийных материалов до места выгрузки используются речные толкачи РТ-600 проекта Р-1740, речные толкачи РТ проекта 911В, баржи МБ-2500, МБ-1500, МП-1000 и МП-600. Также для перемещения строительных материалов применяются пульпопроводы. При выгрузке используются гидравлические перегружатели проекта Р-68, которые выгружают полезное ископаемое из барж на специальные карты намыва по установленным грунтопроводам, также разгрузка барж может осуществляться плавкранами.

Разработка русловых месторождений на реке Амур осуществляется в течение навигационного периода длящегося с апреля по октябрь и равного примерно 180 дням. Большинство разрабатываемых русловых месторождений Приамурья располагаются в районе г. Хабаровска и г. Благовещенска и их пригородов. Предприятия, ведущие разработку русловых месторождений, используют как свою добычную, перегрузочную и транспортирующую речную технику, так и арендованную.

Наибольшие объемы добычи приходятся на несамоходные гидравлические земснаряды проекта Р-109, которые имеют технологическую производительность по добыче песчано-гравийной смеси - $600\text{ м}^3/\text{час}$ (по добыче песка до $1000\text{ м}^3/\text{час}$), максимальную глубину отработки месторождения - 12,5м. Земснаряды проекта Р-109 оборудованы краном для монтажных работ, рамоподъемной лебедкой, носовыми и кормовой лебедками, грунтовым насосом, насосом гидрорыхлителя, рамой с всасывающим трубопроводом, гидрорыхлителем, грунтоприемником и другим оборудованием.

Перед началом добычных работ гидравлическим земснарядом проводятся подготовительные работы. Разработка месторождения земснарядом ведется траншейным способом. Вскрытие месторождения осуществляется проведением пионерной траншеи (прореzi) для обеспечения до-



ступа к полезному ископаемому и создания фронта добычных работ. Отработка участка месторождения производится одним добычным уступом. Добыча полезного ископаемого ведется на полную мощность залегания на максимально возможную для земснаряда глубину. Отработка ведется одной сплошной заходкой с перемещением земснаряда вверх по течению реки. Параметры добычного блока земснарядов проекта Р-109 с учетом углов откоса бортов выемки составляют: ширина по верху – 52м, ширина по подошве – 11м, длина – 200м, высота – 12м.

Земснаряд на добычном участке устанавливается на носовой и боковые якоря с возможностью свободного перемещения судна по длине их тросов. К бортовым швартовочным устройствам земснаряда швартуют баржи. Поступающее через грунтонасос и трубопровод полезное ископаемое по боковым лоткам в состоянии пульпы выливается в ванную баржи. Пульпа, поступающая на баржу при загрузке, разделяется на воду, которая через донные выпуски бортов, кормовые и носовые окна сливается в водоем, и полезное ископаемое, оседающее в ванне баржи. Заполнение баржи ведется от кормы к носу, при этом, по мере загрузки баржи, баржа грузится на осадку с учетом уровня воды в месте разработки и подходов к земснаряду.

Загружаются баржи поочередно с обоих бортов земснаряда без прекращения его работы при смене барж. С одного борта баржи загружаются только в случае недостаточных глубин с другого борта земснаряда или при работе в стесненных условиях. Грузоподъемность применяемых барж составляет 600, 1000, 1500 и 2500 тонн, осадка которых в порожнем состоянии составляет 0,41-0,47м, а в груженом состоянии - 1,78-2,68м. Разгрузка барж осуществляется с помощью гидравлических перегружателей или кранами, оборудованными грейферными ковшом [8-10]. С карт намыва отгрузка песка потребителям в автотранспорт осуществляется с помощью погрузчиков или экскаваторов, на вспомогательных работах могут быть задействованы бульдозеры.

Выводы. На русловых месторождениях Хабаровского края, в сравнении с месторождениями Амурской области в задействовано более крупное добычное, перегрузочное и транспортное оборудование. Применение гидравлических земснарядов является эффективным и экономичным методом добычи и переработки больших объемов строительных горных пород. Разработка русловых месторождений кварцевого песка и песчано-гравийных смесей с использованием высокопроизводительной добычной и перегрузочной техники, а также водного транспорта позволяет обеспечить низкую себестоимость добычи полезных ископаемых (40-60руб/т), а, следовательно, и высокую рентабельность горного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шпанский О.В. Технология и комплексная механизация добычи нерудного сырья для производства строительных материалов / О.В. Шпанский, Ю.Д. Буянов // М.: Недра, 1996. – 462 с.
2. Добыча нерудных строительных материалов в водных объектах. Учет руслового процесса и рекомендации по проектированию и эксплуатации русловых карьеров / Мин-во природных ресурсов и экологии РФ, СТО ФГБУ «ГГИ» 52.08.31. – 2012.
3. Чебан А.Ю., Секисов Г.В., Соболев А.А. Состояние и основные пути развития добычи природных строительных материалов в южных субрегионах Дальневосточного округа // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2014. №7. С. 71-76.
4. Чебан А.Ю. Комплекс для перегрузки насыпных строительных материалов в средства водного транспорта // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2015. №5 (33). С. 43-47.
5. Галин А.В. Внутренние водные пути России как часть транспортной инфраструктуры страны // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2014. №1 (23). С. 120-124.
6. Чебан А.Ю., Секисов Г.В., Хрунина Н.П., Соболев А.А., Угай С.М. Перспективы развития Дальневосточного региона и экологические аспекты ведения горных работ // Системы. Методы. Технологии. 2015. №3. С. 156-161.
7. Секисов Г.В., Чебан А.Ю. Техническое вооружение горных предприятий Приморского края, занимающихся добычей строительных горных пород // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2013. №11. С. 283-287.
8. Филиппова Д.А. Баланс сточных вод при перегрузке песка гидромеханизированным способом // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2014. №2 (24). С. 151-155.
9. Чебан А.Ю., Секисов Г.В., Хрунина Н.П. Структурный анализ технических средств, задействованных при добыче строительных горных пород на юге Дальневосточного региона // Горная промышленность. 2013. № 4. С. 26-29.
10. Адамов Е.И., Отделкин Н.С., Сикарев С.Н. Устройства, снижающие потери сыпучих грузов при перегрузке грейферными кранами // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2014. №6 (28). С. 129-133.

УДК 622.271

ТЕХНИЧЕСКАЯ ОСНАЩЕННОСТЬ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ ПРИАМУРЬЯ

А.Ю. Чебан¹, Н.П. Хрунина²

¹кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории освоения рудных и нерудных месторождений открытым способом, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск, Россия, e-mail: chebanay@mail.ru

²кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем освоения россыпных месторождений, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск, Россия, e-mail: npetx@mail.ru

Аннотация. В работе приведены результаты исследований технической оснащенности угольных разрезов южной части Дальнего Востока России. Даны предложения по совершенствованию технологии добычи угля посредством внедрения циклично-поточных технологий с применением карьерных комбайнов и разработанного авторами автоматизированного загрузочного комплекса.

Ключевые слова: открытые горные работы, одноковшовые экскаваторы, карьерный комбайн, автоматизированный загрузочный комплекс.

TECHNICAL EQUIPMENT COAL INCISIONS OF THE AMUR REGION

A.Yu. Cheban¹, N.P. Khrunina²

¹Ph.D., researcher at the laboratory of ore and non-ore deposits in the open way Federal State budgetary institution of Science Mining Institute of Far Eastern branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia, e-mail: chebanay@mail.ru

²Ph.D., researcher at the laboratory of placer deposits Federal State budgetary institution of Science Mining Institute of Far Eastern branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia, e-mail: npetx@mail.ru

Annotation. The results of studies of technical equipment coal cuts Southern Russian Far East. Suggestions on improvement of coal mining technology through the introduction of cyclic-flow technology using career combines and developed by the authors of the automated startup complex.

Keywords: open-pit mining, excavators, the career combine, automated bootstrap complex.

Введение. На Дальнем Востоке России основные объемы добываемого угля поставляются на региональные тепловые электростанции и котельные. Постепенно растет доля угля, поставляемого на экспорт в страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Несмотря на значительные мощности гидроэлектростанций и постепенное увеличение количества газовых тепловых станций, доля угольной электрогенерации на Дальнем Востоке велика и превышает 40%. Крупными угледобывающими регионами являются Республика Саха (Якутия) и Приморский край. Значительные объемы добычи имеют Хабаровский край, Сахалинская и Амурская области [1]. В Приамурье, географически охватывающем Амурскую область, Еврейскую автономную область (ЕАО) и Хабаровский край, ряд месторождений угля разрабатывается открытым способом. Так в Амурской области осваивается два крупных буроугольных месторождения – Ерковецкое и Райчихинское, в небольших объемах ведется разработка Огоджинского каменноугольного месторождения [1]. В Хабаровском крае уголь добывают на двух месторождениях – Ургальском каменноугольном и Мареканском буроугольном,

при этом добыча каменного угля ведется как подземным, так и открытым способом. В небольших объемах открытым способом добывается бурый уголь на Ушумунском месторождении в ЕАО [1].

Цель работы. На основе анализа оснащенности и технологических особенностей горных машин, ведущих добычу бурого и каменного угля на ряде разрезах Приамурья, обосновать процесс усовершенствования технологии добычи угля.

Материал и результаты исследований. Крупнейшими предприятиями, ведущими добычу угля, являются ООО «Амурский уголь» и ОАО «Ургалуголь». Около 60-65% угля в Приамурье добывается открытым способом. Годовой объем вскрыши на крупных разрезах Приамурья достигает 10-20 млн.м³. Для выемки пустой породы и добычи полезного ископаемого применяются одноковшовые экскаваторы с механическим, электромеханическим или гидравлическим приводом, мощные бульдозерно-рыхлительные агрегаты [2]. На крупных угольных разрезах задействована горная техника большой единичной мощности, причем на вскрыше работают более крупные экскаваторы, чем на выемке и погрузке угля. Главным параметром одноковшового экскаватора является вместимость его ковша E_k . В данном исследовании авторами все экскаваторы в зависимости от вместимости ковша разделены на четыре условных типоразмерных группы: первая группа экскаваторов с вместимостью ковша до 3м³ включительно; вторая - от 3 до 6м³, третья - от 6 до 12м³ и четвертая - свыше 12м³. Предприятия имеют крупный парк одноковшовых экскаваторов отечественного производства, табл. 1.

Наибольшее распространение получили следующие машины: ЭКГ-5А – 17 единиц, ЭШ-10/70 – 10 единиц, ЭШ-15/90 – 9 единиц, ЭШ-20/90 – 6 единиц, ЭШ-11/70 – 4 единицы. Необходимо отметить, что часть из перечисленного оборудования находится на консервации из-за неполной производственной загрузки разрезов. На рассмотренных предприятиях в небольшом количестве используются экскаваторы зарубежного производства в количестве 16 единиц, что составляет 24% от всего парка экскаваторов. Фирмы Caterpillar, Komatsu и Hitachi представлены соответственно 7, 5 и 4 машинами, в основном это небольшие гидравлические экскаваторы с вместимостью ковша 1,5-2,5м³.

Для выполнения вскрышных, подготовительных, вспомогательных и других горных работ на предприятиях используются бульдозеры, табл. 2. Наибольшее распространение получили бульдозеры производства ОАО «Промтрактор» на базе тракторов Т-20 и Т-11. Зарубежные производители в основном представлены сверхтяжелыми машинами, в том числе бульдозерами Komatsu D-375. Доля отечественных производителей в общем пар-

ке бульдозеров составляет 75%, однако, в наиболее производительном сверхтяжелом классе доля отечественной техники составляет всего 29% (два бульдозера на базе трактора Т-500 из 7 машин данного класса).

Таблица 1 – Структура парка одноковшовых экскаваторов

Производители	Число экскаваторов (ед) в зависимости от вместимости ковша $E_k, м^3$			
	$V_k \leq 3$	$3 < V_k \leq 6$	$6 < V_k \leq 12$	$V_k > 12$
Отечественные производители	1	20	14	16
Зарубежные производители	10	4	2	-
Всего	11	24	16	16

Таблица 2 – Структура бульдозерного парка

Производители	Численность бульдозеров по классам в зависимости от мощности $N, кВт$		
	Средние $80 < N \leq 150$	Тяжелые $150 < N \leq 300$	Сверхтяжелые $N > 300$
Отечественные производители	8	11	2
Зарубежные производители	1	1	5
Всего	9	12	7

В небольшом количестве на выемочных и погрузочных работах используются одноковшовые колесные погрузчики с вместимостью ковша 3-5 $м^3$ отечественного и зарубежного производства. Ряд месторождений разрабатывается с использованием буровзрывных работ. Наибольшее распространение при ведении буровых работ получили станки СВБ-2М, предназначенные для вращательного бурения скважин в породах с крепостью 1-6 по шкале Протодяконова. Данные станки просты, надежны, имеют высокую проходимость и хорошие эксплуатационные характеристики.

При разработке угольных месторождений Приамурья получили распространение циклические технологические схемы с использованием буровзрывных работ и одноковшовых экскаваторов. Вскрышная порода транспортируется автомобильным или железнодорожным транспортом в отвалы, либо переваливается драглайнами в выработанное пространство. С учетом технических параметров карьерного оборудования, задействованного на угольных разрезах Дальнего Востока, обычные параметры кондиций на уголь для открытых работ следующие: минимальная мощность угольного пласта 1-2 метра; максимальная мощность внутрипластовых породных прослоев, включаемых в подсчет запасов, 0,7-1,0 метр [3]. Таким образом, применение традиционных технических средств и технологий не

позволяет вести селективную выемку угля и значительные по мощности пропластки пустой породы включаются в полезную толщу, снижая качество добываемого полезного ископаемого [4]. В тоже время маломощные пласты угля отрабатываются совместно с пустой породой и отправляются в отвал. Валовая отработка сложноструктурных угольных пластов приводит к увеличению зольности угля. При сжигании такого топлива на ТЭЦ ухудшаются экономические и экологические параметры работы электростанции. При увеличении зольности значительно снижается теплоотдача, резко увеличиваются выбросы вредных веществ в атмосферу и количество продуктов сжигания, которые необходимо складировать в золоотвалах [5, 6].

Перспективным направлением разработки сложноструктурных угольных месторождений являются послойно-полосовые технологии с использованием карьерных комбайнов [7, 8]. Применение карьерных комбайнов позволяет отказаться от буровзрывных работ, повысить коэффициент извлечения запасов полезного ископаемого из недр и улучшить качество угля за счет его селективной выемки. Использование карьерных комбайнов на разрезах также позволит выровнять рабочие площадки и транспортные коммуникации, снизить динамические нагрузки на конструкцию самосвала при его загрузке и обеспечить более полное заполнение его кузова. Дополнительно увеличить эффективность работы карьерных комбайнов возможно за счет устранения их простоев во время замены автосамосвалов под погрузкой. Авторами разработан способ загрузки горной массы в автосамосвалы с применением автоматизированного загрузочного комплекса [9].

Выводы. В настоящее время на угольных разрезах Приамурья в основном используются традиционные технологии с применением горного оборудования циклического действия. Увеличить эффективность ведения горных работ и качество добываемого угля возможно за счет внедрения циклично-поточных технологий с применением карьерных комбайнов. Повысить производительность карьерных комбайнов возможно путем внедрения автоматизированных загрузочных комплексов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скрыль А.И. Угольная промышленность – состояние и перспективы развития // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2013. - №5. – С.74-80.
2. Чебан А.Ю., Рассказов И.Ю., Литвинцев В.С. Анализ парка горных машин горнодобывающих предприятий Амурской области // Маркшейдерия и недропользование. 2012. - №2. - С. 41-50.
3. Щадов В.М. Открытая разработка сложноструктурных угольных месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока. – 2-е изд., стер. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. – 298 с.



4. Гаврилов В.Л., Ермаков С.А., Хосоев Д.В. Оценка состояния открытой разработки угольных месторождений Центральной и Северной Якутии // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. № 11. С. 29-36.
5. Москаленко Т.В., Ворсина Е.В. Управление отходами горной промышленности как элемент устойчивого развития республики Саха (Якутия) // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. №10. С. 98-102.
6. Москаленко Т.В., Михеев В.А. Применение устройства фракционирования для удаления высокозольных примесей из низкосортных углей // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2004. №2. С. 112-116.
7. Панкевич Ю.Б., Шимм Б., Дженге П. Опыт применения горных комбайнов Wirtgen Surface Miner на угольных разрезах мира / Горная промышленность. 1999. - №3. - С. 46-52.
8. Рассказов И.Ю., Секисов Г.В., Чебан А.Ю. Состояние и перспективы открытой разработки месторождений твердых полезных ископаемых в южной части Дальневосточного региона // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № S56. С. 86-96.
9. Чебан А.Ю., Хрунина Н.П. Техника и технологии разработки месторождений цементного сырья на Дальнем Востоке и перспективы их развития // Системы. Методы. Технологии. 2014. №1 (21). С. 131-135.

УДК 622.23:05459

ИССЛЕДОВАНИЕ АБРАЗИВНОГО ИЗНОСА РЕЗИНОВЫХ ЗАЩИТНЫХ ФУТЕРОВОК ДЕТАЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

А.А. Черний¹, Е.С. Афанасьев², И.Н. Цаниди³

¹аспирант, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАНУ), Днепропетровск, Украина, e-mail: sanek20.1984@gmail.com

²инженер, ООО «Валса ГТВ» г.Белая Церковь, Украина, e-mail: guma.2007@mail.ru

³аспирант, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАНУ), Днепропетровск, Украина, e-mail: ivan.tsanidy@gmail.com

Аннотация. В работе проведено экспериментальное исследование влияния наработки резиновой футеровки на процесс её абразивного изнашивания. Определены зависимости интенсивности абразивного износа от величины контртела.

Ключевые слова: вибрационный питатель, защитная футеровка, абразивный износ, старение резины.



A STUDY OF ABRASIVE WEAR OF RUBBER PROTECTIVE LININGS OF TECHNOLOGICAL MACHINES PARTS

Aleksandr Cherniy¹, Evgeniy Afanasev², Ivan Tsanidy³

¹Postgraduate Student of Elastomeric Component Mechanics in Mining Mashines Department, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: sanek20.1984@gmail.com

²Engineer, ООО «Valsa GTV», Bila Zercva, Ukraine, e-mail: guma.2007@mail.ru

³Postgraduate Student of Elastomeric Component Mechanics in Mining Mashines Department, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: ivan.tsanidy@gmail.com

Abstract. The experimental research of working time with a rubber lining on the process of it abrasive wear effect. Defined the dependence of wear intensity of abrasive material size.

Keywords: vibrating feeder, protective linings, abrasion wear, ageing of rubber.

Введение. Современная горная промышленность характеризуется стремительной интенсификацией процессов добычи, доставки, сортировки, дробления и обогащения минерального сырья. Внедрение поточно-циклических технологий подразумевает использование вибрационных машин. Это связано с определенными режимами работы технологических линий и преимуществами вибрационной техники. Так при добыче руд был разработан и внедрен комплекс машин, включающий в себя: вибрационный питатель для загрузки вагонов, вибрационных конвейер для транспортировки сырья, вибрационный питатель-перегрузчик пустых пород, вибрационную балластировочную машину, вибрационную шпалоподбивочную машину, виброустройство для подачи пустых пород в выработанное пространство, виброгрохот для сортировки материала [1, 2]. и др. Применение вибрационных питателей и комплексов на выпуске и доставке руды повысило производительность и интенсивность выпуска в 1,5-2 раза, а вторичное разубоживание свело к нулю, уменьшило в 5-10 раз число завесаний, что сократило количество взрывов для их ликвидации, существенно улучшило условия труда горнорабочих [1, 2]. Но, наряду с высокими преимуществами использования вибрационных машин, возник вопрос защиты их рабочих поверхностей от абразивного износа. Так как именно этот вид износа является преобладающим, учитывая принцип работы вибромашины. Хорошо себя, для этой цели, зарекомендовали детали из эластомерных материалов [1-3]. Резина среди них наиболее подходящий композит. Это, прежде всего, связано с свойствами резины и её вязко-упругими характеристиками. Таким образом, вопрос прогнозирова-



ния ресурса деталей, изготовленных из резины, является очень актуальным [3-5]. В данной работе рассмотрено только один вид износа резины – абразивный.

Анализ публикаций и исследований показал, что износ резин есть более сложным процессом, чем внешнее трение, и представляет собой результат взаимно-функционального действия механических и физико-механических процессов протекающих в основном в поверхностном слое контактируемых тел. Исследователи различают пять видов истирания резин: абразивное, усталостное, износ посредством «скатывания», термическое и коррозионное [3]. Такими работами занимались: И.В. Крагельский, Г.М. Бартенев, Шалламах, Д.Ф. Мур, Грош и другие [1-5]. Важным является то, что аналитический расчет износостойкости резины при абразивном износе с учетом внешних факторов практически отсутствует в связи с его сложностью. Элементарный акт абразивного износа резины рассматривался Шалламахом и другими учеными [1, 2].

Цель работы. Определение истираемости и сопротивления истиранию при скольжении образцов резины марки А, взятых с деталей резиновой защитной футеровки и их сравнение.

Материал и результаты исследований. Нормативно-правовой базой работы являлся Межгосударственный стандарт ГОСТ 426-77 «Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении».

Работа проводилась на машине трения МИ-2 (машина Грассели), которая соответствует требованиям стандарта.

На испытания было представлено ряд образцов размером 20x20x8 мм (по три пары), изготовленных из резины на основе каучука СК(М)С -30 АРКМ- 15 (шифр С), резины новой футеровки марки А (шифр С1), резины футеровки отработавшей 3221 ч. марки А (шифр С2). Перед истиранием они были наклеены на твердую подкладку и их общая высота соответствовала $10 \pm 0,2$ мм. Затем образцы из контрольной резины притирались до появления следов износа на всей поверхности их контакта с абразивом.

В качестве абразивного материала, который истирал резину, было использовано шлифовальную шкурку по ГОСТ 6456-82 с зернистостью абразива :

- 6Н(ГОСТ 3647-80) или P180 (ISO-6344);
- 8Н(ГОСТ 3647-80) или P150 (ISO-6344);
- 25Н(ГОСТ 3647-80) или P60 (ISO-6344);

Перед началом испытания была проведена стабилизация шкурки стандартной резиной (шифр С), а также определена истирающая способность шкурки, согласно стандарта.

Измерение веса образцов проводилось лабораторными весами с точностью измерения 0,001 г.

Проведение испытаний осуществлялось по методике указанной в стандарте. Основными параметрами были: нормальная сила действующая на два образца - 26 Н(2,6 кгс), окружная скорость диска в точке касания образцов - 0,29 м/с.

Обработка результатов.

Определялись два параметра:

Сопротивление истиранию β в Дж/мм³ вычисляли по формуле:

$$\beta = \frac{A}{\Delta V} K, \quad (1)$$

A- работа трения в Дж.

$$A = F \cdot L, \quad (2)$$

F - среднее значение силы трения, Н;

L- путь трения, м (Для машины МИ-2 L=87 м)

$$\Delta V = \frac{10^9 (G_1 - G_2)}{\rho}, \quad (3)$$

G₁- масса пары образцов в начале истирания в кг;

G₂- масса пары образцов в конце истирания в кг;

ρ - плотность резины по ГОСТ 267-60 в кг/м³ (Для испытуемой резины принимали 1200 кг/м³);

Коэффициент K, учитывающий истирающую способность шлифовальной шкурки, принимали равным 1.

Истираемость α в м³/ТДж вычисляли по формуле:

$$\alpha = \frac{\Delta V}{A} \cdot \frac{1}{K} \quad (4)$$

Учитывая свойства испытуемых резин, были проведены испытания по следующему плану. Вначале определялась на образцах резины с шифром С истирающая способность шкурки. Затем проводили испытание резин одного шифра не менее трех раз. Так как шкурка замасливалась, после серии испытания резин одного шифра, определялась истирающая способность шкурки. Если она была ниже начальной (больше чем на 20%), то она заменялась новой. Результаты проверки истираемости абразивных кругов представлены таблице 1.

Характер поверхности износа образцов приведены на рисунках 1 и 2.

Выводы: Результаты полученные при обработке опытных данных следующие:

По шкурке с абразивом P180:

- сопротивление истиранию новой резины (шифр С1) в 1,1 раза больше чем старой (шифр С2);

- истираемость старой резины (шифр С2) в 1,1 раза больше новой (шифр С1).

- сопротивление истиранию стандартной резины (шифр С) 13,5Дж/мм³, истираемость 73,8 м³/ТДж.

Таблица 1-Результаты испытания резин

Шифр резины	P180		P150		P60	
	Сопрот. истир. Дж/мм ³	Истираемость м ³ /ТДж	Сопрот. истир. Дж/мм ³	Истираемость м ³ /ТДж	Сопрот. истир. Дж/мм ³	Истираемость м ³ /ТДж
С стандарт	13,5	73,8	10,3	97,1	9,14	109,4
С1 (до эксплуата- ции)	114,4	9,66	135,2	7,4	215,0	5,03
С2 (после эксплу- атации)	103,7	10,65	114,2	8,8	193,2	5,52
Истираемость шкурки		Уменьшается на 92%		Уменьшается на 95%		Уменьшается на 99%

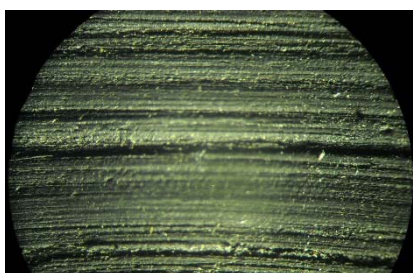


Рисунок 1 - Поверхность износа образцов новой резины марки А на шкурке P100. (50^x)

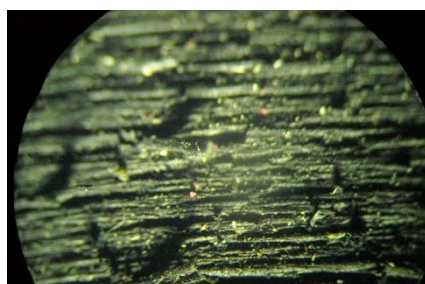


Рисунок 2 - Поверхность износа резины с наработкой 3221 ч. марки А на шкурке P100 (50^x)

Шкурка замасливалась при испытании всех резин, кроме стандартной. В среднем утрата истирающей способности шкурки в результате замасливания составляет 92% (до 6 м³/ТДж).

По шкурке с абразивом P150:

- сопротивление истиранию новой резины (шифр С1) в 1,2 раза больше чем старой (шифр С2);

- истираемость старой резины (шифр С2) в 1,2 раза больше новой (шифр С1).

- сопротивление истиранию стандартной резины (шифр С) 10,3Дж/мм³, истираемость 97,1 м³/ТДж.

Шкурка замасливалась при испытании всех резин, кроме стандартной. В среднем утрата истирающей способности шкурки в результате замасливания составляет 95% (до 5 м³/ТДж).

По шкурке с абразивом Р60:

- сопротивление истиранию новой резины (шифр С1) в 1,11 раза больше, чем старой (шифр С2);
- истираемость старой резины (шифр С2) в 1,09 раза больше новой (шифр С1).
- сопротивление истиранию стандартной резины (шифр С) 9,14Дж/мм³, истираемость 109,4 м³/ТДж.

Шкурка замасливалась при испытании всех резин, кроме стандартной. В среднем утрата истирающей способности шкурки в результате замасливания составляет 99% (до 1,5 м³/ТДж).

Таким образом можно сделать вывод о том что, показатели абразивного износа испытуемых резин марки А (сопротивление истиранию и истираемость) разнятся между собой. Износ образцов изготовленных из резины марки А с наработкой 3221 часов больше в среднем на 10-12%, чем новой резины той же марки. Также, установлено, что с увеличением размера абразива шлифовальной шкурки, истираемость опытных образцов уменьшается, когда у резины стандартной (шифр С) увеличивается. Это доказывает, что процесс абразивного износа футеровочных резин требует дальнейшего изучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дырда В.И. Резиновые футеровки технологических машин / В.И. Дырда, Р.П. Зозуля.- Москва-Днепропетровск, 2013. - 237 с.
2. Булат А.Ф. Разработка и широкое промышленное внедрение вибрационных машин и комплексов выпуска и доставки урановых руд при подземной добыче / А.Ф. Булат, В.И. Дырда, В.Н. Пухальский, Н.И. Лисица, А.А. Черний, Е.Ю. Заболотная // Геотехническая механика.- Межвед. сб. научн. тр.- Вып. 121.- с. 12-19.
3. Кобец А.С. Энергетическая оценка износа антифрикционных материалов / А.С. Кобец, В.И. Дырда, Е.В. Калганков, И.Н. Цаниди // Геотехническая механика.- Межвед. сб. научн. тр. - Вып. 106. - с. 78-90.
4. Дирда В.І. До розрахунку гумової футерівки з урахуванням особливостей поведінки матеріалу / В.І. Дирда, Е.В. Калганков, І.М. Цаніді, О.А. Черній, О.І. Кириленко // Геотехнічна механіка.- Міжвід. зб. наук. пр.- Вип. 121.- с. 201-206.
5. Калганков Е.В. Теоретичне та експериментальне дослідження довговічності гумової футеровки / Е.В. Калганков, І.М. Цаніді // Геотехнічна механіка.- Міжвід. зб. наук. пр.- Вип. 116.- с. 180-184 с.

УДК 622.673: [531.391+539.4]

ЕЛЕКТРИЧНИЙ ОПІР МАТРИЦІ ГУМОТРОСОВОГО ТЯГОВОГО ОРГАНУ**І.В. Бельмас¹, Д.Л. Колосов², І.Т. Бобильова³**

¹доктор технічних наук, завідувач кафедри технології машинобудування, Дніпродзержинський державний технічний університет, м. Дніпродзержинськ, Україна

²доктор технічних наук, завідувач кафедри будівельної, теоретичної та прикладної механіки, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: evolyuta@gmail.com

³асистент кафедри машинобудування, Дніпродзержинський державний технічний університет, м. Дніпродзержинськ, Україна

Анотація. В роботі встановлено закономірність впливу форми матриці гумотросового тягового органу на її властивість проводити струм. Отримані результати мають бути враховані при розробці моделі розподілу струмів та потенціалів та створенні системи безперервного автоматичного контролю технічного стану тросів, що забезпечить підвищення безпеки експлуатації підйомних машин з гумотросовими тяговими органами.

Ключові слова: гумотросовий тяговий орган, гумова матриця, електротехнічні параметри, контроль технічного стану.

ELECTRICAL RESISTANCE OF THE MATRIX OF A RUBBER-ROPE TRACTION BODY**Ivan Belmas¹, Dmytro Kolosov², Inessa Bobyleva³**

¹Ph.D., Head of the Department of Mechanical Engineering Technology, Dniprodzerzhinsk State Technical University, Dniprodzerzhinsk, Ukraine

²Ph.D., Head of the Department of Structural, Theoretical and Applied Mechanics, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: evolyuta@gmail.com

³Assistant of the Department of Mechanical engineering, Dniprodzerzhinsk State Technical University, Dniprodzerzhinsk, Ukraine

Abstract. The article establishes the law of the influence of the matrix form of the rubber-rope traction body on its property to conduct current. The results should be considered in developing the model of distribution of currents and potentials and for creation of continuous automatic condition monitoring of cables. This will improve the safe operation of the winders with rubber-rope traction bodies.

Keywords: rubber-rope traction body, rubber matrix, electrotechnical parameters, control of technical state.

Вступ. Гумотросові тягові органи (стрічки та канати) використовуються в промисловості понад 50 років на потужних конвеєрах і підйомних машинах. Ведуться розробки, спрямовані на використання цих тягових органів, як канатів ліфтів.

В гумотросових тягових органах система паралельних тросів, розташованих в одній площині з постійним кроком, запресована в гумову матрицю. Гума захищає троси тягового органу від негативного впливу довкілля та взаємодії з конструктивними елементами машини. Захищеність від впливу довкілля практично повністю виключає руйнування тросів внаслідок їх корозії. Відсутність контакту тросів з елементами машини унеможливорює знос тросів. Відсутність корозії, механічного зносу забезпечує підвищення терміну використання тягових органів та дозволяє зменшити діаметр дроту, з якого виготовляються троси.

Як правило, дріт меншого діаметра має більш високу границю міцності. Відповідно троси, що виготовлені на його основі, мають більшу міцність на розрив. На підйомних машинах з тросами меншого діаметра можуть бути застосовані барабани меншого діаметра. Останнє дає можливість зменшити габарити приводу, включно і за рахунок зменшення передавального числа приводу. Вищеперераховане забезпечує зменшення металомісткості машини та витрат енергії на її експлуатацію.

Разом з тим, наявність гумової оболонки каната унеможливорює застосування традиційного періодичного візуального контролю його стану. Це стримує використання гумотросових тягових органів на підйомних машинах в різноманітних галузях економіки країни та вимагає розробки альтернативного методу контролю. В його основі має лежати не періодичне візуальне спостереження, а автоматичне, практично безперервне спостереження за зміною властивостей тросів та тягового органу внаслідок розриву тросів. Такими змінами є зменшення міцності тягового органу, деформування його нормальних перерізів, зміна електричного опору. Зміна електричного опору, як діагностувальний параметр, більш за інші підходить для створення системи автоматичного контролю стану тросів гумотросового тягового органу.

Стан питання та постановка задачі дослідження. Довжина гумотросового тягового органу значно перевищує відстань поміж тросами в ньому. Гума, як провідник струму, поміж двома сусідніми тросами має велику площу перерізу та малу довжину. Вказане, навіть за значного питомого електричного опору гуми, зумовлює появу струму в гумовій матриці складної форми та впливає на властивість гумотросового тягового органу проводити струм. Дослідження та встановлення закономірностей впливу форми гумової матриці на її властивість та властивість тягового органу в цілому проводити струм дозволить створити систему контролю постійної дії і, тим самим, розв'язати *актуальну науково-технічну задачу*.

На можливість використання системи контролю поривів тросів було вказано в роботі [1]. Зокрема було показано, що форма гумової матриці впливає на електричний опір, визначений поміж кінцями тросів каната.

Основний зміст роботи. Із гумотросового тягового органу регулярної конструкції виріжмо повторюваний елемент довжиною $2Z$ (рис. 1).

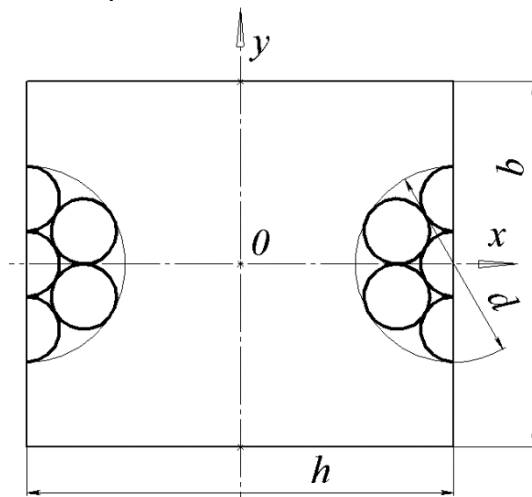


Рисунок 1 – Форма нормального перерізу гумового осердя, розташованого поміж двома суміжними тросами каната

Будемо вважати, що троси мають круговий переріз, струм в гумовому прошарку прямо пропорційний напрузі. На обидва кінця правого троса подано потенціал $0,5B$, лівого – $0,5B$.

Розподіл потенціалів в неперервному середовищі описується рівнянням Лапласа

$$\frac{d^2U}{dy^2} + \frac{d^2U}{dx^2} + \frac{d^2U}{dz^2} = 0. \quad (1)$$

Використавши симетричність гумового елемента (рис. 1), складемо граничні умови для однієї четвертої частини

$$\text{коли } y = 0, \quad \frac{dU}{dy} = 0 \text{ (умова симетрії);} \quad (2)$$

$$\text{коли } y = \frac{b}{2}, \quad \frac{dU}{dy} = 0 \text{ (умова відсутності струму);} \quad (3)$$

$$\text{коли } x = 0, \quad U = 0 \text{ (умова косиметричного підведення потенціалів до протилежних тросів);} \quad (4)$$

$$\text{коли } x = \frac{h}{2} \wedge y \geq \frac{d}{2}, \quad \frac{dU}{dy} = 0 \text{ (умова симетрії);} \quad (5)$$

$$y < \frac{d}{2} \wedge x = \frac{h}{2} - \sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 - y^2}, \quad z = \pm Z, \quad U = 0,5B \text{ (умова незмінності потенціалу в тросі)} \quad (6)$$

Врахувавши граничні умови (2) – (6), розв'язок рівняння (1) будемо шукати у формі

$$U = \sum_i \sum_j A_{i,j} \cos(\nu_j x) \cos(\mu_j y) \operatorname{ch}(c_{i,j} x), \quad (7)$$

де $A_{i,j}$ – сталі інтегрування; $\mu_j = \frac{2 \pi j}{b}$; $\nu_i = \frac{i \pi}{h}$; $c_{i,j} = \sqrt{\mu_j^2 + \nu_j^2}$.

Розподіл потенціалів дозволяє визначити розподіл струмів, що мають місце поміж тросами

$$I = \rho \sum_i \sum_j A_{i,j} \cos(\nu_j x) \sin(\mu_j y) \operatorname{ch}(c_{i,j} x) \mu_j, \quad (8)$$

де ρ – питома електрична провідність гуми.

Умову (6) задамо функцією двох змінних

$$f(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } \left(x - \frac{h}{2}\right)^2 + y^2 \leq \left(\frac{d}{2}\right)^2; \\ 0, & \text{якщо } \left(x - \frac{h}{2}\right)^2 + y^2 > \left(\frac{d}{2}\right)^2. \end{cases} \quad (9)$$

Невідомі сталі визначимо з використанням подвійної суми для перерізу $z = 0$

$$A_{i,j} = \frac{4}{h b} \int_0^{h/2} \int_0^{d/2} f(x, y) \cos(\mu_i x) \cos(\nu_j y). \quad (10)$$

На рис. 2 показана поверхня, що відповідає заданому розподілу потенціалів в одній четвертій частині перерізу поміжтросового гумового елемента, коли $z = 0$.

Виконання математичних розрахунків вимагає призначення обмеженої та фіксованої кількості доданків у сумі подвійного ряду Фур'є. В розрахунках обрано складання до десяти складових. Наведена на рис. 2 поверхня достатньо повно відповідає заданим умовам прикладення потенціалу до металевих тросів гумотросового каната.

Значення струмів в частині гумової оболонки каната поміж тросами, до яких прикладені потенціали протилежних знаків, наведено на рис. 3.

Отриманий закон розподілу відповідає уяві про розподіл струмів в гумі поміж тросами – на частині перерізу, де відсутні троси та на частині перерізу, де відстань поміж поверхнями двох тросів круглого перерізу, струми значно менші. Максимальних значень розподілені струми набувають в гумі, де відстань поміж поверхнями суміжних тросів мінімальна.

Конструктивно гумотросові тягові органи відрізняються поміж собою діаметрами тросів, кроком їх розташування, товщиною конструкції. Отримавши сумарні значення струмів та їх середні значення в гумовій оболонці каната, визначали вплив форми гумової оболонки каната на її електричний опір. Розрахунки виконували для відносних значень d/b та h/b . Результати розрахунків наведені в графічній формі на рис. 4.

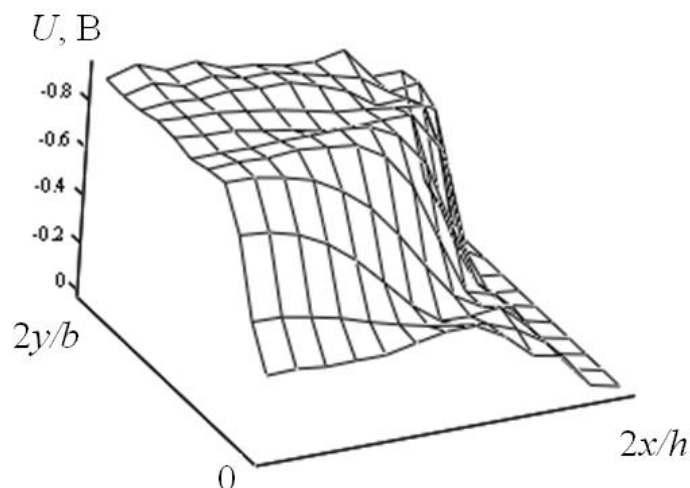


Рисунок 2 – Поверхня заданого розподілу потенціалів U в одній чвертій частині поміжтросового гумового елемента, коли $z = 0$ у відносних координатах $\frac{x}{h/2}$ та $\frac{y}{b/2}$

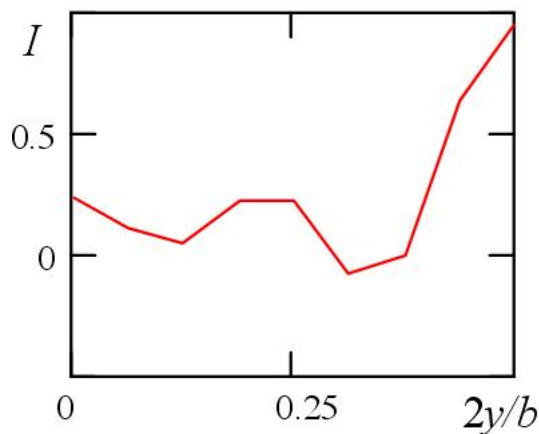


Рисунок 3 – Графік розподілу відносних струмів в гумовому зразку оболонки гумотросового каната поміж двома суміжними тросами в площині симетрії їх розташування

Наведений графік демонструє зменшення електричного опору гуми, розташованої поміж тросами у разі збільшення діаметру тросів по відношенню до товщини каната та до зростання опору при зростанні відно-

шення кроку розташування тросів до товщини конструкції. Вказане зумовлено тим, що кількість гуми, опір якої на декілька порядків вищий за електричний опір тросів, зменшується, а зростає частка металу.

Звернемо увагу на те, що нами розглянуті межі співвідношень d/b та h/b від 0,05 до 0,8 та від 0,6 до 2. Вказані межі охоплюють весь спектр гумотросових тягових органів, що використовуються в промисловості.

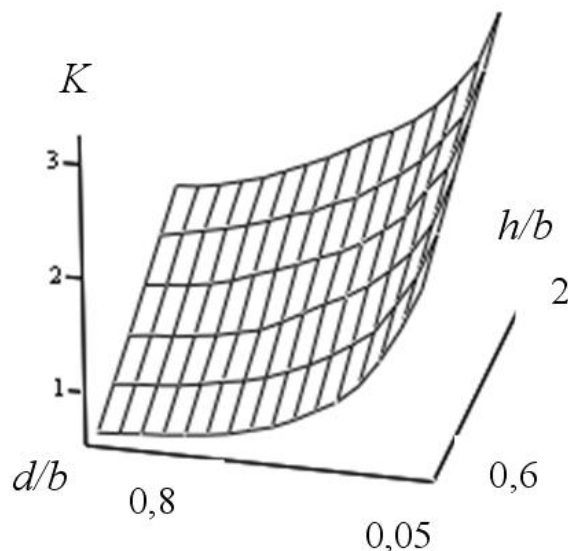


Рисунок 4 – Графік залежності відносного електричного опору гуми K поміж тросами від відношення діаметра тросу до товщини каната d/b та відношення кроку укладання тросів до товщини каната h/b при одиничному питомому електричному опорі матеріалу матриці

Висновки. Отримані результати встановлюють закономірність впливу форми гумової матриці на її властивість проводити струм та мають бути враховані при розробці моделі розподілу струмів та потенціалів в гумотросовому тяговому органі та створенні системи безперервного контролю технічного стану тросів, що забезпечить підвищення безпеки експлуатації підйомних машин з гумотросовими тяговими органами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Колосов Л.В. Научные основы разработки и применения резинотросовых канатов подъемных установок глубоких рудников / Л.В. Колосов. – Дис. докт. наук: 05.05.06, 01.02.06. – Днепропетровск, 1987. – 426 с.

УДК 66.048.6-542.41

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НА ОСНОВІ МОНОКРИСТАЛІЧНОГО КРЕМНІЮ

С.О. Вамболь¹, Я.О. Сичікова², Н.В. Дейнеко³

¹доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри прикладної механіки, Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна, e-mail: sergvambol@gmail.com

²кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри методики викладання фізико-математичних дисциплін та інформаційних технологій у навчанні, Бердянський державний педагогічний університет, м. Бердянськ, Україна, e-mail: yanasuchikova@mail.ru

³кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної механіки, Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна, e-mail: natalyadevneko@gmail.com

Анотація. В роботі наведено результати досліджень з розробки технологічного рішення щодо обробки фронтальної поверхні кремнієвих фотоперетворювачів шляхом електрохімічного травлення з подальшим відпалом у потоці азоту для підвищення ефективності ФЕП на основі монокристалічного кремнію.

Ключові слова: фотоелектричний перетворювач, монокристалічний кремній, електрохімічне травлення, пористий шар.

IMPROVING EFFICIENCY PHOTOVOLTAIC CELLS BASED MONOCRYSTALLINE SILICON

S.O. Vambol¹, Y.O. Suchikova², N.V. Deyneko³

¹Ph.D., professor, head of department of applied mechanics, National University of Civil Defense of Ukraine, Kharkiv, Ukraine, e-mail: sergvambol@gmail.com

²Ph.D., associate professor of teaching methods of physical and mathematical sciences and information technology in education, Berdyansk State Pedagogical University, Berdyansk, Ukraine, e-mail: yanasuchikova@mail.ru

³Ph.D., associate professor of applied mechanics, National University of Civil Defense of Ukraine, Kharkiv, Ukraine, e-mail: natalyadevneko@gmail.com

Abstract. The paper presents the results of research to develop technological solutions for handling the front surface of silicon solar cells by electrochemical etching followed by annealing in nitrogen flow to improve the efficiency of solar cells based on monocrystalline silicon.

Keywords: a photoelectric converter, monocrystalline silicon, electrochemical etching, porous layer.

Вступ. Сучасні соціально-екологічні та економічні тенденції розвитку соціуму визначають ключове значення енергетики в стратегії переходу суспільства до сталого розвитку. Питання енергетики виступають в якості ключової глобальної проблеми сучасності, від характеру вирішення яких залежать не тільки подолання екологічної кризи, а й побудова глобальної економіки і стратегій розвитку. В законі України «Про альтернативні джерела енергії» дається таке визначення: «альтернативна енергетика – сфера енергетики, що забезпечує вироблення електричної, теплової та механічної енергії з альтернативних джерел енергії» [1]. Звідси випливає актуальність пошуку альтернативних способів забезпечення людства енергією.

Завдяки наявним перевагам найбільш перспективним напрямом переходу до альтернативної енергетики виступає використання фотоелектричних перетворювачів. Однак не зважаючи на те, що механізм вентильного фотоефекту відомий з 1939 р. (Е. Беккерель), а початок його практичного застосування припадає на 50-ті роки попереднього століття, доля сонячної енергії в світовому споживанні становить лише близько 1 %, а загальна потужність встановлених сонячних електростанцій в світі не перевищує 180 ГВт [2].

До факторів, що стримують більш інтенсивний розвиток сонячної енергетики можна віднести:

- 1) висока собівартість фотоелектричних перетворювачів;
- 2) вироблення електроенергії тільки протягом світлового дня;
- 3) залежність від кліматичних умов та часу доби;
- 4) потреба у великих площах для установки фотоелектричних станцій;
- 5) висока собівартість акумуляторів енергії;
- 6) недосконалість технології та низький ККД.

Сонячні батареї з фотоелектричних перетворювачів (ФЕП) на основі монокристалічного кремнію і арсеніду галію є в даний час і залишаються в доступному для огляду майбутньому основними джерелами електроенергії як для наземного використання так і для більшості космічних апаратів [3].

Тому розробка і виробництво високоефективних монокристалічних кремнієвих ФЕП відносяться до розряду актуальних проблем на вирішення яких спрямовані комплексні теоретичні та експериментальні дослідження.

Аналіз публікацій. До теперішнього часу виробництво 80% комерційних модулів сонячних елементів засноване на кристалічному Si з ефективністю $\eta \leq 20\%$ [4].

Кремній, як хімічний елемент, широко поширений в природі, його вміст в земній корі сягає 29,5%, технологічний, витримує високі температури, які зазвичай супроводжують процеси виготовлення та експлуатації пристроїв на його основі.

Однак, не зважаючи на домінуюче положення монокристалічного кремнію серед інших напівпровідникових матеріалів, активно ведуться пошуки нових конструктивно-технологічних рішень щодо підвищення його ефективності з одночасним зменшенням відходів при виробництві базових кристалів.

Як зазначено в роботах [5-6] рекордне значення коефіцієнта корисної дії (ККД) (24,5 - 24,7%) в умовах наземного випромінювання демонструють ФЕП на основі монокристалічного кремнію з PERL -структурою. Такі ФЕП виготовлені на основі базових кристалів кремнію покращеної якості, вирощених методом безтигельної зонної плавки. В ФЕП з PERL - структурою знижено швидкість поверхневої рекомбінації за рахунок зменшення площі контакту метал-напівпровідник та додаткової пасивації поверхні, що не контактує з електродами, шаром SiO_2 . Для зменшення втрат на відбивання та ефективного поглинання сонячного випромінювання поверхня ФП була текстурована з подальшим нанесенням просвітлюючого покриття ZnS/MgF_2 . В результаті відбиття від фронтальної поверхні ФЕП не перевищує 3%. Конструктивні особливості таких ФЕП, а також їх технологічні аспекти дозволили досягти наступних значень вихідних параметрів ($U_{\text{xx}} - 704-706$ мВ, $J_{\text{кз}} - 42,2$ мА/см², FF – 0,82-0,83). Але незважаючи на високу ефективність ФП з PERL -структурою, вони не призначені для масового виробництва, оскільки їх вартість є дуже високою.

Серед ФП на основі монокристалічного кремнію перспективним для масового виробництва можна виділити ФЕП з DSBC-структурою. Запропонований авторами [7] фотоелектричний перетворювач має двусторонню чутливість та виготовляється на базових кристалах як р- так і n- типу. Зменшення швидкості поверхневої рекомбінації в таких ФЕП забезпечується при реалізації методики характерної для ФЕП з PERL-структурою. Ефективне поглинання сонячного випромінювання забезпечено шляхом використання хаотичної текстури типу прямих пірамід без подальшої фотолітографії. Коефіцієнт відбиття від фронтальної поверхні ФЕП з DSBC-структурою становить 5-8%. Такі ФП в режимі опромінення AM1,5 мають наступні вихідні параметри $U_{\text{xx}} - 704-706$ мВ, $J_{\text{кз}} - 42,2$ мА/см², FF – 0,82-0,83. Також їх технологічні аспекти дозволили досягти наступних значень вихідних параметрів: $U_{\text{xx}} - 663-665$ мВ, $J_{\text{кз}} - 32,6-36,6$ мА/см², FF – 0,76-0,78 $\eta - 16,8-18,6$ %.

Авторами роботи [5] було запропоновано ресурсозберігаючу промислову технологію виготовлення радіаційностійких ФЕП n+ -p-p+ типу площею 7 см² на основі дешевого монокристалічного кремнію марки КДБ- 10, вирощеного методом Чохральського, з товщиною $t_k = 350 \pm 50$ мкм, орієнтацією (111) і (100) і часом життя неосновних носіїв заряду $\tau_n \approx 100$ мкс, які в режимі

опромінення АМ0 мають ефективність 12-15 %. Розробка таких ФЕП забезпечила можливість їх використання для компонування сонячної батареї космічного апарату КС5МФ2 «Мікрон» – першого в Україні з космічних апаратів серії «Мікросупутник».

Однак, у зв'язку з необхідністю підвищення ефективності фотоелектричних перетворювачів на основі монокристалічного кремнію, при зменшенні їх маси, стає актуальним зниження коефіцієнта відбиття сонячного випромінювання фронтальною поверхнею та збільшення її площі.

Метою даного дослідження є розробка технологічного рішення щодо обробки фронтальної поверхні кремнієвих фотоперетворювачів та встановлення доцільності формування на їх поверхні пористого шару.

Матеріали та результати досліджень. Для досягнення поставленої мети в якості експериментальних зразків було обрано пластини кремнію марки КДБ-10 з орієнтацією поверхні: (111), (100), (001) та $\tau_n \approx 25$ мкс.

Шари пористого кремнію було сформовано шляхом електрохімічного травлення в розчинах плавикової кислоти при кімнатній температурі. Як відомо із [6] цей метод є найпоширенішим для виготовлення пористих напівпровідників, завдяки простоті та дешевизні.

Крім того, цей метод відрізняється від інших швидкістю та контрольованістю процесу. У технічному відношенні можлива багатоваріантна реалізація способу, його поєднання з іншими додатковими (зовнішніми) фізико-технологічними впливами, факторами, полями і т.д [10 – 11].

Травлення зразків відбувалося при щільності струму – від 10 мА/см² до 2,2 А/см² та зміненні часу травлення від 5 до 30 хв. В якості електроліту було обрано розчин плавикової кислоти HF:H₂O=1:1 з температурою 20°C.

Після очистки зразків для стабілізації властивостей пористого шару пластин проводився відпал у потоці азоту.

В результаті проведеної обробки на поверхні пластин монокристалічного кремнію з'явилась розвинена структура у вигляді пор розмірами від 0,2 до 3 мкм. Товщина пористого прошарку сягає приблизно 35 мкм з розповсюдженням пористості на 70 %.

На основі вище викладеного встановлено, що пористість, тобто частка пустот в поверхневому шарі, залежить від щільності струму та складу електроліту. При використанні досить низької щільності струму (10 - 200 мА/см²) відбувається локальний розчин поверхні монокристалічного кремнію. Зародкові пори утворюються у місцях скупчення поверхневих дефектів, далі відбувається ріст пор в глибину кремнієвої пластини.

У випадку високої щільності струму (0,3 - 1 А/ см²), забезпечується рівномірне травлення поверхні кремнію та утворюється гладка поверхня підкладки (так званий процес електролітичного полірування).

На рис. 1 наведено морфологію поверхні після електрохімічного травлення.

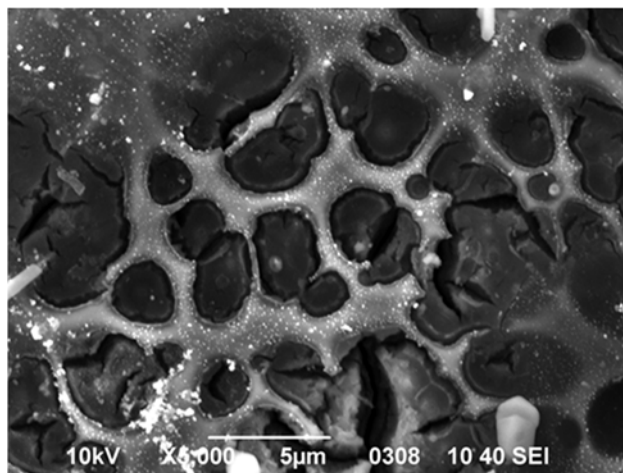


Рис. 1. Морфологія por-Si (100): щільність струму $j=150\text{mA}/\text{cm}^2$, час травлення $t=20$ хв, електроліт $\text{HF}:\text{H}_2\text{O}=1:1$

Як видно з рис. 1 на поверхні пластини при вказаних умовах проведення електрохімічного травлення спостерігається неоднорідність розповсюдження пор та зміна товщини прошарку з розвиненою структурою. Швидше за все, це відбувається через наявність бульбашок, які формуються в електроліті та приклеюються до поверхні кремнію.

Щоб уникнути цієї неоднорідності, концентрація HF повинна бути локально постійною на поверхні кремнієвої підкладки. Видалення бульбашок з поверхні кремнієвої пластини, а отже і отримання однорідних шарів пористого кремнію здійснюється за допомогою перемішування електроліту.

Висновки. Таким чином, в роботі продемонстровано спосіб створення пористого шару кремнію шляхом електрохімічної обробки в розчині плавикової кислоти. Доведено, що формування пористого шару на поверхні ФЕП дозволить знизити коефіцієнт відбиття та збільшити площу його фотоприймальної поверхні. Встановлено залежності формування однорідності пористої структури від щільності струму та складу електроліту.

Отримані результати демонструють можливість підвищення ефективності ФЕП за рахунок запропонованого технологічного рішення

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» від 20 лютого 2003 року №555-IV із змінами: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/555-15>

2. Renewables 2015 global status report: [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015_Onlinebook_low1.pdf
3. Колтун М .М. Оптика и метрология солнечных элементов. М.: Наука, 1985. – С 280.
4. W.A. Badawy, S.A. Elmeniaawy, A.N. Hafez Improvement of the power of industrially fabricated solar cells by etching of the Si surface and the use of surface analytical techniques Egypt J Anal Chem, 22 (2013) . – P 97–113.
5. Zhao J, Wang A, Green MA. 24.5% efficiency silicon PERT cells on MCZ substrates and 24.7% efficiency PERL cells on FZ substrates. Progress in Photovoltaics 1999. – P 471–474.
6. Zhao J, Wang A, Green MA. Double layer antireflection coating for high efficiency passivated emitter silicon solar cells. IEEE Transactions on Electron Devices 1994; ED-41. – P 1592–1594.
7. Листратенко А.М. Исследование и разработка малозатратной технологии изготовления высокоэффективных кремниевых фотопреобразователей космического применения // Радиотехника: Всеукр. межвед. научн.-техн. сб. 2001. Вып. 121. – С. 121-125.
8. Jordan D, Nagle JP. Buried contact concentrator solar cells. Progress in Photovoltaics: Research and Applications. 1994 ;2:171-176.
9. Suchikova Y.A. Morphology of porous n-InP (100) obtained by electrochemical etching in HCl solution/ Y.A. Suchikova, V.V. Kidalov, G.A. Sukach // Functional Materials. – 2010. – Vol.17, №1.– P. 1 – 4.
10. Сычикова Я.А. Пористый фосфид индия – перспективный материал радиоэлектроники / Я.А. Сычикова, С.А. Вамболь // Современные методы и материалы радиофизики : материалы Всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 120-летию дня изобретения радио (Якутск, 19–20 мая 2015 г.) / редкол А. М. Тимофеев. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. – С. 46-47.
11. Сичікова Я.О. Електрохімічна технологія отримання наноструктур на поверхні напівпровідників // Я.О. Сичікова, С.О. Вамболь // Наукова Україна. Збірник матеріалів Всеукраїнської студентської наукової конференції з міжнародною участю (25 травня 2015 р.). – Дніпропетровськ: «SeKum Software», 2015. – С. 233-235.

УДК 621.74.002.6:669.131.7

ОТЛИВКА ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ ИЗ КОМПЛЕКСНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ЧУГУНОВ

Л.Х. Иванова¹, Ю.О. Юрченко²

¹доктор технических наук, профессор кафедры литейного производства, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: ivanovalitvo@gmail.com

²студент, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск, Украина

Аннотация. В работе приведены результаты исследований по усовершенствованию технологической схемы обработки расплавов комплексными модификаторами на основе редкоземельных металлов для получения прокатных валков из чугуна с шаровидным графитом.

Ключевые слова: чугуны, шаровидный графит, модифицирование, свойства.

CASTING ROLL ROLLING FROM COMPLEX INOCULATED IRON

Ludmila Ivanova¹, Uliy Urchenko²

¹Ph.D., Professor, National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: ivanovalitvo@gmail.com

²Student, National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. The paper presents the results of research on the improvement of the technological scheme of processing melts complex modifiers based on rare earth metals to produce rolls of cast iron with nodular graphite.

Keywords: cast iron, spheroidal graphite, modifying, property

Введение. Улучшение качества продукции литейного производства, повышение ее надежности и долговечности является насущным требованием нашего времени. Подавляющая часть отливок изготавливается из чугуна, поэтому совершенствование его физико-механических свойств и эксплуатационных характеристик служит важным резервом в деле экономии энергетических и материальных ресурсов и интенсивного развития промышленности. Ежегодно в Украине производится около 1 млн. т отливок, и только 5...6% от их выпуска из высокопрочных чугунов, что существенно меньше, чем в мировом выпуске таких отливок (30...60%). Особенно влиятельным это является для вальцелитейного производства как основного производителя чугунных отливок.

Существующая номенклатура сплавов на основе железа для прокатных валков не в полной мере удовлетворяет потребности современной металлургии в материалах, сочетающих высокую износостойкость со способностью выдерживать ударные нагрузки и обладающих хорошими технологическими свойствами. Модифицирование чугунов редкоземельными металлами (РЗМ) является эффективным способом повышения механических и эксплуатационных характеристик чугуна прокатных валков.

Основными причинами, которые сдерживают широкое применение высокопрочного чугуна с шаровидным или вермикулярным графитом в практике отечественного литейного производства, является нестабильность модифицирующего эффекта, ухудшение санитарно-гигиенических условий в литейном цехе при обработке расплавов металлическим магнием, а также как показал анализ эксплуатационной стойкости валков, стойкость чугунных валков остается низкой, в основном, из-за отсутствия современных

эффективных технологий. Устранение этих недостатков путем создания новых технологических процессов обработки расплавов обеспечит значительные изменения в структуре и улучшение свойств отливок.

Разработка технологии модифицирования РЗМ чугунов для таких крупных отливок как прокатные валки и в настоящее время является актуальной.

Целью исследований была разработка технологий комплексной обработки валковых расплавов.

Материал и результаты исследования. Прокатные валки исполнения ЛШ-57 ТУ У 27.1-00190319-1291-2002 отливают в Украине способом «полупромывки». Для заливки литейной формы применяют чугуны двух составов: основной (модифицированный комплексным модификатором на основе магния) - с содержанием кремния 0,8...1,2% и высококремнистый (металл «полупромывки») - с содержанием кремния 5...7%. Валковую литейную форму через тангенциальную литниковую систему заполняют основным металлом до уровня, превышающего верхний торец бочки валка на 250...350 мм. После этого следует временная выдержка для затвердевания отбеленного слоя, а затем осуществляется доливка валковой литейной формы высококремнистым чугуном [1]. Недостатком этого способа является загрязненность белого чугуна рабочего слоя валков магниевыми неметаллическими включениями.

При установлении необходимых количественных и временных параметров способа изготовления прокатных валков исходили из следующего. Вначале лабораторными исследованиями были установлены остаточные содержания РЗМ, обеспечивающие необходимые механические и служебные свойства белого валкового чугуна, а также необходимые содержания модификаторов в чугуне сердцевины и шеек валков, обеспечивающие получение графита шаровидной формы [2,3].

Повышение механических и служебных свойств материала рабочего слоя валков обеспечивалось при замене в структуре сотовой ледебуритной эвтектики на пластиночную. Было установлено, что полное подавление выделения сотового ледебурита в белом чугуне происходило при содержаниях 0,20...0,30% РЗМ_{ост.} Таким образом, учитывая, что усвоение РЗМ составляет в среднем 45...60% количество КМ для обработки основного металла должно было быть 0,75...1,5% от массы расплава. Увеличение присадки КМ свыше 1,5% приводило к получению в чугуне остаточного содержания РЗМ свыше 0,3% и образованию большого количества неметаллических включений, снижающих физико-механические и специальные свойства белого чугуна [4].

Установлено также, что максимальную прочность чугуна в шейках и сердцевине валка можно получить при комплексном модифицировании его РЗМ и магнием при содержании кремния в количестве 1,8...2,0%. Остаточные содержания РЗМ и магния в шейках и сердцевине валка 0,09...0,12% и 0,015...0,020%, соответственно, обеспечивали получение перлито-графитного чугуна с шаровидной формой графита. Так, для получения в шейках и сердцевине валка содержания кремния 1,8...2,0% необходимо металлу «полупромывки» (25...30% расплава) иметь кремния в количестве 6,0...7,0%, а смешение основного металла (не содержащего магния) со вторым металлом (не содержащим РЗМ) позволило получить в шейках и сердцевине необходимые их соотношения. При определении основных температурных параметров литья исходили из следующего. Так как потери тепла при вводе РЗМ с кремнием незначительны, то оптимальной температурой модифицирования чугуна КМ для условий вальцелитейного производства (при исследовании температуры модифицирования в пределах от 1360 до 1540°C) была принята температура 1400...1450°C, при условии, что промежуток времени между модифицированием и заливкой литейной формы минимальный. Исследование же влияния размеров фракции КМ в пределах от 30 до 120 мм при вводе его на дно заливочного ковша перед выпуском в него расплава из плавильного агрегата на коэффициент усвоения РЗМ при постоянной величине присадки показало, что оптимальной была фракция модификатора – 60...80 мм.

Была разработана технология литья валков исполнения ЛШ-57 с использованием для модифицирования основного металла комплексного модификатора (КМ) на базе РЗМ, а для металла «полупромывки» – КМ на базе магния и ферросилиция [5]. Способ включал отдельную обработку расплава чугуна для рабочего слоя валка и для сердцевины и шеек. В качестве модификатора для рабочего слоя валка исполнения ЛШ-57 использовали лигатуру СРЗМ30 в количестве 0,75...1,5% от массы металла рабочего слоя валка, а для сердцевины валка – лигатуру КМг9 и ферросилиций марки ФС75 в количестве 0,8...1,2 и 6...7% от массы металла соответственно [6].

Технологический процесс получения валковых расплавов осуществляли следующим образом. Металл для формирования рабочего слоя по новой технологии в количестве 70...80% от общей массы выпускали при температуре 1683...1703K в ковш емкостью 30 т, на дно которого предварительно загружали КМ марки СРЗМ30 фракции 60...80 мм в количестве 0,75...1,5% от массы расплава. Металл для «полупромывки» выпускали при такой же температуре в 10-тонный ковш, в котором находились КМ марки КМг9 и расчетное количество графитизирующего модификатора – ферроси-

лиция марки ФС75-2 ГОСТ ДСТУ4127:2002. После удаления шлака производили заливку валковых литейных форм осуществляли методом «полупромывки».

В производственных условиях отлили опытные партии прокатных валков исполнения ЛШ-57. В качестве шихтовых материалов применяли перелыйный и литейный чугуны, стальной лом. Масса выплавляемого металла была 32 т. При достижении расплавом температуры 1410 ± 5 °С 24 т (0,75% от общей массы расплава в печи) выпускали в 30-тонный разливочный ковш, с загруженным в него необходимым количеством лигатуры СРЗМ30 - 240 кг, то есть 1%, а оставшиеся 8 т металла - в 10-тонный ковш с загруженными в него расчетными количествами ферросилиция (520 кг) и лигатуры КМг9 (80 кг). Заливку валковых форм производили сначала из 30-тонного ковша, а затем после выдержки заливали второй металл из малого ковша. Температура металла при заливке выдерживалась в пределах 1340...1350°С. Время от выпуска металла из печи до заливки литейных форм не превышало 20...25 мин.

Исследование микроструктуры материала прокатных валков серийного производства и опытных проводили на образцах от бочек и шеек, отрезанных при их механической обработке. Микроструктура рабочего слоя валков представляла собой конгломерат карбида и продуктов распада аустенита. При близком химическом составе в микроструктуре рабочего слоя валка-представителя опытной партии графит отсутствовал, в то время как в валке текущего производства количество его составляло от 0,4 на глубине 10 мм до 2,5% - на глубине 20 мм. Строение перлита в рабочем слое валка опытной партии характеризовалось баллами ПД1,0 и ПД0,5, а в валке текущего производства - ПД1,0Р и ПД1,4Р. С удалением от поверхности дисперсность перлита увеличивалась, причем в валке-представителе опытной партии дисперсность перлита оставалась на балл выше. Аномальность в строении перлита на глубинах 10 и 20 мм, соответственно, была в валке текущего производства Па4 и Па3, а в опытных валках - Па3 и Па2. С удалением от поверхности аномальность снижалась до Па1. Количество структурных составляющих в рабочем слое опытного валка и текущего производства было примерно одинаковым. Различие состояло в том, что в опытном валке микроструктура была более равномерной, а количество феррита было меньшим. Модифицирование расплавов КМ позволило снизить количество и размеры видимых неметаллических включений в рабочем слое опытных валков.

Материалы шеек валков опытного и серийного производства имели перлитно-графитную структуру с небольшими количествами феррита и це-

ментита. В опытном валке перлит на всех исследованных расстояниях от поверхности шейки имел тонкое строение и характеризовался баллом ПД0,5, в то время как в валке текущего производства баллами ПД0,5 и ПД1,0. Фактор формы графитных включений улучшался в опытном валке с удалением вглубь от литой поверхности и достигал примерно таких же значений, как и в валках текущего производства. Полученные остаточные содержания РЗМ и магния привели к кристаллизации в нижней шейке опытного валка графита шаровидной формы с фактором формы 0,81...0,84. Для материала шеек валков из чугуна, модифицированного магнием, характерным было значительно большее (на 8...60%) количество феррита и несколько меньшее, чем в опытном валке, количество цементита. Кроме того, в комплексномодифицированном чугуне шаровидные включения графита имели меньший диаметр и распределены они были более равномерно.

Механические свойства рабочего слоя валка-представителя опытной партии были значительно более высокими, чем у валка близкого химического состава, отлитого из магниевого чугуна. Так, на глубине 10 мм пределы прочности $\sigma_{\text{в}}^{\text{изг}}$ и $\sigma_{\text{в}}^{\text{р}}$ опытного валка были на 15...25% выше, чем у валка текущего производства. С удалением от поверхности пределы прочности $\sigma_{\text{в}}^{\text{изг}}$ и $\sigma_{\text{в}}^{\text{р}}$ чугуна опытного валка оставались выше, чем у валка текущего производства. И только на расстояниях от поверхности бочки вглубь, преимущественно в верхних частях бочек, прочность чугуна опытных валков была на 10...15% ниже, чем чугуна валков текущего производства. Это было обусловлено лучшей формой графитных включений и меньшим количеством цементита в магниевом чугуне.

Аналогичная зависимость наблюдалась и для показателя ударной вязкости. В отбеленном рабочем слое, переходной зоне и серой части бочки до глубин 160 мм ударная вязкость опытных валков была выше, чем в валках текущего производства. Кроме того, как указывалось выше, рабочий слой опытных валков содержал значительно меньшее количество неметаллических и графитных включений, что обеспечивало повышение твердости при практически одинаковом с магниевыми валками химическом составе чугуна валков.

В результате проведенных исследований установлено, что предложенный способ изготовления прокатных валков исполнения ЛШ-57 обеспечивал снижение модуля упругости материала рабочего слоя валков на 13,2...18,1% и повышение теплопроводности на 10,5...26,3%. При испытании термо- и износостойкости было показано, что модифицирование КМ обеспечивало повышение этих показателей в белых валковых чугунах: термостойкость повышалась на 11...33%, а износостойкость на 17...25% (при сред-

нем значении). С увеличением пути изнашивания износ модифицированного КМ рабочего слоя уменьшался на 12...17% по сравнению с износом чугуна рабочего слоя валка текущего производства. Повышение износостойкости достигалось, по-видимому, за счет получения в рабочем слое валков белого чугуна, более чистого от неметаллических и графитных включений), а также за счет измельчения карбидной фазы и продуктов распада аустенита. Оптимальная микроструктура, которая была получена на лабораторной стадии работы и состоящая из ледебурита пластинчатого типа и перлитно-ферритной матрицы, в опытных валках была получена на расстояниях 15...20 мм от поверхности бочки.

Кроме того, в настоящей работе были разработаны специальные способы изготовления литых прокатных валков [7-9]. Эти способы включали первичное и вторичное модифицирования, первичное осуществлялось в заливочном ковше КМ на основе РЗМ, либо механической смесью из КМ на основе РЗМ и карбида лантана, а вторичное – при заливке валковой формы либо ферросилицием, либо механической смесью из ферросилиция и феррогафния. Таким образом, были экспериментально обоснованы технологии литья прокатных валков из чугуна с вермикулярным графитом с повышенными эксплуатационными характеристиками.

Применение комплексных модификаторов значительно упрощает технологию получения модифицированного валкового расплава и сокращает продолжительность плавки за счет более низкой температуры выпуска расплава из плавильного агрегата, а также по сравнению с серийным магниевым процессом модифицирование КМ позволяет устранить пироэффекты и дымогазовыделения, что значительно повышает культуру производства [10].

Внедрение в производство новых и усовершенствованных технологических процессов производства прокатных валков из чугунов с шаровидным и вермикулярным графитом обеспечит экономический эффект.

Выводы. 1. Усовершенствован способ обработки расплавов комплексными модификаторами на основе редкоземельных металлов для получения прокатных валков из высокопрочных чугунов, в частности исполнения ЛШ-57. Оптимальный расход лигатуры СРЗМ30 для модифицирования металла рабочего слоя должен быть 1,0...1,25%, а лигатуры КМг9 для металла полупромывки – 0,8...1,2%.

2. На основании анализа массива экспериментальных данных разработаны новые способы литья отбеленных и с невыраженным отбелом прокатных валков из чугунов с шаровидным или вермикулярным графитом, новизна которых подтверждена патентами на изобретения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кривошеев А.Е. Литые валки (теоретические и технологические основы производства). – М.: Металлургиздат, 1957. – 360 с.
2. Иванова Л.Х. Комплексномодифицированные валковые чугуны / Л.Х. Иванова, Я.С. Маймур, И.А. Осипенко, А.П. Белый, Д.В. Муха // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії: Зб. наук. праць. 2014. – № 1(32), С.75-79.
3. Иванова Л.Х. Редкоземельные металлы в валковых чугунах/ Л.Х. Иванова, Е.В. Колотило // Процессы и технологии литья: коллективная монография/ Под ред. В.Е.Хричикова. – Дніпропетровськ: «Літограф», 2015. – С.66-78.
6. Проблемы получения чугуна с шаровидным и вермикулярным графитом в условиях вальцелитейного производства/ Е.В.Колотило, Л.Ф.Боков, Л.Х.Иванова, Н.Г.Мороз // Прогрессивные технологические процессы и охрана труда в литейно-металлургическом производстве. – Нижний Новгород, 1991. – С.19-20.
5. А.с. 1311846 СССР, МКИ³ B22D 19/16. Способ обработки чугуна при изготовлении прокатных валков/ Е.В. Колотило, Л.Х. Иванова, И.И. АнуфриевЮ, Н.Н. Овчинников и др. (СССР). – № 3821258/22-02; заявл. 10.12.84; опубл. 23.05.87. Бюл. №19. – 3 с.
6. Колотило Е.В., Иванова Л.Х., Бунина Ю.К. Технология производства прокатных валков из комплексномодифицированных чугунов с шаровидной формой графитных включений // Теория и практика металлургии. –2000.–№ 6.–С.45–49.
7. Пат. 93800 Україна, МПК⁷ B22D 25/00.Спосіб лиття прокатних валків з чавуну з вермикулярним графітом/Хричиков В.Є., Иванова Л.Х., Колотило Є.В., Шляпін І.В., Хазанов А.В., Івонін І.В (Україна); заявник та патентовласник Націон. метал. акад.. України. – з. 200913016; Заявл. 14.12.09; Опубл. 10.03.11, Бюл. № 6. – 5 с.
8. Пат. 104762 Україна, МПК⁷ B22D 25/00.Спосіб лиття прокатних валків з чавуну з вермикулярним графітом/ Иванова Л.Х., Колотило Є.В., Хричиков В.Є., Маймур Я.С., Муха Д.В., Калашнікова А.Ю, Бура Ю.М (Україна); заявник та патентовласник Націон. метал. акад.. України. – з. 201211584; Заявл. 08.10.12; Опубл. 25.02.14, Бюл. № 4. – 5 с.
9. Пат. 111223 Україна, МПК⁷ B22D 25/00.Спосіб лиття прокатних валків з чавуну з вермикулярним графітом/ Иванова Л.Х., Колотило Є.В., Хричиков В.Є., Хитько О.Ю., Шапран Л.О., Муха Д.В., Гілуч М.А. (Україна); заявник та патентовласник Націон. метал. акад.. України. – з. 201402950; Заявл. 27.03.14; Опубл. 11.04.16, Бюл. № 7. – 5 с.
10. Иванова Л.Х. Экологический анализ технологии литья прокатных валков исполнения ЛШ-57/ Л.Х. Иванова, Я.С. Маймур // Теория и практика металлургии.– 2012.– № 3 (86).–.89-92.

УДК 621.785.532

ОСОБЕННОСТИ ВАКУУМНОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С.А. Пахомова¹, Р.С. Фахуртдинов², М.Ю. Рыжова³

^{1, 2} кандидат технических наук, доцент, e-mail: vladisl-2013@yandex.ru

³ старший преподаватель e-mail: mgtu2013@yandex.ru

^{1, 2, 3} кафедра «Материаловедение», Московский Государственный Технический Университет им. Н. Э. Баумана, Россия

Аннотация. Выполнено сравнение способов газовой цементации по обеспечению качества обработки на основе анализа показателей применяемой технологической атмосферы – уровню углеродного потенциала, возможности его контроля и коэффициенту массопереноса. Показана эффективность вакуумной цементации, при которой рациональная технологическая атмосфера сочетается с преимуществами автоматизированного технологического оборудования, в котором совмещают процесс цементации с «сухой» закалкой в потоке азота высокого давления.

Долговечность и надежность цементованных деталей имеют решающее значение для оборудования горнодобывающей промышленности.

Ключевые слова: технологическая атмосфера, сравнительный анализ, способы цементации: газовая, вакуумная, ионная.

FEATURES VACUUM CARBURIZING PARTS FOR THE MINING INDUSTRY

S. Pakhomova¹, R. Fakhurtdinov², M. Ryzhova³

^{1, 2} Ph.D., assistant Professor, e-mail: vladisl-2013@yandex.ru

³ senior Lecturer, e-mail: mgtu2013@yandex.ru

^{1, 2, 3} Bauman Moscow State Technical University, Materials Department, Russia

Abstract. The article includes the comparison of methods of gas carburizing that ensures the treatment quality basing on the analysis of the following process atmosphere parameters: carbon potential level, its controllability and mass-transfer coefficient. Vacuum carburizing is effective through a combination of rational processing atmosphere with the benefits of automated equipment.

The durability and reliability of the carburizing parts are crucial to the mining industry.

Key words: technological atmosphere, comparative analysis, methods of the carburizing: gas, vacuum, ionic.

Введение. Для обеспечения работоспособности основных деталей оборудования горнодобывающей промышленности, работающих в условиях высоких контактных напряжений и изнашивания, материал должен иметь повышенную прочность, структурную однородность и твердость [1].

Цементация самый востребованный процесс упрочнения нагруженных деталей машин – зубчатых колес горно-шахтного оборудования, карьерных самосвалов, очистных комбайнов, гусеничных машин, деталей подшипников высокоскоростного железнодорожного транспорта и многих других трущихся деталей.

Главная задача цементации – обеспечить заданную насыщенность диффузионного слоя углеродом, отвечающую высокому сопротивлению силам трения, контактным и циклическим нагрузкам, действующим в условиях эксплуатации. В результате цементация в сочетании с закалкой

должны определять уровень и качество упрочнения деталей. От этих операций зависит степень их деформации и, как следствие, трудоемкость последующей механической обработки. В этой связи цементация является важным звеном технологического процесса термического производства.

Значительные резервы повышения качества и снижения себестоимости упрочнения деталей машин связано с применением вакуумной цементации - нового способа цементации, использующего эффективную технологическую среду и автоматизированное оборудование. Преимущества новой технологии и степень изменения в термическом производстве следует из сравнительного анализа со способами газовой цементации, применяемыми на отечественных предприятиях.

1. Оценка способов газовой цементации

Цементация – сложный гетерогенный процесс, включающий образование в газовой среде активных атомов углерода, их доставку к поверхности металла, адсорбцию и диффузию. Протекание этих стадий характеризует скорость внешнего и внутреннего массопереноса углерода. Соотношение между этими скоростями определяется уравнением:

$$J = \beta (C_{\text{атм}} - C_{\text{пов}}) = -D \left(\frac{\partial C}{\partial x} \right),$$

где: J - плотность потока углерода ($\text{г/см}^2 \cdot \text{с}$); $C_{\text{атм}}$ - углеродный потенциал технологической атмосферы, характеризующий ее насыщающую способность; $C_{\text{пов}}$ - концентрация углерода на насыщаемой поверхности; β - коэффициент массопереноса (скорости перехода) углерода из газовой среды на поверхность металла (см/с); D - коэффициент диффузии углерода ($\text{см}^2/\text{с}$); $\frac{\partial C}{\partial x}$ - градиент концентрации углерода в поверхностном слое.

Левая часть равенства характеризует плотность потока углерода из газовой среды к поверхности насыщения; правая часть - плотность диффузионного потока углерода, который отводится от поверхности и формирует диффузионный слой.

Мерой интенсивности внешнего массопереноса служит коэффициент массопереноса β . Вместе с углеродным потенциалом коэффициент массопереноса является важной характеристикой технологической атмосферы и процесса науглероживания в целом. Чем активнее технологическая атмосфера - выше ее углеродный потенциал и выше коэффициент массопереноса, тем больше поступает углерода к единице поверхности металла, быстрее растет на ней его концентрация, интенсивнее идет процесс науглероживания.

Показатели $C_{\text{атм}}$ и β , скорость и качество науглероживания, производственные расходы зависят от способа цементации, типа используемой технологической атмосферы, которых два:

- 1) атмосферы с контролируемым углеродным потенциалом;
- 2) атмосферы с контролируемым расходом технологического газа.

Атмосфера 1-го типа представляет собой искусственную газовую среду в виде эндотермической или экзо-эндогазовой атмосферы, содержащей: 20% CO + 40% H₂ + (CH₄ + CO₂ + H₂O) до 3% + остальное N₂ [1]. Атмосферу получают в специальных генераторах путем неполного сжигания природного газа. В такой атмосфере требуемая концентрация углерода на поверхности детали (обычно 0,8 %) задается ее углеродным потенциалом, к значению которого она приближается в конце процесса (рис.1).

Главное преимущество такой атмосферы – высокая стабильность получения заданных характеристик цементованного слоя. Такое свойство атмосферы предопределило ее применение в автоматизированных агрегатах непрерывного действия, используемых в условиях массового производства на предприятиях автомобильной промышленности [3].

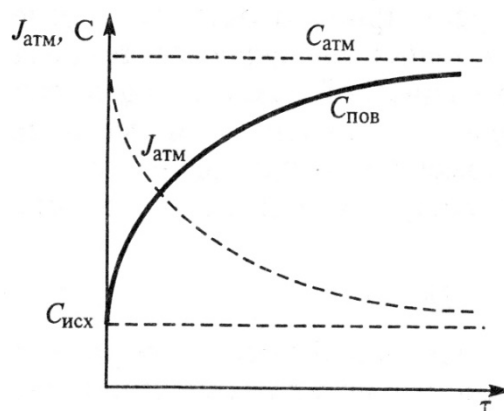
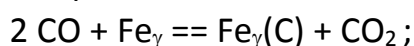


Рисунок 1 – Кинетика концентрации углерода на поверхности металла $C_{\text{пов}}$ и плотности потока углерода $J_{\text{атм}}$ при науглероживании в технологической атмосфере с регулируемым углеродным потенциалом $C_{\text{атм}}$

Основной науглероживающий компонент атмосферы - оксид углерода, концентрация которого определяет углеродный потенциал. На поверхности детали идут реакции разложения CO:



Углеродный потенциал атмосферы измеряют и регулируют косвенно – по содержанию в составе газа одного из его компонентов: CO₂ или H₂O, а в последнее время по концентрации кислорода.

Контролируемой атмосфере присущи существенные недостатки.

1. Невысокая скорость науглероживания. Она обусловлена физико-химическим механизмом перехода углерода из газовой среды на поверхность металла.

Реакции разложения СО тормозятся образованием на поверхности адсорбционного слоя из молекул CO_2 и H_2O . Этот слой затрудняет каталитическое действие поверхности и разложение СО, обуславливая низкие значения коэффициента массопереноса углерода ($\beta = (45...60) \cdot 10^{-5}$ см/с [2]) и, как следствие, невысокую скорость роста цементованного слоя (0,10...0,15) мм/ч, большое (10...12 ч) время науглероживания для формирования слоя толщиной (1,0...1,2) мм.

2. Процесс цементации надежно контролируется только при науглероживании твердого раствора - аустенита. Образование в нем выделений карбидов нарушает равновесие атмосферы с поверхностью металла (карбиды не разлагают молекул СО). По этой причине величина углеродного потенциала атмосферы не должна превышать предела растворимости углерода в аустените (обычно не более 1,2 % С). Контролируемая атмосфера, таким образом, *пригодна* только для науглероживания низколегированных сталей (18ХГТ, 20ХГМ, 20ХНМ и др.) и *не пригодна* для цементации комплексно-легированных сталей, цементованный слой которых должен иметь значительную долю карбидной фазы.

3. Низкий (15...25 %) коэффициент полезного использования углерода газовой среды; большая его часть выбрасывается в атмосферу.

4. Наличие окисляющих компонентов (CO_2 и H_2O), способных вызывать внутреннее окисление легирующих элементов, образование включений оксидов.

5. Отсутствие технологической гибкости; переход на другой режим обработки требует длительного времени и, как правило, не практикуется.

Атмосфера 2-го типа характерна для способа газовой цементации в шахтных печах [3]. Рабочую атмосферу создают непосредственно в рабочем пространстве печи в результате пиролиза жидкого карбюризатора (синтина, пиробензола и др.). Преимущественно используется синтин. При его разложении образуется атмосфера, содержащая: (20...25) % СО + (20...25) % CH_4 + 40 % H_2 + (0,1...0,3) % CO_2 + остальное N_2 . Такая атмосфера из-за высоких значений CH_4 обладает высокой науглероживающей способностью. Однако вследствие малых количеств окисляющих компонент CO_2 и H_2O контролировать углеродный потенциал становится невозможным, равновесие смещено в сторону выделения углерода. Величина углеродного потенциала превышает предел растворимости углерода в аустените. Это дает возможность обрабатывать различные стали, создавать на поверхности повышенную (2,0 % и более) концентрацию углерода.

Регулировать насыщающую способность приходится изменением расхода подаваемого карбюризатора. Количественные показатели технологической атмосферы 2-го типа несколько выше: коэффициент перехода

углерода $\beta = (60...80) \cdot 10^{-5}$ см/с, средняя скорость роста цементованного слоя (0,15...0,25) мм/ч, продолжительность науглероживания на слой толщиной (1,0...1,2) мм составляет (8...10) ч.

Вместе с тем, рассматриваемый способ цементации имеет невысокие оценочные характеристики по качеству и стабильности науглероживания.

Рост концентрации углерода на поверхности не имеет четного предела. Поверхностная концентрация растет по мере увеличения времени науглероживания, которое нужно останавливать на заданной насыщенности, что точно выполнить затруднительно. Процесс необходимо регулировать в кинетическом режиме, изменяя подачу карбюризатора. Другая причина нестабильности состоит в том, что результат науглероживания зависит от площади поверхности обрабатываемых деталей, точное определение которой затруднено.

Указанные трудности усиливают конструктивные недостатки шахтных печей: нестабильная работа капельниц, слабая циркуляция атмосферы, отсутствие автоматизации. Науглероженные нагретые детали охлаждаются на воздухе, что вызывает развитие процессов окисления и обезуглероживания, приводящие к снижению циклической прочности [4].

Совокупность причин приводит к тому, что в производственных условиях наблюдаются значительные колебания концентрации углерода (от 0,5 до 1,3 %) на поверхности деталей, обработанных по одинаковому режиму.

Комплекс недостатков, присущих применяемым способам газовой цементации, указывает на необходимость использования новых высокоэффективных технологий.

2. Показатели эффективности вакуумной цементации

Вакуумная цементация - цементация при низком (4...15 ГПа) давлении с использованием в качестве газовой среды ацетилена - C_2H_2 . Ацетилен подают циклически в виде чередования стадий – активных, когда в камеру подают ацетилен, и пассивных (диффузионных) стадий, которые проводят в вакууме.

Технологическая атмосфера из ацетилена, признана [5] идеальной средой для науглероживания. В этой среде процессы массопереноса углерода происходят самым эффективным образом. Особенность ацетилена – способность его молекул адсорбироваться на активных центрах насыщаемой поверхности и каталитически диссоциировать ($C_2H_2 \rightarrow 2[C] + H_2$). Атомы железа, расположенные на поверхности детали, имеют ненасыщенные связи и способны устанавливать вначале физические связи с молекулами ацетилена, а затем и химические связи с продуктами диссоциации ацетилена.

В виде схемы процессы развиваются следующим образом (рис. 2) [5]:

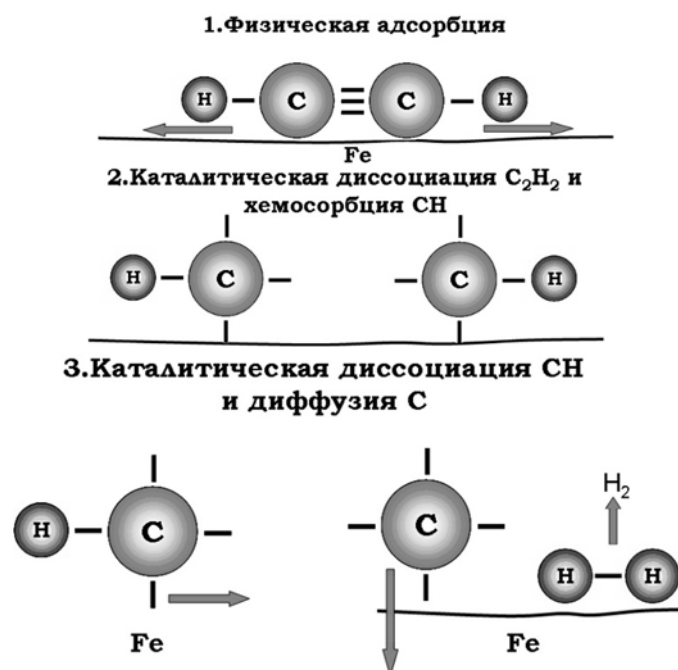
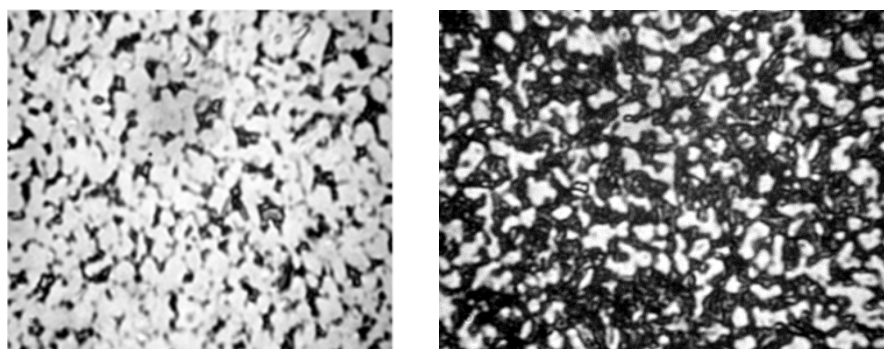


Рисунок 2 – Схема взаимодействия молекулы ацетилена с поверхностью железа

Поверхность полностью и практически мгновенно заполняется атомами углерода. Их количество уже в первые минуты науглероживания оказывается достаточным для образования на поверхности сталей почти сплошного углеродсодержащего слоя в виде сажистого (аморфного) углерода или карбидов. Углеродный потенциал достигает для низколегированных сталей 100 %, а коэффициент массопереноса β – рекордных значений: 350...450 см/с.

Интенсивный перенос углерода создает на поверхности высокий градиент концентрации и, как следствие, обеспечивает высокий диффузионный поток $J = D \left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)$, что ускоряет формирование слоя. Время для образования слоя толщиной (1,0...1,2) мм составляет 5...6 ч, что в 1,5...2 раза меньше, чем при обычных способах газовой цементации.

Эффективность вакуумной цементации особенно наглядно проявляется при науглероживании теплостойких сталей (20Х3МВФА, 16Х3НВФМБ, 10Х3НЗМ2ВФБ-Ш и др.). Высокое содержание в них карбидообразующих элементов (близкое к 6 %) приводит к тому, что на активной стадии цикла поверхность, в первые минуты науглероживания, практически полностью покрывается тонким слоем карбидной фазы (белое поле на рис. 3, а). На пассивной стадии значительная часть карбидов (легированный цементит) растворяется, поставляя атомы углерода в твердый раствор (рис. 3, б).



а) x1600

б) x1600

Рисунок 3 – Микроструктура поверхности теплостойкой стали после вакуумной цементации при температуре 940 °С: а) время активной стадии 5 мин; б) время активной стадии 5 мин + время пассивной (диффузионной) стадии 10 мин

Таким образом, цементованный слой формируется путем частичного растворения слоя карбидов на пассивной стадии цикла и его возобновления на активной стадии цикла. Углеродный потенциал газовой среды устанавливается постоянным и высоким, соответствующим содержанию углерода в карбидах цементитного типа (6,7 %).

Между тем поверхность карбидов вследствие насыщенности валентных связей не обладает каталитической активностью, поэтому не вызывает диссоциации молекул ацетилена. Углерод перестает поступать к той части поверхности, которая закрыта карбидной фазой. В результате перенос углерода из газовой среды к насыщаемой поверхности осуществляется в режиме саморегулирования. На стадии насыщения к поверхности поступает столько углерода, сколько необходимо для покрытия ее карбидной фазой.

Режим саморегулирования исключает необходимость управления углеродным потенциалом газовой среды, упрощает проведение процесса и создает условия высокой повторяемости результатов обработки.

Для вакуумной цементации также свойственно:

- возможность гибкого управления процессом путем изменения режима циклической подачи ацетилена;
- сокращение длительности насыщения в 1,5...2 раза;
- высокая эффективность использования подаваемой в камеру газовой среды (до 75 %, вместо 20 % при обычной газовой цементации);
- уменьшение расхода электроэнергии (до 80 %);
- отсутствие внешнего и внутреннего окисления из-за насыщения в бескислородной атмосфере;
- экологическая чистота.

Отмеченные преимущества указывают на то, что вакуумная цементация отвечает требованиям интенсивной и энергосберегающей технологии.

Вывод.

1. На основе критериев количественной оценки эффективности технологического процесса диффузионного насыщения выполнен анализ применяемых технологических атмосфер и способов цементации. Показано, что при вакуумной цементации газовая среда наиболее полно отвечает требованиям, предъявляемым к технологическим атмосферам. Она обладает высокой насыщающей способностью, значительно сокращает время обработки, требует ничтожно малого расхода углеводорода, что в совокупности обуславливает заметную эффективность процесса.

2. Установлено, что при вакуумной цементации процесс диффузионного насыщения идет в режиме саморегулирования и не требует контроля углеродного потенциала. Такая особенность создает условия хорошей повторяемости результатов обработки, что имеет решающее значение при проведении процесса в производственных условиях горно-добывающей промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Металловедение. Термическая и химико-термическая обработка сплавов : сб. науч. тр. / ред. Арзамасов Б. Н. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 245 с.
- 2 Кантор С.И., Черняховский Е.З., Потапова С.С. Определение коэффициента массопереноса углерода при газовой цементации // Труды ВНИПИ. Теплопроект, М., 1974. - № 34. – С.44 -53.
3. Зинченко В.М. Инженерия поверхности зубчатых колес методами химико-термической обработки. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. - 303 с.
4. Мордовин А.И., Фомина Л.П., Смирнов А.Е. и др. Анализ эффективности газовых сред при вакуумной цементации // Упрочняющие технологии и покрытия, 2008. - № 11. - С.31-35.
5. Atena H., Schrank F. Neiderdruck – Aufkohlung mit Hochdruck - Gasabsschreckung // НМТ. - 2002. - V. 4. - № 57. - P. 247-256.

УДК 53.008:519.855:004.94:621.8

**АЛГОРИТМ ИМИТАЦИОННО-СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
СЛУЧАЙНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ
ЗУБЬЕВ И ЕГО ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ В NI LABVIEW**

П.А. Ружин¹, В.А. Дербаба², С.Т. Пацера³

¹Магистрант группы ТМА-15, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: pavelrujtavr@gmail.com

²Кандидат технических наук, доцент кафедры технологии горного машиностроения, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: 5762634@gmail.com

³Кандидат технических наук, профессор кафедры технологии горного машиностроения, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: witiw@rambler.ru

Аннотация. Разработан алгоритм и выполнена программная реализация в NI LABVIEW определения зависимости влияния предельного интервала случайных погрешностей измерения толщины зубьев колеса на процент неправильно забракованных элементов.

Ключевые слова: измерение, алгоритм, погрешность, модель, зубчатое колесо, толщина зуба.

THE ALGORITHM OF SIMULATION AND STATISTICAL MODELING OF RANDOM ERRORS MEASURE AND CONTROL THE THICKNESS OF GEARWHEEL AND ITS SOFTWARE IMPLEMENTATION IN NI LABVIEW

P. Ruzhyn¹, V. Derbaba², S. Patsera³

¹Student, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: pavelruijtaur@gmail.com

²Ph.D., associate Professor, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: 5762634@gmail.com

³Ph.D., Professor, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: witiw@rambler.ru

Abstract. An algorithm is developed and executed software implementation in NI LABVIEW determine the dependence of the impact limit of the interval of random errors of measurement of the thickness of the teeth of the wheels on the percentage of incorrectly rejected items.

Keywords: measurement error, model, gear wheel, thickness of the teeth of the wheels.

Введение. Погрешность измерения толщины зуба приводит к приемке части продукции, которая признается соответствующей заданному допуску, хотя действительные отклонения выходят за его пределы. Аналогично происходит ошибочное признание некоторого количества деталей браком, действительные размеры которых находятся в пределах поля допуска, но при этом близки к предельным отклонениям.

Для расчета доли неправильно забракованных и неправильно принятых деталей в ряде работ [1-3] предложен метод имитационно-статистического моделирования и осуществлена его реализация в программе Microsoft Excel. Указанная программная реализация характеризуется недостаточным уровнем автоматизации моделирования при переборе вариантов значений параметров исходных данных.

Цель работы. Избежать указанного недостатка можно путем разработки программного кода, который позволил бы минимизировать время расчетов доли неправильно забракованных и неправильно принятых деталей без потери точности определения этих показателей. Целесообразно выбрать среду LabVIEW по следующим причинам:

- в основе технологии LabVIEW лежит использование комбинированного моделирования систем на ЭВМ, то есть, наряду с аналитическим моделированием применяется имитационное;

- именно имитационное моделирование является наиболее эффективным методом исследования систем, и в некоторых случаях единственным практически доступным методом получения информации о поведении системы, особенно на этапе ее проектирования.

Материал и результаты исследований. Структуру модели контрольно-измерительной системы будем рассматривать так, как показано на рис.1.

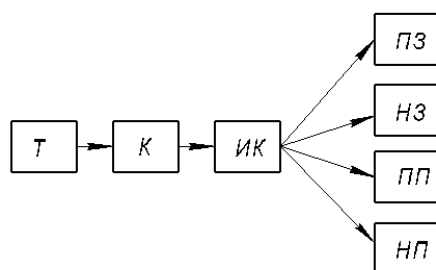


Рисунок 1 – Структура имитационно-статистической модели измерения и контроля толщины зуба

Применены следующие обозначения блоков: Т – имитационно-статистическое моделирование толщины зуба при отсутствии погрешностей измерения, К – имитация процедуры контроля при условии отсутствия погрешностей измерения, ИК – моделирование случайных погрешностей измерения и соответствующих им результатов измерения, а также имитация процедуры контроля с учетом погрешностей измерения. ПЗ, НЗ, ПП, НП – определение соответствия измеренной толщины зуба группам правильно забракованных, неправильно забракованных, правильно принятых, неправильно принятых элементов.

Предложенные структурные блоки модели обеспечивают:

- гибкость, простоту изменения конфигурации модели системы;
- возможность отслеживания промежуточных результатов;
- адекватность математической модели;
- однообразие и простоту построения моделей разнообразных структур.

Контролируемым размером является отклонение толщины зуба, наименьшее абсолютное значение которого E_{cs} , является показателем,

определяющим гарантированный боковой зазор, который, у свою очередь, определяет вид сопряжения.

Номинальное значение толщины зуба характеризуется значением постоянной хорды S_c (рис. 2).

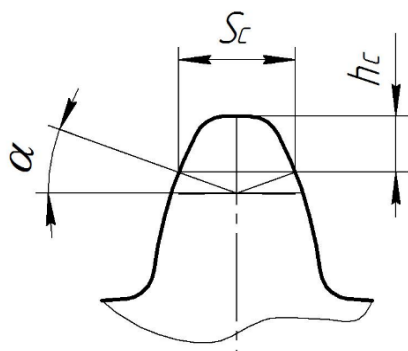


Рисунок 2 – Схема определения толщины зуба:

S_c – постоянная хорда;

h_c – высота до постоянной хорды

Моделирование выполнено на примере конкретного цилиндрического прямозубого колеса, зубчатый венец которого имеет такие конструктивные параметры:

- модуль $m=3$ мм;
- делительный диаметр $d=150$ мм;
- число зубьев $z=50$;
- номинальное значение постоянной хорды $S_s = 4,161$ мм;
- номинальное значение высоты до постоянной хорды $h_s = 2,243$ мм;
- абсолютное наименьшее отклонение толщины зуба $E_{cs} = 14$ мкм.

Объем выборки для моделирования принят 5000, что обеспечило доверительный интервал 0,1% при доверительной вероятности 0,95. Принято допущение, что случайные значения истинных отклонений от номинального значения распределены по равномерному закону и лежат в интервале, большем за допуск в 1,0027 раз. Это соответствует общепринятому нормальному уровню точности технологического процесса.

На рис. 3 показаны исходные данные и программный код блока Т– моделирования отклонения толщины зуба от номинального значения при условии отсутствия погрешности измерения.

Для воспроизведения статистического моделирования использована функция Random Number (0-1), которая размещена внутри структуры For Loop. Блок Т₁ содержит в себе также алгоритм создания массива случайных отклонений толщины зуба e_{tr0} от номинального значения при условии нулевой погрешности измерения. Все функции блока помещаются в структуре Flat Sequence Structure. Для размещения функций в каждом из последующих блоков модели добавляется соответствующий кадр (Add Frame After).

Программный код блока К – моделирования контрольной процедуры показан на рис. 4. В связи с тем, что интервал рассеивания больше интервала поля допуска, то некоторый процент деталей будет признан процентом брака. Алгоритм контрольной процедуры включает в себя

создание массивов верхнего и нижнего отклонений. Далее проводится поэлементное сравнение указанных массивов с массивом случайных отклонений e_{tr0} , для чего применяются функции No Equal? и Create?. В результате отображается соответствующий массив логических скаляров True или False. Если действительное отклонение находится между верхним и нижним отклонениями, то элемент признается годным и ему ставится балл $\beta_0 = 1$. Это условие реализовано с помощью логической функции And, возвращающей значение True чи False, которые, в свою очередь, с помощью функции Boolean To (0,1) преобразовывается в целое число, имеющее соответствующее значения 0 или 1. Это дает возможность с помощью функции Add Array Elements подсчитать общее количество годных деталей, или их процент.

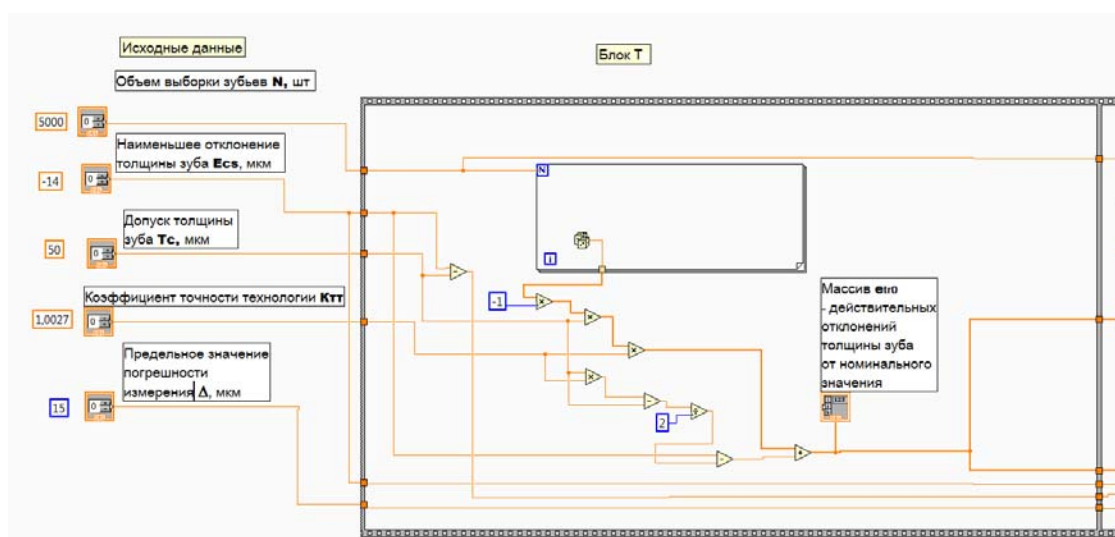


Рисунок 3 – Программный код блока Т

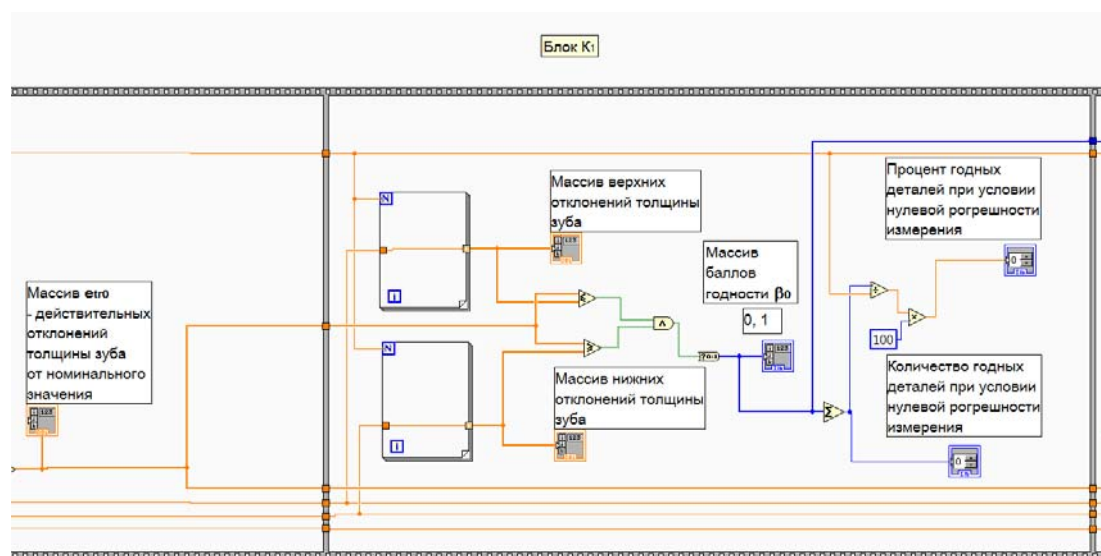


Рисунок 4 – Программный код блока К

Следующий блок ИК предназначен для моделирования случайных погрешностей измерения, результатов измерения и контроля на годность (рис. 5).

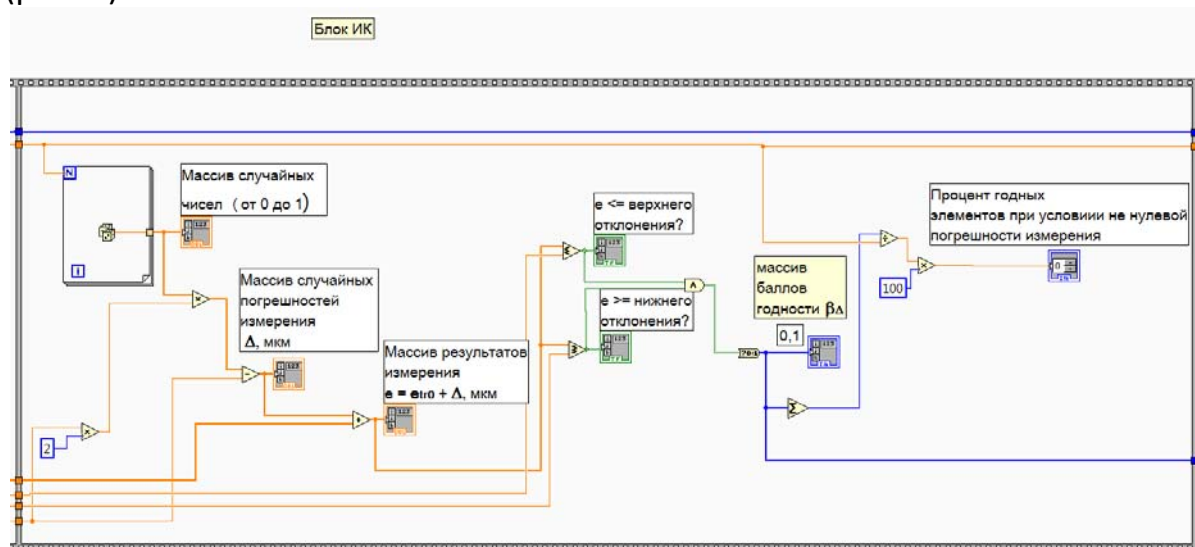


Рисунок 5 – Программный код блока ИК

С помощью генератора случайных чисел моделируется одномерный массив в интервале 0-1, который затем преобразовывается в массив случайных погрешностей измерения от $-\Delta$ до $+\Delta$, где Δ – предельное значение инструментальной погрешности измерительного прибора по его паспортным данным.

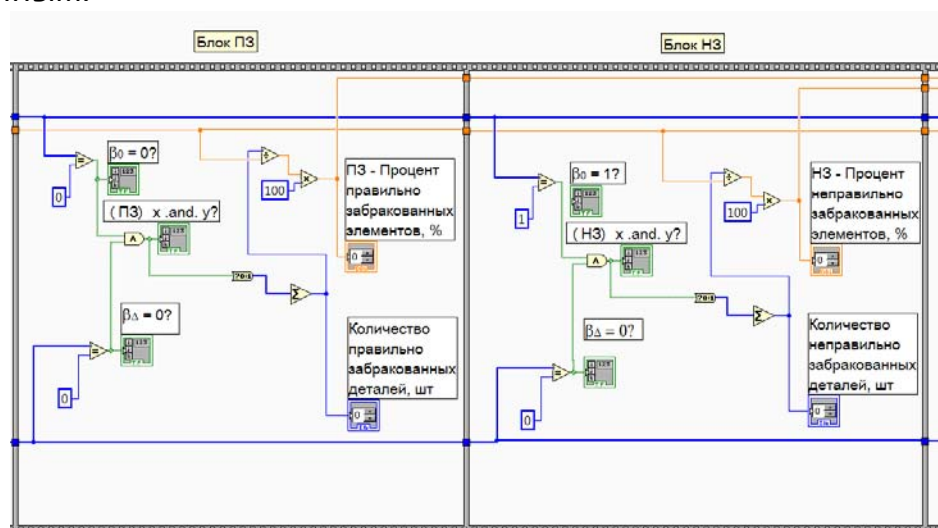


Рисунок 6 – Программный код блоков ПЗ и НЗ

Блок ИК включает в себя также алгоритм создания массива случайных отклонений $e_{tr\Delta}$ от номинального размера при условии не нулевой погрешности измерения. Если действительное отклонение находится между верхним и нижним отклонениями, то элемент признается годным и ему ставится

балл $\beta_{\Delta}=1$. В конце блока суммируется количество годных элементов, или их процент при условии ненулевой погрешности измерения.

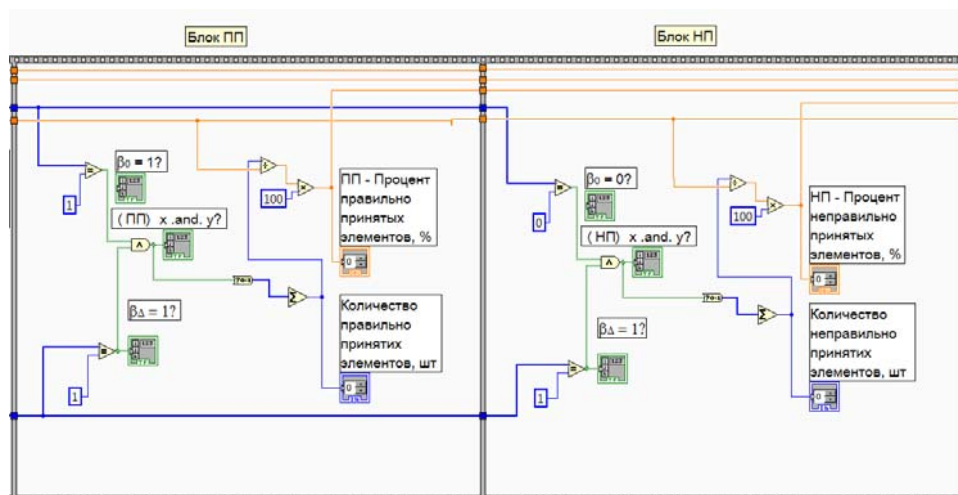


Рисунок 7 – Программный код блоков ПП и НП

Программные коды блоков ПЗ, НЗ, ПП, НП – моделирования процедуры сортировки элементов соответственно на группы правильно забракованных, неправильно забракованных, правильно или неправильно принятых показаны на рис. 6-7.

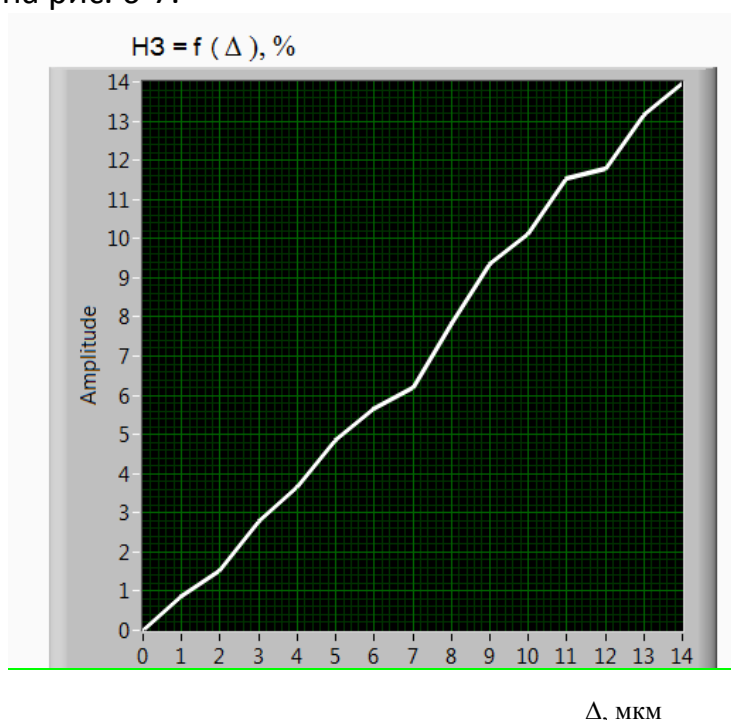


Рисунок 8 – Зависимость процента неправильно забракованных элементов от предельного значения случайных погрешностей Δ

Разработанная программа позволяет рассчитать проценты неправильно забракованных или неправильно принятых деталей быстрее в 10^2 раз в сравнении с программой Microsoft Excel.

Для дальнейшего сокращения затрат времени на получение графиков (рис. 8) при исследовании измерительно-контрольной системы создан виртуальный прибор, блок-диаграмму которого показано на рис. 9. Программный код, изображенный на рис. 3–7, преобразовано в подпрограмму (SubVI).

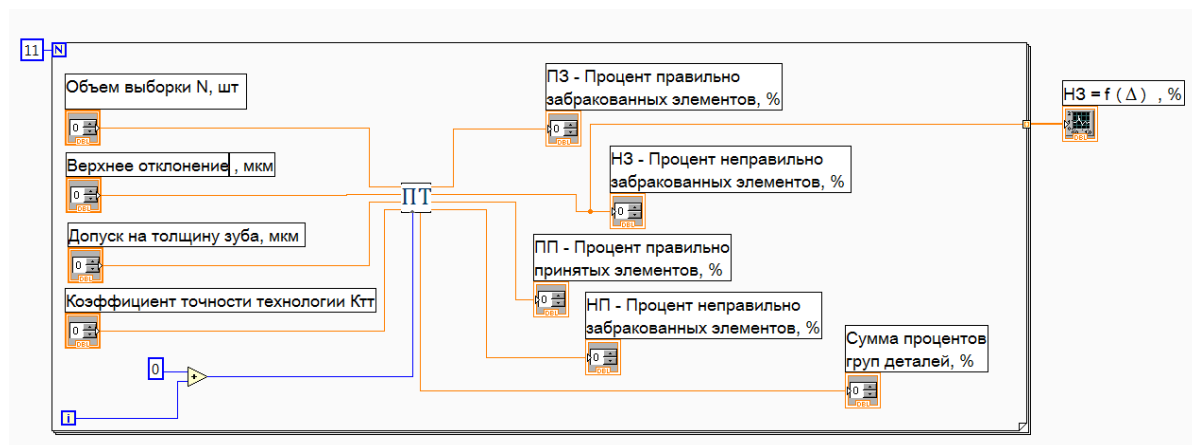


Рисунок 9 – Программный код с применением подпрограммы

На рис. 9 показано соединение выводов подпрограммы ПТ с входными и выходными данными. Индикатор номера цикла (i) индексируется и соединяется с выводом Δ , что дает возможность идентифицировать ось абсцисс и выполнить расчеты для значений Δ от 0 до N. В данном случае N отображает максимальное значение случайной погрешности, для которого выполняются расчеты и построение графика.

Для отображения графика зависимости $H3 = f(\Delta)$ использована функция контроля Waveform Graph.

Вывод. Имитационно-статистическое моделирование в среде LabVIEW на два порядка сокращает время расчетов по сравнению с вариантом, основанным на использовании программы Microsoft Excel.

1. Расчеты выполняются с высокой точностью: доверительный интервал порядка 0,1% при доверительной вероятности 0,95.

2. В перспективе имитационно-статистические исследования могут касаться зубчатых колес, точность которых оговаривается нормами плавности работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рубичев Н.А. Достоверность допускового контроля качества / Н.А. Рубичев, В.Д. Фрумкин. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 171 с.
2. Derbaba, V.A., Zil, V.V., Patsera, S.T. (2014), "Evaluation of the adequacy of the statistical simulation modeling method while investigating the components presorting processes", Scientific bulletin of National Mining University Dnipropetrovsk – Scientific and technical journal, no. 5 (143), pp. 45-50
3. Пацера С.Т. Изучение влияния расширенной неопределенности второго рода на риски изготовителя и заказчика методом статистического моделирования / С.Т. Пацера, В.И. Корсун, С.С. Курдюков // Системи обробки інформації. – 2006. – № 7(56). – С. 62–64.

УДК 621.791.12: 621.7.044.2

ПРОЧНОСТЬ ТВЁРДОГО ТЕЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНФОРМНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ

Ю.В. Савченко¹, Е.Г. Науменко²

¹старший преподаватель кафедры технологии горного машиностроения, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина, E-mail: savcheny@ua.fm

²старший преподаватель кафедры строительной, теоретической и прикладной механики, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина, E-mail: elena_naumenko71@mail.ru

Аннотация. Разработана математическая модель, которая позволяет оптимизировать с точки зрения дефектообразования параметры нагружения обрабатываемых материалов, разрушение рассмотрено как метод создания дефектов на субмикроскопическом уровне в гетерогенных средах.

Ключевые слова: математическая модель, гетерогенная среда, дефектообразование, прочность.

STRENGTH SOLID BODY WITH USING CONFORMAL MAPPING

Y. Savchenko¹, E. Naumenko²

¹Senior Lecturer, Department of Mining Engineering, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: savcheny@ua.fm

²Senior Lecturer, Department of Structural, Engineering and Applied Mechanics, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: elena_naumenko71@mail.ru

Abstract. Developed a mathematical model, which allows optimizing in terms of defect parameters loading of processed materials, the destruction is considered as a method of creating defects on the submicroscopic level in heterogeneous environments.

Keywords: *mathematical model, heterogeneous medium, defect formation, strength.*

Введение. Необходимость в расчёте на прочность твёрдых тел и разрушении гетерогенных сплавов, обеспечивающую высокую производительность, низкие энергозатраты и носящие экологически чистый характер [1] существует в современных условиях развития промышленности.

Ударно-волновая обработка, создающая условия действия на материал высоких давлений и скоростей нагружения, а также вызывающая создание высокодефектной структуры позволяет создавать новейшие материалы, обладающие специальными характеристиками [2, 3].

Данная статья заключительная в серии статей по расчёту на прочность твёрдых тел и разрушении гетерогенных сплавов с использованием конформного отображения при различном расположении дефектов на границе раздела соединённых материалов [3,4,5].

В ранее представленных работах описан метод определения коэффициента концентрации напряжений с использованием конформного отображения трещины на круг единичного радиуса в виде трещины синусоиды

$$y = \sin\left(\frac{\pi}{2} + x\right), x \in [a, b],$$
 где $[a, b]$ – отрезок или длина изучаемой трещины, точки a и b – координаты его концов в декартовой системе координат XOY , начало которой находится точно на середине положительной полуоси, имеющей натуральную луночку с максимальной шириной δ [4] и отображение трещины типа круговой луночки, находящейся под углом, на круг единичного радиуса [5].

Необходимость оценки влияния ударных волн разной интенсивности на механизм дефектообразования и процесс разрушения гетерогенной среды обуславливает *проведение теоретических исследований* [6].

Цель работы. Разработка математической модели разрушения гетерогенных сред, позволяющей определять критические параметры ударно-волнового нагружения материалов.

Материалы и результаты исследований. Пусть дана синусоида ACB

$$y = \sin\left(\frac{\pi}{2} + x\right), x \in [a, b],$$

где $[a, b]$ – отрезок на оси OX , на котором находится луночка – трещина, точки a и b – координаты его концов в декартовой системе координат XOY , начало которой находится на середине первой

слева полной полуволны, ширина луночки в любой точке $x \in [a, b]$ задается функцией $\delta(x)$ с максимальным значением $\Delta = \max \delta(x)$, в некоторой точке $\alpha \in [a, b]$ (Рис. 1).

Если мысленно совместить т. А на следе синусоиды АСВ с т.а – начала луночки на оси ОХ, то получим т. А' в системе координат $X'O'Y'$, являющуюся параллельным переносом системы координат ХОУ и будем "растягивать" след синусоиды АСВ до полного его совпадения с осью $O'X'$ так чтобы т.В на синусоиде АСВ перешла в т. В' на оси $O'X'$, а $\delta(x)$, для любой т. $x \in [a, b]$ оставалась для соответствующей т. $x' \in [A', B']$ неизменным. В результате имеем разнотупую луночку, у которой т. d в системе координат ХОУ переходит в т. d' в системе координат $X'O'Y'$ и находится на оси $O'X'$ на расстоянии

$$S_1 = \int_a^d \sqrt{1 + \cos^2 \left(x + \frac{\pi}{2} \right)} dx \quad (1)$$

Длина следа S синусоиды АСВ в системе координат $X'O'Y'$ будет

$$S_1 = \int_a^b \sqrt{1 + \cos^2 \left(x + \frac{\pi}{2} \right)} dx \quad (2)$$

Выражения (1) и (2) написаны, как уравнения длины дуги плоской кривой $f(x), x \in [a, b]$

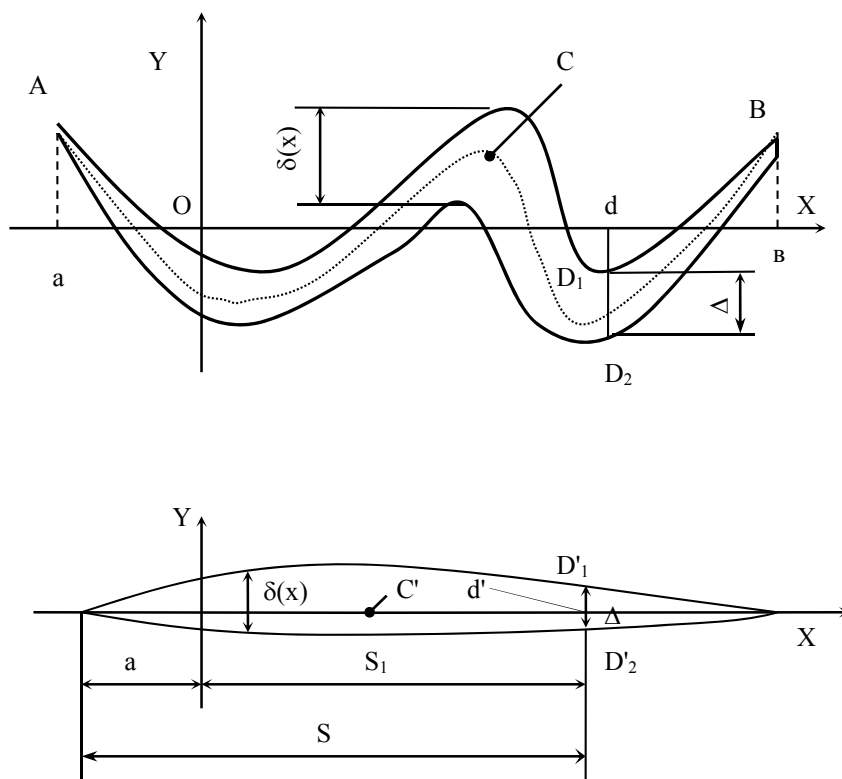


Рис. 1. – Луночка-трещина охватывает несколько полуволн

$$S' = \int_a^b \sqrt{1 + f'^2(x)} dx, \quad (3)$$

$$f(x) = \sin\left(\frac{\pi}{2} + x\right); f'(x) = \cos\left(\frac{\pi}{2} + x\right).$$

где

Координаты точек в системе координат $X'O'Y'$ следующие: $A'(a,0)$; $B'(S+a,0)$; $D'_1\left(S_1, \frac{\Delta}{2}\right)$; $D'_2\left(S_1, -\frac{\Delta}{2}\right)$, $a \neq 0$.

Далее поступаем, как в случае 1, только с учетом того, что $E \equiv T.A'$, $T.F \equiv T.D'_1$, $T.H \equiv T.B'$, $T.B \equiv T.D'_2$.

Непосредственно отображение.

Возьмем две комплексные плоскости: плоскость прообразов Z и плоскость образов W . Расположим нашу круговую луночку из задачи 2 на плоскости Z и будем отображать ее внешность на внешность единичного круга плоскости W конформно следующим образом в несколько этапов.

Дробно-линейное преобразование

$$W_1 = A_1 \frac{z' - z'_E}{z' - z'_H} \quad (4)$$

реализует конформное отображение внешней части круговой лунки на внешнюю часть угла α_E . В самом деле, вершина α_E на плоскости z' переходит в точку $W_1=0$ на плоскости W_1 . Выбором комплексной постоянной A_1 можно одну из сторон угла α_E на плоскости W_1 совместить с горизонтальной полуосью.

Развернем угол α_E в верхнюю полуплоскость. Это можно осуществить преобразованием

$$W_2 = \sqrt[n]{W_1}, \quad (5)$$

$$n = \frac{2\pi - \alpha_E}{\pi}$$

где

Пусть $W_2 = B_2 \exp(i\theta_2)$, $W_1 = B_1 \exp(i\theta_1)$, тогда из (27) следует, что

$$B_2 = B_1^{1/n}, \quad \theta_2 = \frac{\theta_1}{n}.$$

Таким образом, сторона угла $\theta_1 = 0$ переходит в действительную полуось на плоскости W_2 , а сторона $\theta_1 = (2\pi - \alpha_E)$ переходит в полупрямую $\theta_2 = \pi$.

Соединяя преобразования (4) и (5) можно утверждать, что функция

$$W_2 = \sqrt{A_1 \frac{z' - z'_E}{z' - z'_H}} \quad (6)$$

переводит внешнюю часть круговой лунки, расположенной в плоскости z , на верхнюю полуплоскость W_2 .

Рассмотрим теперь окружность единичного радиуса на плоскости комплексного переменного W . Отметим на этой окружности две точки $P_E = \exp(i\psi_1)$ и $P_H = \exp(-i\psi_1)$. Функция

$$W_2 = A_2 \frac{W - P_E}{W - P_H} \quad (7)$$

реализует отображение внешней части круга единичного радиуса на верхнюю полуплоскость. Полагая $A_2^{-1} \sqrt[n]{A_1} = A$, можно утверждать, что преобразование

$$\frac{W - P_E}{W - P_H} = \sqrt[n]{\frac{z' - z'_E}{z' - z'_H}} A \quad (8)$$

дает конформное отображение внешней части лунки, расположенной в плоскости z на внешнюю часть круга единичного радиуса в плоскости W .

Потребуем, чтобы точка $z = \infty$ перешла в точку $W = \infty$, тогда из (8) следует, $A = 1$. Таким образом, отображающая функция для трещины типа круговой лунки будет

$$\frac{W - P_E}{W - P_H} = \sqrt[n]{\frac{z' - z'_E}{z' - z'_H}} \quad (9)$$

Положим $z'_E = r_2 \exp(i\beta_E)$, $z'_H = r_2 \exp(i\beta_H)$; $P_E = \exp(i\psi_E)$, $P_H = \exp(i\psi_H)$, и пусть точка $z = r^2$ переходит при отображении в точку $W = 1$, тогда из (9) следует, что

$$\frac{1 - \exp(i\psi_E)}{1 - \exp(i\psi_H)} = \sqrt[n]{\frac{1 - \exp(i\beta_E)}{1 - \exp(i\beta_H)}}.$$

Откуда

$$[-\exp(i\psi_E) = \exp(i(\psi_E - \pi))] = [\sqrt{-\exp(i(\beta_E - \pi))}]$$

Следовательно,

$$\psi_E - \pi = \frac{\beta_E - \pi}{n} \quad (10)$$

Аналогично

$$\psi_H - \pi = \frac{\beta_H - \pi}{n} \quad (11)$$

Окончательно получим из (9) функцию конформного отображения внешности трещины типа круговой луночки во внешность круга единичного радиуса

$$\frac{W - \exp(i\psi_E)}{W - \exp(i\psi_H)} = \sqrt{\frac{z' - z'_E}{z' - z'_H}} \quad (12)$$

Аналогично, начав преобразования с

$$\frac{W - \exp(i\psi_H)}{W - \exp(i\psi_E)} = \sqrt{\frac{z' - z'_H}{z' - z'_E}} \quad (13)$$

где

$$z'_E = x''_E + iy'_E, z'_H = x'_H + iy'_H,$$

$$x'_E, x'_H \in \left[-\frac{\ell}{2} \cos \alpha_0 + X_{O^{11}}, \frac{\ell}{2} \cos \alpha_0 + X_{O^{11}} \right],$$

$$y'_E, y'_H \in [Y_{O^{11}}, (\lambda + \delta) \cos \alpha_0 + Y_{O^{11}}]$$

Получим конформные преобразования (12) и (13), как функции двух текущих координат x, y и семи параметров $\ell, \lambda, \delta, x_E, y_E, x_H, y_H$.

Следствие. Симметрия т.т. Е и Н относительно оси ординат не меняет вид конформного преобразования (12) и (13).

Случай рассмотрен полностью.

Вывод. Для каждого материала существует критическое давление в ударной волне, превышение которого приводит к образованию дефектов. Увеличение неоднородности системы приводит к снижению критического давления в ударной волне, вызывающего образование дефектов и разрушение материала.

Разработана математическая модель, которая позволяет оптимизировать с точки зрения дефектообразования параметры нагружения обрабатываемых материалов при различном расположении дефектов на границе раздела соединённых материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савченко Ю.В. Створення бурового інструменту з високим ресурсом і властивостями / Ю.В. Савченко // Сборник научных трудов международной конференции «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2014». – Д.: НГУ, 2014. – С. 295 –301.
2. Эпштейн Г.Н., Кайбышев О.А. Высокоскоростная деформация и структура металлов.- М.: Металлургия, 1971.- 198 с.
3. Савченко Ю.В. Аналітичний метод визначення коефіцієнта концентрації напруг. - Інновації та трансфер технологій: від ідеї до прибутку : Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції. - Д.:НГУ, 2011. с. 45-46
4. Савченко Ю.В. Определение коэффициента концентрации напряжений с использованием конформного отображения / Ю.В. Савченко, И.В. Вернер, Е.А. Ольховик // Материалы международной конференции «Развитие информационно-ресурсного обеспечения образования и науки в горно-металлургической отрасли и на транспорте 2014» 27-28 сентября 2014 / НГУ – Д., 2014. – с. 109 – 118.
5. Савченко Ю.В. Расчёт прочности твёрдого тела с использованием конформного отображения / Ю.В. Савченко, И.В. Вернер, П.А. Ружин // Матеріали міжнародної конференції «Развитие информационно-ресурсного обеспечения образования и науки в горно-металлургической отрасли и на транспорте 2014» 21-22 мая 2015 / НГУ – Д., 2014. – С. 117 – 123.
6. Савченко Ю.В., Караваева О.С. Моделирование разрушения гетерогенной среды при высокоэнергетических нагрузках // Трансфер технологій: від ідеї до прибутку : матеріали 1 міжнар. наук.-практ. конф. студ., асп. и мол. ученых в 2 Т.- Д.: НГУ, 2010 Т. 1. – с. 101-103.

УДК 622.23.233

**МАКРОПРОГРАММА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ
ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЧЕРВЯКОВ НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ****С.А. Сивун¹**

¹ведущий инженер-программист ПАО «Днепрополимермаш», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: sergey_sivun@mail.ru

Аннотация. Работа является продолжением проведенного автоматизированного программирования обработки цилиндрических червяков на фрезерных станках с ЧПУ. Разработанная макропрограмма позволяет оператору фрезерного станка с ЧПУ самостоятельно, без участия инженера-программиста составлять программы обработки витков цилиндрического червяка. Практическое подтверждение правильности программирования сопровождается изготовлением различных видов цилиндрических вал-червяков на фрезерном станке с ЧПУ модели ВФ1П.

Ключевые слова: макропрограмма, фрезерный станок с ЧПУ ВФ1П, цилиндрический вал-червяк.

MACROPROGRAM FOR AUTOMATED THE PROCESSING OF CYLINDRICAL WORMS ON CNC MILLING MACHINES

S.A. Sivun¹

¹leading Software Engineer PSC “Dnepropolimer mash”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: sergey_sivun@mail.ru

Abstract. The work is a continuation of the automated processing programming cylindrical worms on CNC milling machines. The developed macroprogram allows the operator of the milling machine with CNC on their own, without the involvement of the software engineer to draw up program of processing of turns of a cylindrical worm. Practical validation of programming accompanied by manufacturing various types of cylindrical shaft worms on a milling machine with CNC model VF1P.

Keywords: *macroprogram, CNC milling machine VF1P, cylindrical shaft worm.*

Введение. Современное машиностроительное производство должно обеспечивать два требования рынка:

1) сокращение сроков подготовки и выпуска, а также серийности продукции.

2) снижение трудоёмкости изготовления и стоимости при обеспечении качества изделий.

Для обеспечения этих требований производству необходимо:

– гибкость и маневренность, то есть способность быстро перестраивать выпуск продукции на различные типы станков.

– высокий технический уровень и инженерную подготовку производства.

– экономичность, минимальные затраты на изготовление [1].

Главные составляющие, которые не дают производству быстро и гибко реагировать на изготовление различных типов витков червяка это:

– использование программного обеспечения для постройки твердой модели и составления программы под станок с ЧПУ;

– привлечение инженера-программиста для составления программы, что может способствовать к недопониманию оператора и программиста и ошибке изготовления «человеческий фактор»;

– под обработку цилиндрических червяков с различными параметрами необходимо постоянно составлять различные программы, что не позволяет производству быть гибким.

Цель работы. Целью работы является:

1) дальнейшее усовершенствование алгоритма программирования обработки однозаходного и многозаходного цилиндрического червяка с использованием фрезерных станков с ЧПУ, без привлечения CAD-CAM систем [3];

2) разработка макропрограммы для упрощения программирования обработки цилиндрического червяка на фрезерном станке с ЧПУ ВФ1П, без привлечения CAD-CAM систем;

3) минимальная технологическая себестоимость;

4) технико-экономические критерии: максимальная производительность, наименьшее штучное, основное и вспомогательное время, минимальная станкоемкость изготовления изделия [2];

5) гибкость и простота программирования обработки витков червяка.

Материал и результаты исследований. Наиболее распространённый вид обработки цилиндрического червяка на токарном станке с ЧПУ. Алгоритм, макропрограмма и технико-экономические критерии обработки на токарном станке с ЧПУ описаны в предыдущих публикациях [2, 3].

После анализа технологического процесса обработки цилиндрического червяка была предложена оптимизация, т. е. благодаря использованию фрезерных станков с ЧПУ. Также разработан алгоритм и формулы программирования обработки без привлечения программиста и CAD-CAM систем [3].

Но существенный недостаток предложенного вида обработки в расчетах, которые необходимо проводить оператору, что может повлечь за собой ошибки при программировании обработки витков червяка «человеческий фактор». Проанализировав алгоритм данного метода программирования, приходим к заключению, что необходима макропрограмма, которая позволяла бы оператору станка с ЧПУ быстро и эффективно составлять управляющую программу.

Функции макропрограмм пользователя позволяют также использовать переменные, арифметические и логические операции, условные переходы (в целях облегчения разработки общих программ) [2].

Макропрограмма составляется под фрезерный станок с ЧПУ ВФ1-П, технические характеристики – 3 линейные оси (X, Y, Z) и одна поворотная ось (A) «поворотный шпиндель» [3].

Результаты проведенной работы реализованы в виде специализированной макропрограммы (табл. 1).

Вывод. Решена задача повышения скорости и эффективности составления управляющей программы для обработки цилиндрического червяка на фрезерном станке с ЧПУ ВФ1П. Управляющая программа составляется непосредственно самим оператором станка с ЧПУ без участия инженера-

программиста. Результаты проведенной работы реализованы в виде специализированной макропрограммы. Целесообразность и технико-экономическая превосходство подтверждено при изготовлении цилиндрического червяка на производстве.

Таблица 1 – Универсальная макропрограмма нарезки цилиндрического червяка на фрезерном станке с ЧПУ ВФ1-П.

% T1 M6	#10=[#9-[#2*2.25]] ;Y visota zuba
S1000 M3	#9=[#9-[(#2*2.25) / #4]]
F1500	G0 Y[#9+#6]
#1=6 ;z	G0 A[(360/#1)*#11]
#2=2 ;m	O2 while [#9 GE #10]
;#3	G0 X[#8] Y[#9]
#4=4 ;q vrezaniy	G0 Y#9
#5=10 ;L venca	G1 X[#7]
#6=2 ;R otstup po Y	#9=[#9-[(#2*2.25) / #4]]
#7=5 ;P perebeg	O2 endwhile
#8=[[#5+#7]*-1] ;X	#11=[#11+1]
#11=1	O1 endwhile
O1 while [#11 LE #1]	M5
#9=[[#1*#2]/2+#2] ;Y	M30
	%

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилов А. Н. Геометрическое и компьютерное моделирование формообразования и контроля рабочих поверхностей глобоидных червяков: автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.01.01 / А. Н. Гаврилов. – Н. Новгород, 2005. – 20 с.
2. С.О.Сивун, В.В.Зіль, С.Т. Пацера. Технологічні можливості САМ-систем при токарній обробці циліндричних черв'яків на верстатах з ЧПУ / Науковий вісник НГУ, 2014, № 6, с.87-91.
3. С.А. Сивун. Автоматизация обработки цилиндрических червяков на фрезерных станках с ЧПУ / С.А. Сивун // Сборник научных трудов международной конференции «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2015» – Днепропетровск. – 2015. – С.123–127.

УДК 539.4

О ТОЧНОСТИ ПРОЧНОСТНЫХ РАСЧЕТОВ СТЕРЖНЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЯХ В СЛАБОСОПРОТИВЛЯЮЩИХСЯ СРЕДАХ

Ю.С. Холодняк¹, А.В. Периг², С.В. Капорович³

¹кандидат технических наук, доцент кафедры технической механики, Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск, Украина, e-mail: kholodnyack.yu@yandex.ua

²кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизация производственных процессов, Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск, Украина, e-mail: olexander.perig@gmail.com

³кандидат технических наук, ст.преподаватель кафедры технической механики, Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск, Украина, e-mail: kaporovych@yandex.ru

Аннотация. Выполнена оценка точности существующей методики прочностных расчетов стержневых конструкций, подверженных вынужденным колебаниям. Показано, что эта методика существенно занижает величины динамических усилий и напряжений в колеблющихся конструкциях, причем тем сильнее, чем меньше сопротивление среды. Даны рекомендации по совершенствованию указанной методики. Статья может быть полезна студентам, преподавателям ВУЗов и практическим специалистам, выполняющим прочностные расчеты.

Ключевые слова: стержневая конструкция, вынужденные колебания, прочность, влияние параметров, методика расчета.

CONCERNING ACCURACY OF STRENGTH ESTIMATIONS FOR FRAMED STRUCTURES UNDER FORCED VIBRATIONS IN WEAK-RESISTANT MEDIA

Yuri S. Kholodnyak¹, Alexander V. Perig², Svitlana V. Kaporovich³

¹Ph.D., Associate Professor of Technical Mechanics Department, Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, Ukraine, e-mail: kholodnyack.ya@yandex.ua

²Ph.D., Associate Professor of Manufacturing Processes and Automation Engineering Department, Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, Ukraine, e-mail: olexander.perig@gmail.com

³Ph.D., Senior Lecturer of Technical Mechanics Department, Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, Ukraine, e-mail: al-sv@mail.ru

Abstract. An engineering estimation of accuracy of existing strength estimation technique has been derived for forced vibrations of framed structure. It has been shown that existing strength estimation technique essentially lowers the values of dynamic loads and stresses in oscillated structures, and the smaller is resistance of medium, the lower is strength estimation with existing strength estimation technique. The recommendations concerning improvement of existing technique have been proposed. The proposed approach, reported in

this article, can be useful for students, university lectures and practical specialists in mechanics of materials.

Keywords: *framed system, forced vibrations, strength estimation, parameters' influence, computational technique.*

Введение. Вынужденные колебания стержневых конструкций (балок, рам, ферм) возникают вследствие воздействия на них так называемых возмущающих сил. Наиболее часто источником таких сил является работа различного оборудования, установленного на этих конструкциях и оказывающего на них периодически изменяющееся силовое воздействие.

В колеблющихся конструкциях возникают дополнительные (динамические) нагрузки, которые в ряде случаев достигают значительных величин. Отсюда – важность адекватного учета этих нагрузок в прочностных расчётах названных конструкций.

Механические колебания вообще и вынужденные колебания в частности достаточно полно и всесторонне исследованы в литературе. Вместе с тем специфика этих колебаний в практических расчётах часто учитывается не в полной мере, что чревато получением искажённых результатов.

Так, при определении максимальных напряжений, возникающих в колеблющихся конструкциях, обычно упускается из виду начальная стадия процесса, в которой наряду с вынужденными колебаниями присутствуют и колебания собственные. Такое упрощение оправдывается тем, что собственные колебания со временем затухают из-за сопротивления среды [1-3]. Однако силовое воздействие на конструкцию максимально именно в начале колебательного процесса, когда в нём присутствуют оба из обозначенных колебаний, накладывающихся друг на друга и образующих хаотические движения – биения. При малом сопротивлении среды (например, воздушной) им обычно пренебрегают. В этом случае вообще теряется из виду реальный характер колебательного процесса, полностью превращающегося в биения. Погрешность, вносимая указанными подходами, неизвестна. На ее оценку и минимизацию нацелена настоящая работа, являющаяся логическим продолжением работ авторов по вопросам прочности стержневых конструкций [4-7].

Цель работы. Целью работы является анализ влияния параметров колебательного процесса на точность прочностных расчетов стержневых конструкций, подверженных вынужденным колебаниям, и поиск путей совершенствования методики таких расчетов.

Материал и результаты исследований. Рассмотрим вначале конкретную задачу определения максимальных нормальных напряжений, возника-

ющих в стальной консольной балке при работе установленного на ней электродвигателя со статически неотбалансированным ротором. Задача именно такого типа предлагается студентам в сборнике заданий к выполнению расчетно-графических работ по курсу сопротивления материалов [8].

Задачу решим при следующих исходных данных и допущениях. Масса электродвигателя $m = 1000$ кг, его частота вращения $n_{дв} = 1000$ об/мин; модуль возмущающей силы $H = 0,3 \cdot mg$ ($g = 9,81$ м/с² – ускорение силы тяжести); поперечное сечение балки – двутавр 20 ($I_x = 1840$ см⁴; $W_x = 184$ см³, её массой пренебрегаем). Колебания начинаются вследствие включения электродвигателя, т. е. при нулевых начальных условиях. Колебания происходят в воздушной среде; горизонтальными (продольными) колебаниями пренебрегаем, поскольку напряжения от них пренебрежимо малы по сравнению с таковыми от изгиба балки. Начало координат совмещаем с положением статического равновесия электродвигателя, определяемого величиной статической деформации конца балки – $\Delta_{ст}$ (рис. 1).

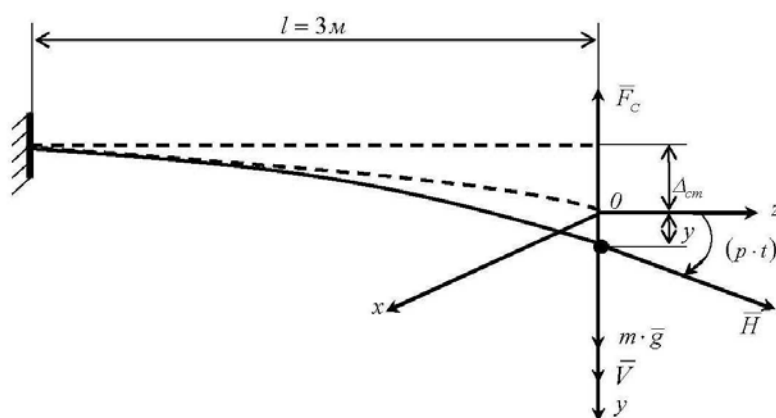


Рисунок 1 – Схема к решению задачи

С учётом принятых допущений дифференциальное уравнение вертикальных колебаний системы «электродвигатель – невесомая балка» имеет вид [2]:

$$\ddot{y} + 2n \cdot \dot{y} + k^2 \cdot y = h \cdot \sin(p \cdot t), \quad (1)$$

где $n = \mu / (2m)$; μ – коэффициент пропорциональности в выражении для силы сопротивления среды: $\bar{F}_c = -\mu \cdot \bar{V}$; $\bar{V}$ – скорость электродвигателя; $k = \sqrt{c/m}$ – круговая частота собственных колебаний системы; c – жёсткость конструкции: $c = (m \cdot g) / \Delta_{cm}$; $h = H/m$; p – круговая частота возмущающей силы: $p = \pi \cdot n_{дв} / 30$; t – время, отсчитываемое от момента включения электродвигателя.

При $p \neq k$ (отсутствие резонанса) и $n < k$ (движения – периодические) решением уравнения (1), как известно [2], является выражение:

$$y = e^{-nt} \cdot (C_1 \cdot \sin(k_1 \cdot t) + C_2 \cdot \cos(k_1 \cdot t)) - \frac{2 \cdot h \cdot p \cdot n}{((k^2 - p^2)^2 + 4 \cdot p^2 \cdot n^2)} \cdot \cos(p \cdot t) + \frac{h \cdot (k^2 - p^2)}{((k^2 - p^2)^2 + 4 \cdot p^2 \cdot n^2)} \cdot \sin(p \cdot t), \quad (2)$$

где C_1 и C_2 – постоянные интегрирования:

$$C_1 = \frac{1}{k_1} \cdot \left[\dot{y}_0 + n \cdot y_0 + \frac{h \cdot p \cdot (2 \cdot n^2 - k^2 + p^2)}{((k^2 - p^2)^2 + 4 \cdot p^2 \cdot n^2)} \right]; \quad (3)$$

$$C_2 = y_0 + \frac{2 \cdot h \cdot p \cdot n}{((k^2 - p^2)^2 + 4 \cdot p^2 \cdot n^2)}; \quad (4)$$

$$k_1 = \sqrt{k^2 - n^2}.$$

При колебаниях в воздушной среде её сопротивление сравнительно невелико. Если им пренебречь, как это делают авторы упомянутого сборника заданий к выполнению расчетно-графических работ по курсу сопротивления материалов [8], т. е. принять $n=0$, то при нулевых начальных условиях ($t=0; y_0=0; \dot{y}_0=0$) выражение (2) с учетом (3) и (4) примет предельно простой вид:

$$y = -\frac{h \cdot p}{k \cdot (k^2 - p^2)} \cdot \sin(k \cdot t) + \frac{h}{(k^2 - p^2)} \cdot \sin(p \cdot t) = \frac{h}{k \cdot (k^2 - p^2)} \cdot (k \cdot \sin(p \cdot t) - p \cdot \sin(k \cdot t)) \quad (5)$$

Подсчитаем значения величин, входящих в выражение (5):

$$h = \frac{H}{m} = \frac{0,3m \cdot g}{m} = 0,3 \cdot g = 2,943 \text{ м/с}^2; \quad \rho = \pi \cdot n_{\text{дв}} / 30 = 104,720 \text{ с}^{-1}$$

$$k = \sqrt{\frac{c}{m}} = \sqrt{\frac{m \cdot g}{m \cdot \Delta_{\text{ст}}}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta_{\text{ст}}}} = \sqrt{\frac{g}{m \cdot g \cdot \delta_{11}}} = \sqrt{\frac{1}{m \cdot \delta_{11}}}, \quad (6)$$

где δ_{11} – прогиб конца балки (где установлен электродвигатель) под действием вертикальной единичной силы $P = 1$ (рис. 2).

Величину δ_{11} определим по правилу Верещагина, используя эпюру изгибающих моментов $\bar{M}$ от единичной силы $P = 1$ (см. рис. 2):

$$\delta_{11} = \frac{1}{E \cdot I_x} \cdot \frac{1}{2} \cdot \ell \cdot \ell \cdot \frac{2}{3} \cdot \ell = \frac{\ell^3}{3 \cdot E \cdot I_x} = \frac{3^3 \cdot 10^9}{3 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 1840 \cdot 10^4} = 2,446 \cdot 10^{-3} \text{ мм/Н} =$$

$$= 2,446 \cdot 10^{-6} \text{ м/Н}$$

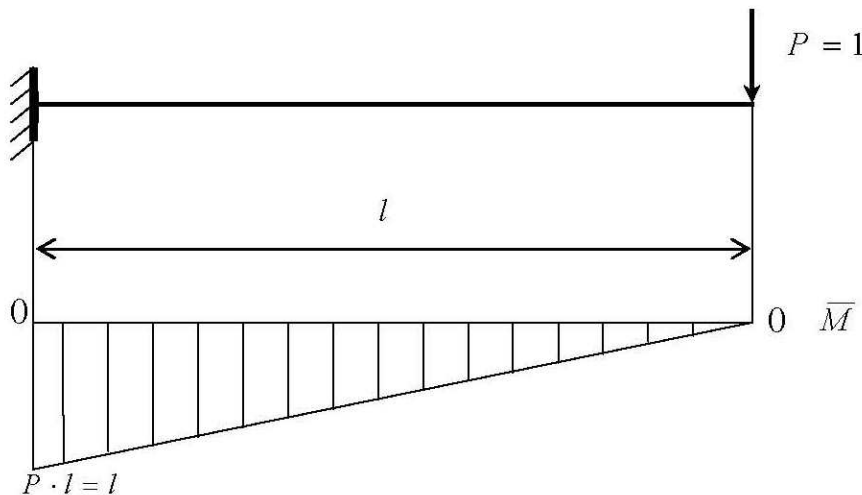


Рисунок 2 – Схема к определению δ_{11}

С учётом этого $k = \sqrt{\frac{1}{m \cdot \delta_{11}}} = \sqrt{\frac{1}{1000 \cdot 2,446 \cdot 10^{-6}}} = 20,220 \text{ с}^{-1}$.

Подставив найденные значения величин в выражение (5), получим:

$$y = \frac{2,943 \cdot 10^3}{20,220 \cdot (20,220^2 - 104,720^2)} \times$$

$$\times (20,220 \cdot \sin(104,720 \cdot t) - 104,720 \cdot \sin(20,220 \cdot t)) =$$

$$= 1,444 \cdot \sin(20,220 \cdot t) - 0,279 \cdot \sin(104,720 \cdot t), \text{ мм} \quad (7)$$

График функции (7) представлен на рис. 3. Из него находим максимальное значение этой функции: $y_{\text{MAX}} \approx 1,7 \text{ мм}$.

Определяем максимальную нагрузку на балку в процессе колебаний:

$$Q_{\text{MAX}} = m \cdot g + c \cdot y_{\text{MAX}} = m \cdot g + \frac{y_{\text{MAX}}}{\delta_{11}} = 1000 \cdot 9,81 + \frac{1,7}{2,446 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= 9810 + 695 = 10505 \text{ Н}$$

Максимальные нормальные напряжения в балке при этом составят:

$$\sigma_{\text{MAX}} = \frac{\bar{M}_{\text{MAX}}}{W_x} \cdot Q_{\text{MAX}} = \frac{\ell}{W_x} \cdot Q_{\text{MAX}} = \frac{3 \cdot 10^3}{184 \cdot 10^3} \cdot 10505 = 171 \text{ МПа}.$$

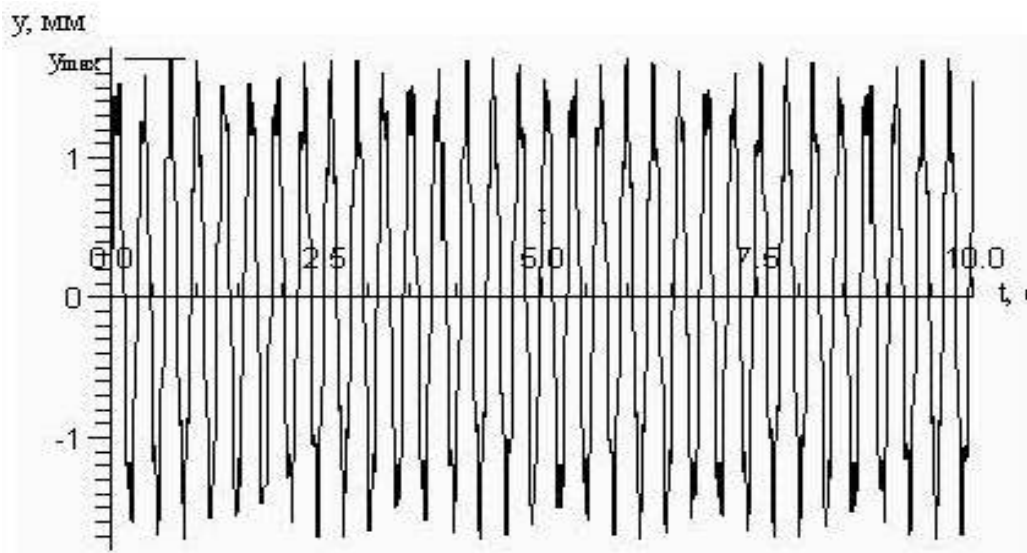


Рисунок 3 – График функции (7)

Сравним теперь этот результат с таковым, полученным при подсчёте по методике [7], в которой максимальная нагрузка на упругий элемент вычисляется через амплитуду вынужденных колебаний – A_2 или связанный с нею так называемый коэффициент нарастания амплитуды вынужденных колебаний – β :

$$Q_{\text{MAX}}^* = m \cdot g + c \cdot A_2 = m \cdot g + \beta \cdot H, \quad (8)$$

где

$$A_2 = \frac{h}{\sqrt{(k^2 - p^2)^2 + 4 \cdot p^2 \cdot n^2}}; \quad \beta = \frac{c \cdot A_2}{H} = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{p}{k}\right)^2\right)^2 + \frac{4 \cdot p^2 \cdot n^2}{k^4}}} \quad (9)$$

При $n = 0$ выражение для β принимает вид:

$$\beta = \frac{1}{\left|1 - (p/k)^2\right|}. \quad (10)$$

Тогда

$$Q_{\text{MAX}}^* = m \cdot g + \beta \cdot H = m \cdot g + \frac{H}{\left|1 - (p/k)^2\right|} = 1000 \cdot 9,81 + \frac{0,3 \cdot 1000 \cdot 9,81}{\left|1 - (104,720/20,220)^2\right|} = 9810 + 114 = 9924 \text{ Н};$$

$$\sigma_{\text{MAX}}^* = \frac{\bar{M}_{\text{MAX}}}{W_x} \cdot Q_{\text{MAX}}^* = \frac{\ell}{W_x} \cdot Q_{\text{MAX}}^* = \frac{3 \cdot 10^3}{184 \cdot 10^3} \cdot 9924 = 162 \text{ МПа}.$$

Очевидно, что существующая методика расчёта [7] в сравнении с предлагаемой даёт заметно меньший результат. В рассмотренном примере это уменьшение составляет:

$$\frac{\sigma_{\text{MAX}} - \sigma_{\text{MAX}}^*}{\sigma_{\text{MAX}}} \cdot 100 = \frac{171 - 162}{171} \cdot 100 = 5,3\%.$$

Если же сравнивать только динамические составляющие максимальных напряжений по обеим методикам расчёта, то их отличие будет ещё более существенным.

Оценим теперь полученные результаты с более общих позиций. Пусть зависимость $y(t)$ описывается уравнением (5). Тогда:

$$Q_{\text{MAX}} = m \cdot g + c \cdot y_{\text{MAX}} = m \cdot g + c \cdot \frac{h}{k \cdot |k^2 - p^2|} \cdot f_{\text{MAX}}, \quad (11)$$

где f_{MAX} – максимальное значение функции

$$f = k \cdot \sin(p \cdot t) - p \cdot \sin(k \cdot t). \quad (12)$$

Очевидно, что $f_{\text{MAX}} \leq k + p$, т. е. что максимум функции (12), представляющей собой наложение друг на друга двух синусоид с разными круговыми частотами, не превышает суммы их амплитуд. Анализ ряда специально построенных графиков функции (12) с варьированием значений p и k показал, что с достаточной для практических расчётов точностью можно считать, $f_{\text{MAX}} \approx k + p$.

С учётом этого получим:

$$Q_{\text{MAX}} = m \cdot g + c \cdot \frac{h}{(k \cdot |k^2 - p^2|)} \cdot (k + p) = m \cdot g + \frac{c \cdot H \cdot (k + p)}{(k \cdot m \cdot |k^2 - p^2|)} = m \cdot g + \frac{k}{|k - p|} \cdot H;$$

$$Q_{\text{MAX}} = m \cdot g + \frac{1}{|1 - (p/k)|} \cdot H = m \cdot g + \gamma \cdot H, \quad (13)$$

где γ – безразмерный коэффициент:

$$\gamma = \frac{1}{|1 - (p/k)|}. \quad (14)$$

При расчёте по существующей методике [7] величина Q_{MAX}^* определяется по формуле (8) как $Q_{\text{MAX}}^* = m \cdot g + \beta \cdot H$.

Отношение динамических составляющих Q_{MAX} и Q_{MAX}^* составит:

$$\alpha = \frac{\gamma \cdot H}{\beta \cdot H} = \frac{\gamma}{\beta} = \frac{1}{|1 - (p/k)|} \cdot |1 - (p/k)^2| = 1 + \frac{p}{k}. \quad (15)$$

Таким же будет и отношение динамических составляющих максимальных напряжений в конструкции. Проанализируем теперь выражение (15).

При $p < k$ величина α изменяется в пределах $1 < \alpha < 2$, т. е. расхождение результатов расчёта при использовании обеих методик не превышает двух раз. В случае же, когда $p > k$, величина α не имеет верхнего предела $\alpha > 2$, и расхождение результатов может быть сколь угодно большим.

Таким образом, при отсутствии сопротивления среды ($n = 0$) существующая методика расчета значительно занижает величины динамических усилий и напряжений в колеблющихся конструкциях, при этом степень этого занижения определяется отношением круговых частот возмущающей силы и собственных колебаний упругой системы.

При наличии сопротивления среды ($n > 0$) собственные колебания становятся затухающими и продолжительность биений сокращается. Однако и в этом случае $y_{\text{MAX}} \gg A_2$. Это хорошо видно из графика функции (2), построенного по числовым данным рассмотренной задачи и $n = 0,3 \cdot k$ (рис. 4). В данном случае y_{MAX} больше A_2 в 4,2 раза.

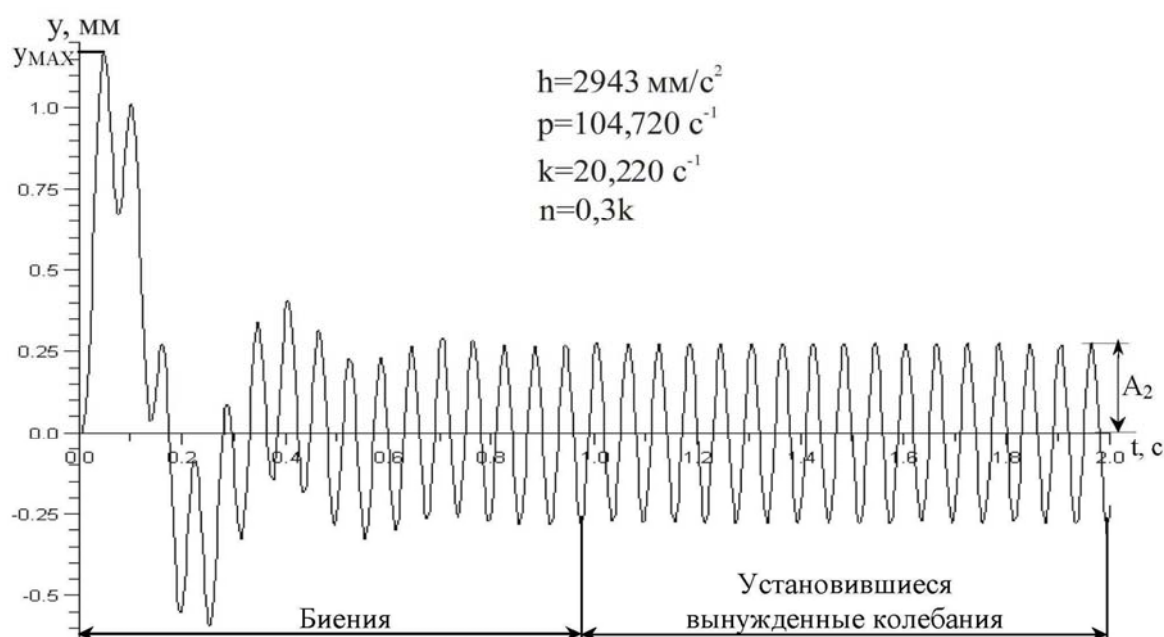


Рисунок 4– График функции (2)

Анализ подобных графиков, построенных с варьированием значения n , показал, что с ростом сопротивления среды отношение y_{MAX}/A_2 плавно уменьшается и при значениях n , близких к предельному ($n = k$), составляет около 3,0, т. е. остается довольно значительным и игнорировать это обстоятельство в практических расчетах нельзя.

Вывод. Существующая методика прочностных расчетов стержневых конструкций, подверженных вынужденным колебаниям, значительно занижает величины динамических усилий и напряжений в этих конструкциях.

При отсутствии сопротивления среды это занижение максимально и определяется отношением круговых частот возмущающей силы и собственных колебаний упругой системы.

Рост сопротивления среды уменьшает погрешности существующей методики, но полностью не устраняет их.

Для повышения точности и надежности расчетов целесообразно отказаться от практики определения максимальной нагрузки на упругий элемент через амплитуду вынужденных колебаний A_2 , а вместо неё использовать максимальное отклонение колеблющейся массы $y_{\max}$, определяемое по графику колебательного процесса, построенному с применением компьютерной техники. Такое изменение особенно актуально для колебаний в воздушной и других слабо сопротивляющихся средах.

Все вышеизложенное представляется полезным для студентов и преподавателей высших учебных заведений, читающих курсы сопротивления материалов и других смежных дисциплин, а также практических специалистов, выполняющих прочностные расчеты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никитин Н. Н. Курс теоретической механики: учебник для студентов машиностроительных и приборостроительных специальностей вузов / Н. Н. Никитин. – М. : Высшая школа, 1990. – 607 с.
2. Сопротивление материалов: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / Г. С. Писаренко [и др.] – К. : Вища школа, 1986. – 775 с.
3. Дарков А. В. Сопротивление материалов: учебник для техн. вузов / А. В. Дарков, Г. С. Шпиро. – М. : Высшая школа, 1989. – 624 с.
4. Холодняк Ю. С. Прочностные расчеты в машиностроении и необходимость учета в них эквивалентных напряжений / Ю. С. Холодняк, С. В. Подлесный, Е. Ю. Роменский // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії : збірник наукових праць. – Краматорськ : ДДМА, 2006. – № 1 (6Е). – С. 74–80.
5. Особенности прочностного расчёта балок и их учет в изложении технических дисциплин / Ю. С. Холодняк, С. В. Подлесный, А. В. Периг, А. А. Григорьев // «Качество образования – управление, сертификация, признание»: сборник научных работ международной научно-методической конференции / под общ. ред. проф. С. В. Ковалевского. – Краматорск : ДГМА, 2011. – С. 463–469.
6. Холодняк Ю. С. О методике изложения вопросов прочности двутавровой балки / Ю. С. Холодняк, А. В. Периг, И. А. Матвеев // «Современное образование и интеграционные процессы»: сборник научных работ международной научно-методической конференции / под общ. ред. д.т.н., проф. С. В. Ковалевского. – Краматорск : ДГМА, 2012. – С. 351–362.
7. Холодняк Ю. С. О совершенствовании методики прочностных расчетов стержневых конструкций при вынужденных колебаниях и её изложения в курсах технических дисциплин / Ю. С. Холодняк, И. А. Матвеев // «Качество образования: управление, сертификация, признание»: сборник научных работ международной научно-методической конференции / под общ. ред. д.т.н., проф. С. В. Ковалевского. – Краматорск : ДГМА, 2013. – С. 172–180.
8. Збірник розрахунково-графічних завдань з курсу «Опір матеріалів»: нав. пос. / Л. В. Кутовий, В. А. Овчаренко [та ін.] – Краматорськ: ДДМА 2007. – 220 с.

УДК 669-176:548.4

ВЛИЯНИЕ ХИМСОСТАВА НА ТЕКСТУРУ И АНИЗОТРОПИЮ КОЭРЦИТИВНОЙ СИЛЫ ГОРЯЧЕКАТАНЫХ АУСТЕНИТНО-НЕСТАБИЛЬНЫХ СТАЛЕЙ

Н.М. Шкатуляк¹, В.В. Усов², Е.А. Драгомерецкая³

¹кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики, Государственное высшее учебное заведение «Южно-украинский национальный педагогический университет имени К. Д. Ушинского», г. Одесса, Украина, e-mail: shkatulyal@mail.ru

²доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой технологического и профессионального образования, Государственное высшее учебное заведение «Южно-украинский национальный педагогический университет имени К. Д. Ушинского», г. Одесса, Украина, e-mail: valentin_usov50@mail.ru

³аспирантка кафедры физики, Государственное высшее учебное заведение «Южно-украинский национальный педагогический университет имени К. Д. Ушинского», г. Одесса, Украина, e-mail: dragomeretskaya@bk.ru

Аннотация. В работе проведено исследование кристаллографической текстуры, микроструктуры и коэрцитивной силы сталей со структурой метастабильного аустенита после горячей прокатки на 50 и 71 % по толщине. Найдены значимые линейные корреляционные связи с коэффициентами надежности аппроксимации не менее 0,9 между значениями никелевого эквивалента сталей и величинами суммарной полюсной плотности на ОПФ НН мартенсита сталей со структурой нестабильного аустенита после горячей прокатки.

Ключевые слова: аустенитно-нестабильные стали, никелевый эквивалент, кристаллографическая текстура, коэрцитивная сила, анизотропия.

EFFECT OF CHEMICAL COMPOSITION ON TEXTURE AND COERCIVE FORCE ANISOTROPY OF AUSTENITIC-UNSTABLE HOT-ROLLED STEELS

Natalia Shkatulyak¹, Valentin Usov², Elena Dragomeretskaya³

¹PhD, Associate Professor, Department of Physics, State Higher Educational Institution "South Ukrainian National Pedagogical University named after K.D. Ushinsky", Odessa, Ukraine, e-mail: shkatulyal@mail.ru

² PhD of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of Technological and Professional Education, State Higher Educational Institution "South Ukrainian National Pedagogical University named K.D. Ushinsky", Odessa, Ukraine, e-mail: valentin_usov50@mail.ru

³Postgraduate, Department of Physics, State Higher Educational Institution "South Ukrainian National Pedagogical University named K.D. Ushinskogo", Odessa, Ukraine, e-mail: dragomeretskaya@bk.ru

Abstract. In the work investigated crystallographic texture, coercive force and microstructure of steels with metastable austenite structure after hot rolling at 50 and 71% in thickness. There are found significant linear correlations with coefficients of reliability of approxi-

mation of not less than 0.9 between the values of nickel equivalent steels and total pole density on inverse pole figures of normal direction of martensite in austenitic-unstable steels after hot rolling.

Keywords: *austenitic-unstable steels, nickel equivalent, crystallographic texture, the coercive force, anisotropy.*

Введение. Долгосрочное использование изделий, конструкций и инженерных сооружений в сложных условиях температуры и нагрузки часто вызывает существенные изменения в исходной структуре и деградации физико-механических свойств материалов. Это может привести к преждевременному выходу из строя оборудования и аварии. В сталях и сплавах со структурой метастабильного аустенита мартенситные превращения происходят под действием приложенных напряжений. Ранее было показано [1, 2], что при прогнозировании свойств вышеупомянутых сталей необходимо принимать во внимание, что в процессе деформации происходит одновременное изменение структурных и прочностных характеристик исходной пластичной аустенитной и образующейся упрочняющей фазы – мартенсита деформации. Однако структурные аспекты влияния (в частности, текстуры) аустенита на интенсивность текстуры мартенсита и анизотропию магнитных свойств в зависимости от химсостава и температурно-силовых условий деформирования таких сталей изучены недостаточно. В связи с этим для диагностики текущего структурного состояния конструкционных метастабильных аустенитных сталей представляется перспективным применение неразрушающих методов, в частности, магнитных [3] наряду с рентгеновскими методами. Использование магнитных методов является эффективным для изучения аустенитно-нестабильных сталей вследствие изменений их магнитных характеристик, вызванных возникновением в их структуре ферромагнитного мартенсита, а также и изменения соотношения между магнитной (α -мартенсит) и немагнитной (аустенит) фазы в процессе деформации [3].

Цель работы. В данной работе исследовали текстуру аустенита и мартенсита и изменение коэрцитивной силы в аустенитно-нестабильных сталях различного химсостава после горячей прокатки.

Материал и результаты исследований. Материалом для исследования послужили три стали, химический состав которых представлен в таблице 1.

Полосы сталей после аустенитизации в течении 1 часа при 1100°C, вытащив из печи, прокатывали с обжатием 50% за один проход и 71% за два прохода на лабораторном стане с диаметром валков 180 мм с последующим естественным охлаждением на воздухе. Коэрцитивную силу измеряли

при помощи портативного коэрцитиметра КРМ-Ц-К2М в направлении прокатки (НП), диагональном направлении (ДН, то есть в НП+45°) и поперечном направлении (ПН) листов. Результаты измерения представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Химсостав сталей

№ образца	Массовая доля в %							
	C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	Mo
1	0,22	0,34	1,62	8,90	8,10	0,018	0,013	< 0,1
2	0,17	0,60	0,20	6,60	6,60	0,016	0,019	< 0,1
3	0,31	2,0	1,78	0,16	0,16	0,029	0,012	< 0,1

Таблица 2 – Коэрцитивная сила в листах горячекатаных аустенитно-нестабильных сталях после горячей прокатки

№ образца стали	Степень деформации	Коэрцитивная сила, Нс, А/см		
		НП	45°	ПН
1	50	15,3	13,3	10,5
	71	18,3	16,8	12,8
2	50	54,9	54,9	54,8
	71	54,8	54,7	54,8
3	50	0,7	0,7	0,9
	71	0,8	0	0

Текстуру изучали рентгеновским методом на дифрактометре ДРОН-3 по геометрии Брега-Брентано с построением обратных полюсных фигур (ОПФ) [4]. На дифрактометре ДРОН-3м проводили сканирование по углам $\theta - 2\theta$ в излучении $K\alpha$ – молибдена. Записывали дифрактограммы линий 110, 200, 211, 220, 310, 222, 321, 400 для мартенсита сталей и образца без текстуры. Для текстурованных образцов аустенита сталей и соответствующего образца без текстуры фиксировали дифракционные отражения от кристаллографических плоскостей 111, 200, 220, 311, 222, 331, 420, 422, 531, 620, 533, 640, 642, 733, 664, 931. Бестекстурные образцы изготовили из мелких рекристаллизованных опилок соответствующих фаз. В качестве полюсной плотности использовали отношения интегральных интенсивностей линий дифракции исследуемых образцов и эталона с нормировкой по Моррису [4]. Приведенная полюсная плотность P_{hkl} пропорциональна отношению интенсивности линии (hkl) в текстурованном образце и образце без текстуры:

$$P_{hkl} = \frac{I_{hkl}^T}{I_{hkl}^0} K. \quad (1)$$

Нормирующий множитель K может быть выражен

$$K = \frac{1}{\sum_{\Delta} A_{hkl} I_{hkl}^T / I_{hkl}^0} \quad (2)$$

где $\sum_{\Delta} A_{hkl} = 1$. Значение коэффициентов A_{hkl} приведены в [4]. Таким образом, величина полюсной плотности P_{hkl} на ОПФ

$$P_{hkl} = \frac{I_{hkl}^T / I_{hkl}^0}{\sum_{\Delta} A_{hkl} I_{hkl}^T / I_{hkl}^0} \quad (3)$$

где I_{hkl}^T – интегральная интенсивность линии $\{hkl\}$ в текстурированном образце, I_{hkl}^0 – то же для образца без текстуры.

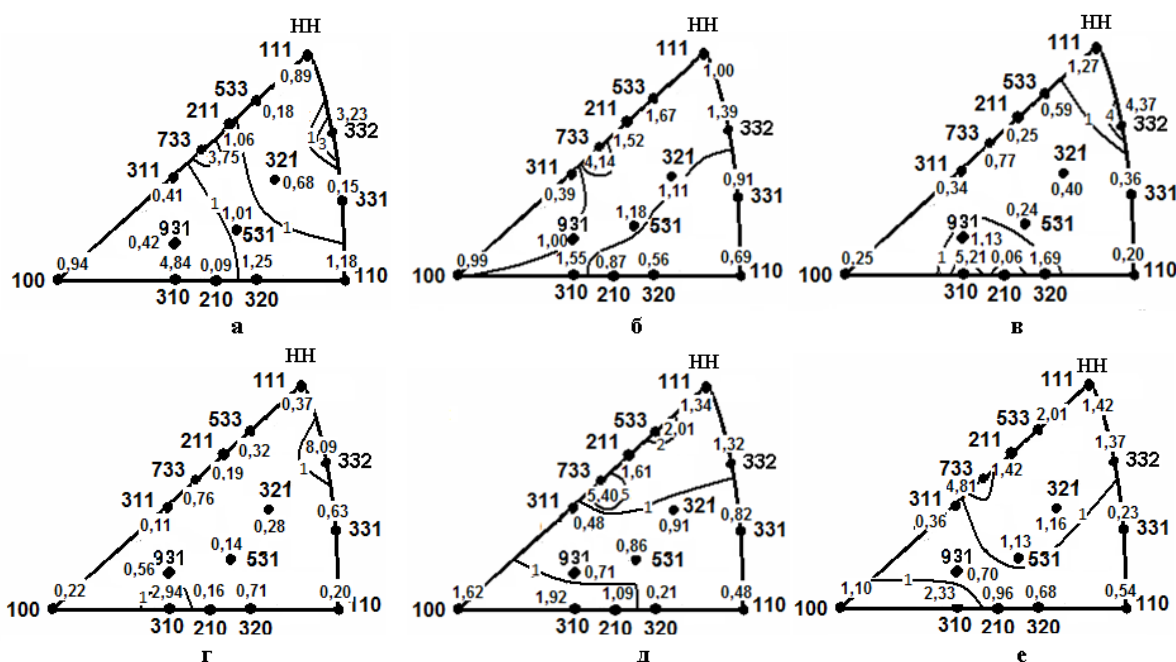


Рис. 1. – ОПФ НН аустенита сталей 1, 2, 3. а, б, в – после прокатки на 50 %; г, д, е после прокатки на 71 %, соответственно

Текстура прокатки аустенита стали № 1 после прокатки на 50 % (рис. 1, а) имеет черты подобные текстуре металлов с гранецентрированной кубической (ГЦК) решеткой. Основное отличие состоит в наличии относительно интенсивного максимума в полюсе $\langle 332 \rangle$. Этот максимум большей или меньшей интенсивности присутствует и на остальных ОПФ НН аустенита исследуемых сталей после прокатки. Образование этого максимума связано с двойникованием [4, 5]. Наличие двойников подтверждается на наших снимках микроструктуры (рис. 2).

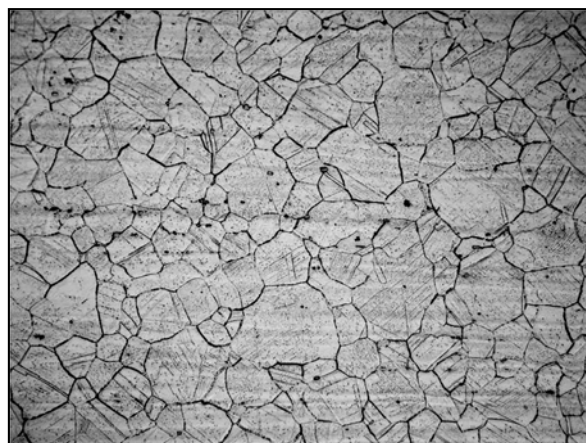


Рис. 2. – Микроструктура трубного образца из стали № 1. Снято на микроскопе «Неофот – 32». Увеличение $\times 200$

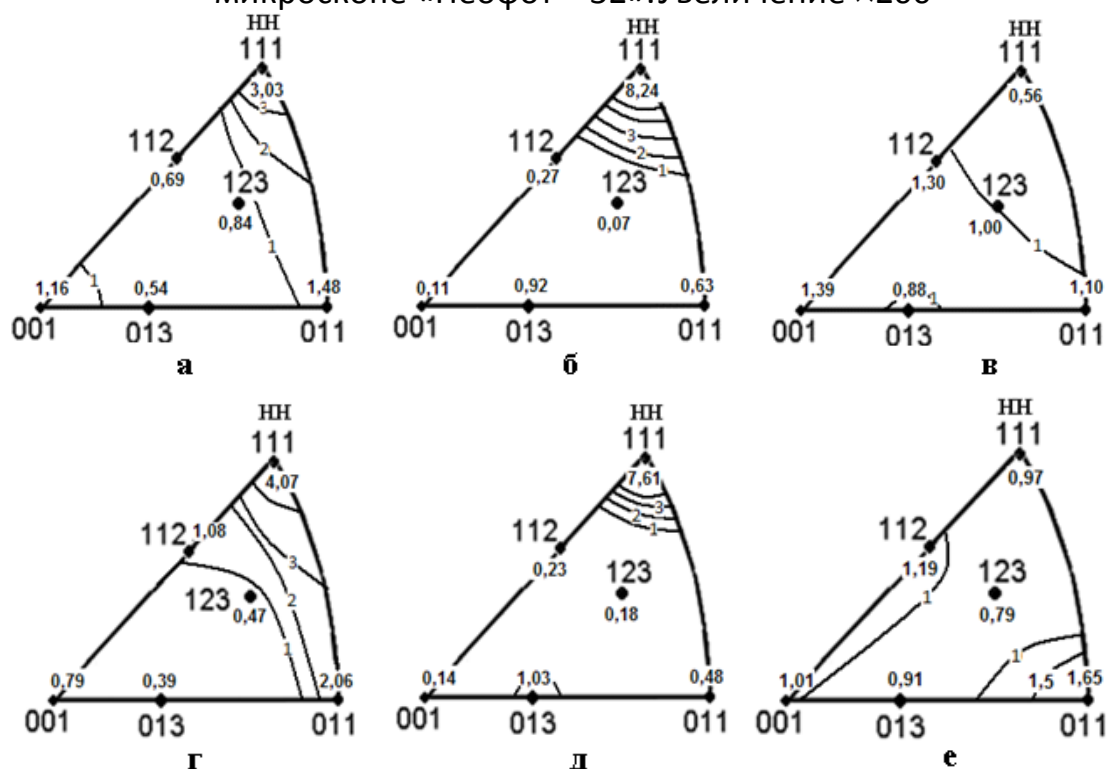


Рис. 3. – ОПФ НН мартенсита сталей 1, 2, 3. а, б, в – после прокатки на 50 %; г, д, е – после прокатки на 71 %, соответственно

В общем случае коэрцитивную силу можно представить как сумму составляющих, обусловленных кристаллографической магнитной анизотропией, возникающими при наличии дефектов кристаллической решетки внутренними упругими напряжениями, и измельчением кристаллов и их вытянутостью.

Текстура мартенсита в стали №1 может быть описана как комбинация ориентировок $\{001\}\langle 100 \rangle + \{110\}\langle 100 \rangle + \{111\}\langle 110 \rangle$ после деформации на 50% (рис. 3, а). Первый из вышеуказанных компонентов, связанный с динамической рекристаллизацией, исчезает после степени деформации 71 % стали

№1 (рис. 3, б). При такой текстуре, как показал расчет, характер кристаллографической магнитной анизотропии соответствует показанному в таблице 2 характеру анизотропии коэрцитивной силы для стали №1. С ростом степени деформации стали 1 увеличивается интенсивность деформационного мартенситного превращения, возрастают упругие напряжения и измельчение кристаллов. При этом, как видно в таблице 2, коэрцитивная сила растет, но характер анизотропии практически не изменился.

Из таблицы 2 видно, что коэрцитивная сила максимальна в стали №2. При этом ее анизотропия минимальна. На рис. 3 видно, что наиболее интенсивна текстура мартенсита в стали №2. Это обусловлено, вероятно, интенсивным деформационным мартенситным превращением в процессе горячей деформации в стали №2. Текстура мартенсита стали №2 может быть описана как $\{111\}\langle 110 \rangle$. Расчет показал, что при такой текстуре кристаллографическая магнитная анизотропия минимальна. В то же время, весьма вероятно возникновение упругих напряжений и измельчение кристаллов в процессе деформационного мартенситного превращения в стали №2. В результате вклад всех вышеупомянутых факторов обусловил высокое значение коэрцитивной силы в стали №2.

При прокатке стали № 3 деформационное мартенситное превращение играет незначительную роль, поскольку интенсивность текстуры мартенсита по сравнению со сталями № 1 и №2 минимальна. Это проявляется также при измерении коэрцитивной силы в стали №3.

Интенсивность образования мартенсита деформации и, соответственно, величина коэрцитивной силы в определенной степени определяется влиянием химического состава, если принять во внимание так называемый никелевый эквивалент. Никелевый эквивалент $Ni_{экв}$ является количественной мерой интенсивности образования мартенсита деформации и может быть вычислен по соотношению [1]

$$Ni_{экв}, \% = \%Ni + 0,65\%Cr + 0,98\%Mo + 1,05\%Mn + 0,35\%Si + 12,6\%C. \quad (4)$$

Магнитные свойства стали определяются объемным содержанием ферромагнитной фазы. Объемное содержание различных ориентировок кристаллов, в свою очередь, пропорционально полюсной плотности на ОПФ [4]. В таком случае суммарное значение полюсной плотности на ОПФ мартенсита сталей будет характеризовать объемное содержание ферромагнитной фазы, ответственной за коэрцитивную силу. Величины никелевого эквивалента исследуемых сталей, рассчитанных по соотношению (4), представлены в таблице 3.

Проведенный нами корреляционный анализ позволил выявить значимые линейные корреляционные связи с коэффициентами надежности аппроксимации не менее 0,9 между величинами никелевого эквивалента и

суммарным значением полюсной плотности на ОПФ мартенсита. Видно (таблица 3), что минимальное объемное содержание ориентировок мартенсита соответствует минимальному значению никелевого эквивалента в стали №3. При этом максимальному значению никелевого эквивалента соответствует максимальная величина суммарной полюсной плотности стали №2 и минимум анизотропии.

Таблица 3 – $Ni_{\text{экв}}$ и суммарная полюсная плотность $\sum P_{hkl}$ на ОПФ мартенсита на рис. 2

№ образца стали	$Ni_{\text{экв}}$	$\sum P_{hkl}$	$\sum P_{hkl}$
		$\epsilon=50\%$	$\epsilon=71\%$
1	18,5	7,73	8,87
2	21,5	10,25	9,67
3	12,2	6,23	6,51

Вывод.

1. Исследована кристаллографическая текстура, микроструктура и коэрцитивная сила сталей со структурой метастабильного аустенита после горячей прокатки на 50 и 71 % по толщине.

2. Основное отличие текстуры аустенита от типичной текстуры прокатки ГЦК металлов состоит в наличии связанного с двойникованием максимума в полюсе $\langle 332 \rangle$ на ОПФ НН после горячей прокатки аустенитно-нестабильных сталей

3. Имеют место значимые линейные корреляционные связи с коэффициентами надежности аппроксимации не менее 0,9 между значениями никелевого эквивалента сталей и величинами суммарной полюсной плотности на ОПФ НН мартенсита сталей со структурой нестабильного аустенита после горячей прокатки на 50 и 71 % по толщине.

3. Текстура мартенсита характеризуется наличием сильных максимумов в полюсе $\langle 111 \rangle$ на ОПФ НН в сталях № 1 и №2. Коэрцитивная сила и интенсивность текстуры $\{111\}$ параллельно плоскости прокатки максимальны в стали №2, что соответствует максимальному значению никелевого эквивалента. При этом анизотропия стали №2 минимальна.

5. Интенсивность текстуры мартенсита, коэрцитивная сила и никелевый эквивалент минимальны в стали №3, что соответствует минимальному значению никелевого эквивалента.

6. Максимум интенсивности текстуры мартенсита, коэрцитивной силы имеют место для стали №2 с максимальным значением никелевого эквивалента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нижник С.Б., Дмитриева Е.А. О структурной зависимости параметров деформирования и трещиностойкости метастабильных аустенитных сталей // Проблемы прочности. – 2012. – №3. – С. 97-112.
2. Глушец А.М., Капуткина Л.М., Бернштейн М.Л. Влияние горячей деформации аустенита на образование мартенсита деформации в сталях // Изв. Вузов, Черная металлургия. – 1980. – №5. – С. 99-103.
3. Gorkunov E.S., Savrai R.A., Makarov A.V., Zadvorkin S.M. Magnetic techniques for estimating elastic and plastic strains in steels under cyclic loading // Diagnostics, Resource and Mechanics of materials and structures. – 2015 – Issue 2. – P. 6-15.
4. Теория образования текстур в металлах и сплавах / Я.Д. Вишняков, А.А. Бабарэко, С.А. Владимиров, И.В. Эгиз. – М.: Наука, 1979. – 343 с.
5. Singh C.D., Ramaswamy V. Development of rolling textures in an austenitic stainless steel // Textures and Microstructures. – 1992. – Vol. 19. – pp. 101-121.

УДК 669.02/09:519.28

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЧИСТКИ ОТВЕРСТИЙ МАЛОГО ДИАМЕТРА В ДЕТАЛЯХ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА**А.Г. Ясев**

кандидат технических наук, профессор кафедры прикладной математики и вычислительной техники, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: navid@metal.dmeti.dp.ua

Аннотация. Описано использование системы математического моделирования, которая включает математическое моделирование, разработку конструктивно-технологических предложений и оптимизацию параметров оснастки, при создании технологической оснастки для очистки отверстий малого диаметра в деталях гидравлического привода.

Ключевые слова: моделирование, очистка, отверстие, деталь, гидромашины.

MODELING OF CLEANING HOLES WITH SMALL DIAMETERS IN DETAILS OF ELEMENTS OF HYDRAULIC MACHINES**Alexander Yasev**

Ph.D., Professor of the Department of Applied Mathematics and Computer Science of the National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: navid@metal.dmeti.dp.ua

Abstract. Utilization of system of mathematical modeling, which consist of mathematical modeling, creation constructional and technological propositions and optimization parameters of equipment, during the creation technological equipment for cleaning holes with small diameters in details of elements of hydraulic machines is described.

Keywords: Modeling, cleaning, hole, detail, hydraulic machine.

Введение. Детали элементов гидравлического привода, как правило, относятся к прецизионным, имеют сложную конструктивную форму (сочетание разных элементарных поверхностей, в том числе отверстий диаметром менее 2 мм) и высокую твердость поверхностей (HRC 50...55). Такие значения твердости достигаются в результате химико-термической обработки, после которой поверхности деталей необходимо очищать от возникающей окалины (обычно трудоемким немеханизированным способом). Для механизации и обеспечения гарантированной очистки труднодоступных поверхностей отверстий малого диаметра можно использовать обработку потоком абразивных частиц с помощью специальной технологической оснастки.

Цель работы. Создание такой технологической оснастки с применением системы математического моделирования, которая включает математическое моделирование (целеполагание, идеализация, формализация, идентификация, проверка адекватности); разработку конструктивно-технологических предложений; оптимизацию параметров оснастки.

Рассмотрим [1] решение такой задачи на примере очистки отверстия диаметром 1 мм в плунжере гидравлического насоса.

Материал и результаты исследований. Процесс очистки упрощенно можно рассматривать как контактное взаимодействие поверхности детали и инструмента (гидроабразивного потока), которое может быть описано универсальной математической моделью, основанной на модели элементарного единичного акта контактного взаимодействия. Модель включает четыре блока:

- модель обрабатываемой поверхности;
- модель гидроабразивного потока;
- модель кинематических и динамических особенностей взаимодействия;
- модель изменения свойств поверхности после взаимодействия.

Учитывая симметрию формы обрабатываемой цилиндрической поверхности и практически однородный характер явлений по всей длине отверстия, исследовался съем материала с элементарной площадки поверхности при воздействии отдельных абразивных частиц. Основными технологическими параметрами являются величины зернистости абразива и скорости частиц потока. Особенностью изучаемого процесса является случайный

характер величины угла атаки каждой отдельной частицы, который воспроизводится при моделировании в виде случайной величины с равномерным (в диапазоне $0 \div 90^\circ$) законом распределения вероятностей.

Многократное воспроизведение единичных актов (500) позволяет оценить взаимодействие при очистке во времени. При этом параметры поверхности, абразивной частицы (принимается в виде сферы) и гидроабразивного потока для единичного акта определяются как реализации случайных величин (как правило, с нормальным законом распределения вероятностей).

В основе математической модели, позволяющей оценивать величину съема материала, лежит известная модель Герца. Оценкой величины износа сферического элемента является объем шарового сегмента, имеющего высоту стрелки, равную половине величины деформации элемента при контактом взаимодействии при условии, что напряжения при контактом взаимодействии превосходят допустимые напряжения среза для конкретного материала.

Математическое моделирование позволило определить основные особенности гидроабразивной обработки, а также направления и принципиальные решения при создании технологической оснастки.

Для гарантированной очистки поверхностей отверстий малого диаметра $0,6 \div 2$ мм после химико-термической обработки (в частности, азотирования) прецизионных деталей гидравлического привода предложена [1] специальная технологическая оснастка, которая реализует результаты математического моделирования.

Перед началом обработки детали устанавливают в приспособление так, что оси деталей располагаются касательно к выпуклости в зоне сопряжения с вогнутыми частями. Сопла устанавливают таким образом, чтобы их срез входил в деталь на $0,5 \div 1$ мм. После этого установку заправляют гидроабразивной суспензией до уровня, обеспечивающего затопление обрабатываемой детали и части сопла.

Сопла подключают к источнику сжатого воздуха, который направляет смесь жидкости и воздуха в виде струи касательно к выпуклой части дна, и взвешивает находящийся в вогнутых частях абразив. Гидроабразивная смесь, проходя через отверстия в деталях, обеспечивает обработку внутренних поверхностей.

После окончания цикла обработки детали промывают от абразивных частиц. Затем обработанные детали заменяют новыми и цикл обработки повторяется.

Оптимизация конструктивно-технологических параметров использования оснастки, выполнена в два этапа:

1. Аналитическая оптимизация основных технологических параметров, определяющих съем материала и изменение шероховатости обрабатываемой поверхности.

2. Натурная оптимизация основных параметров процесса с использованием установленных на первом этапе значений параметров.

В качестве критерия оптимизации принята интенсивность съема материала с элементарной площадки поверхности при суммарном воздействии достаточно большого количества (500) абразивных частиц. Оптимизируемыми технологическими параметрами являются величины зернистости абразива и скорости частиц потока, обеспечивающие максимальную интенсивность съема материала.

На втором этапе осуществляется натурная оптимизация технологических параметров, которые явно не присутствуют в математической модели. К оптимизируемым параметрам относятся концентрация абразива в суспензии, время обработки, диаметр воздушного сопла и расстояние между торцами сопла и плунжера. В качестве критерия оптимизации использован показатель (измеряемый в баллах) состояния обработанной поверхности.

Состояние обработанной поверхности (площадь участков внутренних поверхностей со следами нитридов железа, которые образуются при азотировании поршней и обладают высокой твердостью) контролировалось после продольного разрезания поршней по осевому сечению (что существенно увеличивало трудоемкость и стоимость экспериментальной обработки) и последующего исследования поверхностей с помощью микроскопа.

Выборочная проверка подтвердила, что поверхности отверстий имеют однородный вид без следов нитридов и окислов железа.

Установленные оптимальные конструктивно-технологические параметры оснастки, обеспечивающие стабильное получение однородных очищенных внутренних поверхностей поршней аксиально-поршневых гидромашин, использованы в конструкции оснастки и технологии ее применения.

Вывод. Использование системы математического моделирования позволяет эффективно решать практические задачи создания технологической оснастки для повышения качества обработки деталей элементов гидравлического привода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ясев А.Г. Система математического моделирования технологической оснастки для очистки отверстий малого диаметра в деталях элементов гидравлического привода // Математичне моделювання. – 2009. - №2. – с. 34-38.

УДК 622.684

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЛАКОВОГО ПОКРИТТЯ ЯКІРНОЇ ОБМОТКИ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА ПРОМИСЛОВОГО АВТОТРАНСПОРТУ

А.В. Веснін¹, В.О. Сістук², А.О. Богачевський³

¹кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри підйомно-транспортних машин, Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет», м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: artem_vesnina@mail.ru

²кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільного транспорту, Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет», м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: vladimir.sistuk@ya.ru

³асистент кафедри підйомно-транспортних машин, Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет», м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: mr.bogachevsky@mail.ru

Анотація. У роботі розглянуто комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану та результативного переміщення елементів ізоляції лобової частини якірної обмотки тягового двигуна кар'єрного самоскида БелАЗ-75131 під дією температурних навантажень, що виникають під час виконання транспортної роботи на трасах з різним ступенем складності гірничотехнічних умов.

Ключові слова: промисловий автотранспорт, кар'єрний самоскид, тяговий двигун, якірна обмотка, гірничотехнічні умови, метод кінцевих елементів, напружено-деформований стан.

STRAIN-STRESS STATE ANALYSIS OF LACQUER COATING OF INDUSTRIAL VEHICLE'S TRACTION MOTOR ARMATURE WINDING

Artem Vesnin¹, Volodymyr Sistuk², Anton Bogachevsky³

¹PhD, associated professor, Head of the Handling Road and Reclamation Machinery and Equipment Department, SHEI "Kryvyi Rih National University", Kryvyi Rih city, Ukraine, e-mail: artem_vesnina@mail.ua

²PhD, associated professor of the Automobile Transport Department, SHEI "Kryvyi Rih National University" Kryvyi Rih city, Ukraine, e-mail: vladimir.sistuk@yandex.ru

³assistant of the Handling, Road and Reclamation Machinery and Equipment Department, SHEI "Kryvyi Rih National University" Kryvyi Rih city, Ukraine, e-mail: mr.bogachevsky@mail.ru

Abstract. The computer simulation of stress-strain state and the resultant displacement of face of armature winding insulation components of BelAZ-75131 open pit truck traction motor with temperature loads which occurs during hauling on routes with various degree of mining conditions complexity was considered in the paper.

Keywords: industrial automobile transport, open pit truck, traction motor, armature winding, mining conditions, finite-element method, strain-stress state.

Вступ. Для транспортування залізовмісної гірничої маси на кар'єрах Криворізького басейну використовуються, перед усім, великовантажні самоскиди БелАЗ серії 75131. Важливим питанням щодо підвищення ефективності експлуатації даної техніки є мінімізація її простоїв, що потребує відповідного аналізу розподілу простоїв та причин їх виникнення. Виконаний аналіз простоїв самоскидів БелАЗ -75131 дозволив визначити, що 16 % від їх загального часу приходить на ремонт та обслуговування електромеханічної трансмісії, з яких 60 % виникають за рахунок несправності її електричної частини [1, 2]. Для уточнення причин відмов тягових електричних машин був проведений дефектоскопічний аналіз їх елементів. Встановлено, що значна кількість відмов викликана руйнуванням лакового покриття якірних обмоток тягових електричних двигунів з локалізацією на їх лобових частинах [3,4].

Для встановлення причин виникнення описаного дефекту на початковому етапі проведено термічний аналіз ділянки якірної обмотки у вигляді кінцево-елементної моделі, який проводився в середовищі Solidworks Flow Simulation [5, 6]. Він показав, що під час їздки в лаковому покритті виникають температурні пульсації за відносно короткі проміжки часу, вочевидь, обумовлені коливаннями дійсних струмів відповідно до змін сумарного дорожнього опору на трасі. Також можна спостерігати стійку тенденцію до максимального нагріву саме лобових частин обмотки [7]. Таким чином, результати дефектоскопічного аналізу й комп'ютерного моделювання дозволяють стверджувати, що відбувається нерівномірний розподіл температурних показників на якірній обмотці. Останнє може призводити до пластичних деформацій лакового покриття зі значними переміщеннями в області її лобової поверхні, що надалі викликатиме утворення мікротріщин ізоляції обмотки.

Мета роботи. Для визначення місць концентрації і величин деформацій лакового покриття якірної обмотки відповідно до навантажень на тягові двигуни під час руху самоскида на різних трасах необхідним стає проведення аналізу напружено-деформованого стану (НДС) ізоляції обмотки.

Матеріал і результати досліджень. Для аналізу НДС об'єкта дослідження у вигляді пружно-пластичного матеріалу в середовищі Solidworks Simulation використовується модель пластичності по Мізесу або пластична модель Треска. Незважаючи на їх схожість, існує відмінність в описі стану чистого (простого) зрушення. Вона полягає у тому, що руйнування матеріалу відбувається за досягнення межі плинності вже при 87 % навантаженні (модель Треска) або при 100% навантаженні (модель Мізеса). НДС лакового покриття, який має високу межу плинності, найбільше відповідає умовам за Мізесом. Тому саме остання модель НДС була обрана у якості математичного апарату для подальшого кінцево-елементного моделювання [8, 9, 10, 11].

З метою розкриття уявлень про характер навантажень на тягові двигуни в залежності від складності гірничотехнічних умов було вибрано три траси Ганівського кар'єру з різним чергуванням повздовжніх ухилів та опору кочення (Рис. 1-3). Так, довжина першої траси складала 4697 м, з яких 63 % маршруту мали середній ухил в 76,3 %. На цій трасі наявні дві ділянки з ухилами у 150 % та 115,3 % протяжністю 100 м та 130 м відповідно, під час проходження яких виникають значні скачки струмового навантаження [7]. Також на даному маршруті присутні дві ділянки загальною відстанню у 490 м з ухилами у 57 % та 68 %, які чергуються без проміжного горизонтального відрізка. Загальний час їздки самоскида з вантажем та у знарядженому стані складає 34,13 хв. Приведені вище числові значення параметрів траси вказують на те, що розглянуту ділянку можна віднести до групи складних кар'єрних автомобільних доріг, які представлені на даному родовищі.

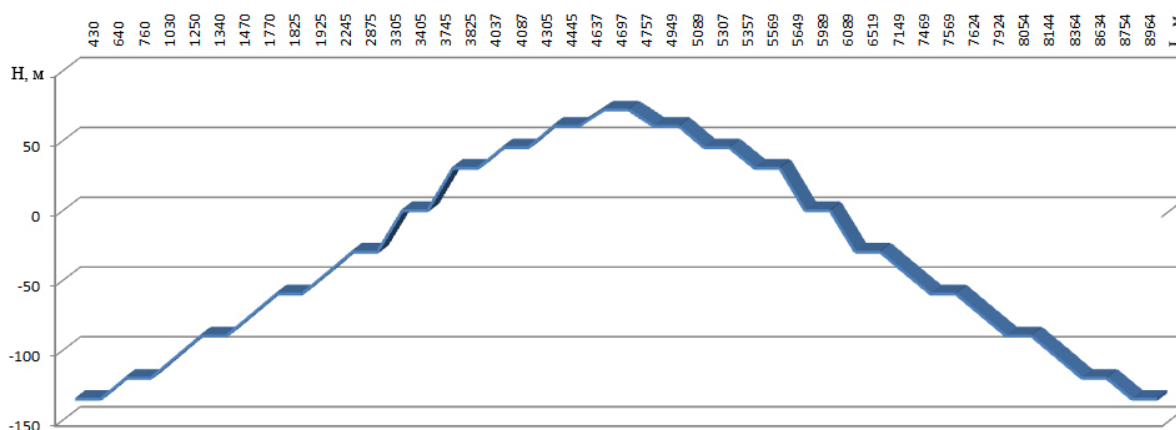


Рисунок 1 – Представлення маршруту у вигляді повздовжнього профілю першої траси

Друга траса має довжину в 5529 м, 36 % від якої становлять ділянки з середнім ухилом в 70 %. Найбільший поздовжній ухил становить 75 % з довжиною 400 м. Час їздки самоскида від вибою до перевантажувального пункту з поверненням до вибою складає 36 хв. Середній повздовжній ухил в 70 % є найпоширенішим на залізрудних кар'єрах Кривбасу, що дозволяє віднести даний маршрут до трас середньої складності.

Третя траса характеризується найменшою із розглянутих відстанню транспортування у 2980 м, з яких 43 % мають середній ухил в 60 %. На трасі спостерігається затяжна горизонтальна ділянка (1410 м). Максимальний повздовжній ухил – 69 %. Час їздки – 19,27 хв. Вказані параметри визначають дану трасу як легку.

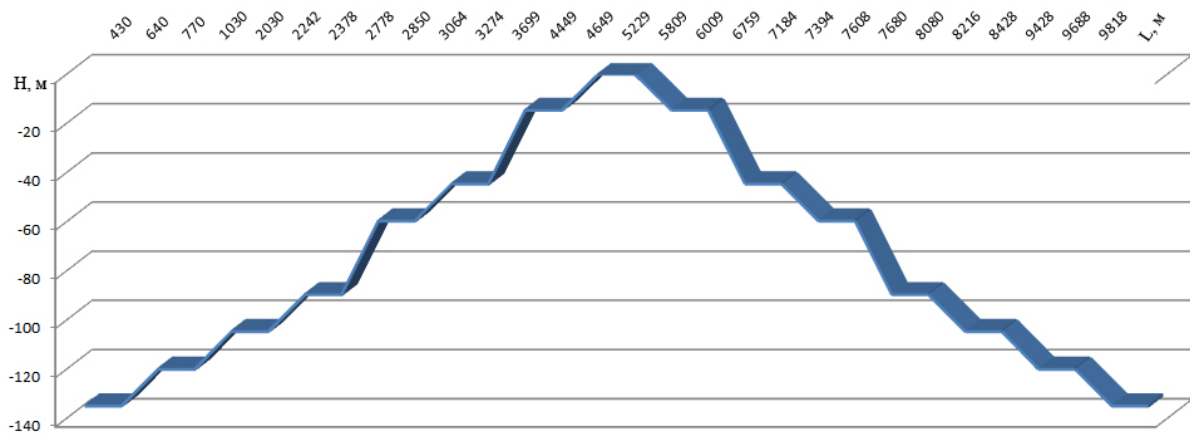


Рисунок 2—Представлення маршруту у вигляді повздовжнього профілю другої траси

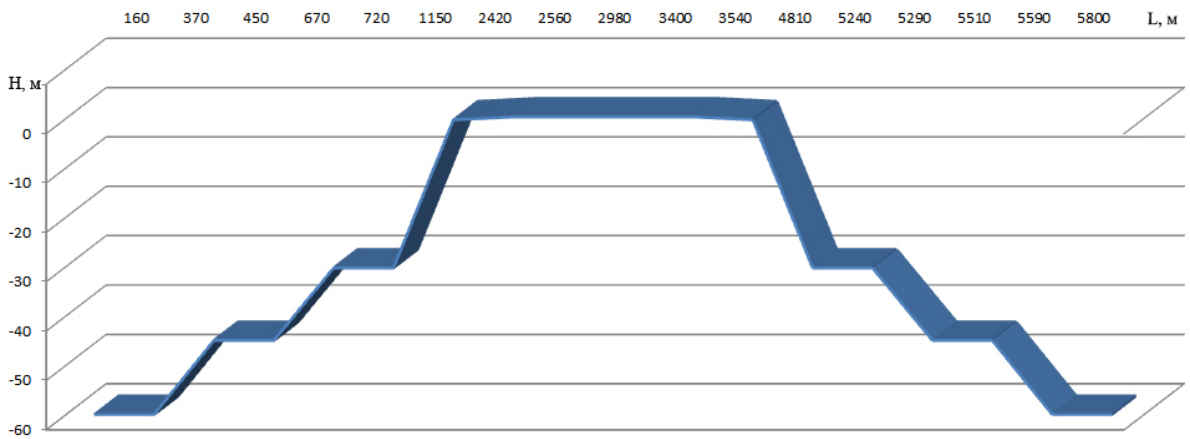


Рисунок 3—Представлення маршруту у вигляді повздовжнього профілю третьої траси

Для різних елементів транспортного циклу в результаті моделювання побудовано епюри НДС (Рис. 4-6). Так, на рис.4 представлено НДС solid-моделі, який отриманий за вихідних навантажень, що відбуваються при їзді самоскида на першій трасі. З рис.4. можна спостерігати, що локалізація максимальних значень напружень знаходиться на лобових частинах обмотки та в містах кріплення solid-моделі, і коливається в межах від $1,7 \times 10^6 \text{ Н/м}^2$ до $2,4 \times 10^6 \text{ Н/м}^2$ під час проходження самоскидом ділянки з ухилом в 150 %. На рис.5 представленні епюри НДС при проходженні самоскидом другої траси. Максимальні значення напружень спостерігаються також на лобовій частині та в містах кріплення моделі, і знаходяться в межах від $1,2 \times 10^5 \text{ Н/м}^2$ до $1,5 \times 10^5 \text{ Н/м}^2$. На рис.6 продемонстровано епюри НДС solid-моделі обмотки під час проходження самоскидом третьої траси. Локалізація найбільших значень напружень відбувається на лобових частинах обмотки, їх коливання – від $416,7 \text{ Н/м}^2$ до 1000 Н/м^2 .

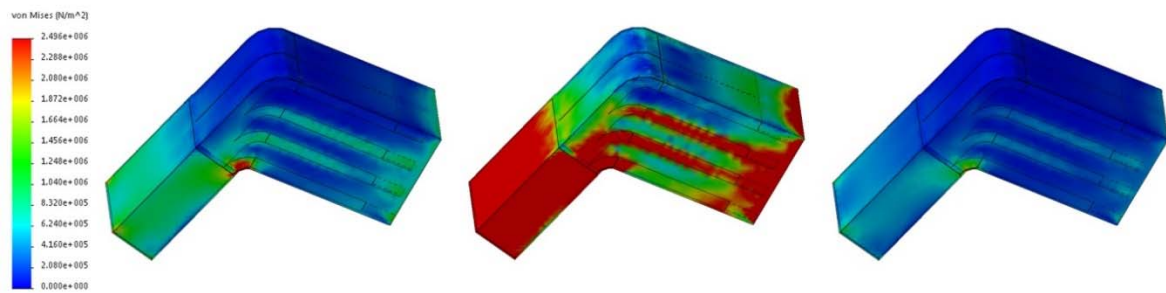


Рисунок 4– Напружено-деформаційний стан лобової частини лако-вого покриття обмотки на першій трасі: а) - при русі самоскида на підйом від вибою до перевантажувального пункту; б) - максимальні показники при русі самоскида на підйом ; в) - під час розвантаження

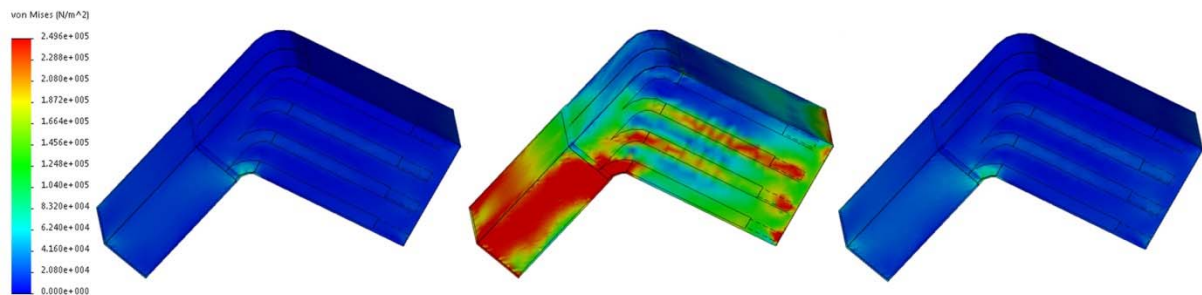


Рисунок 5–Напружено-деформаційний стан лобової частини лако-вого покриття обмотки на першій трасі: а) при русі самоскида на підйом від вибою до перевантажувального пункту; б) максимальні показники при русі самоскида на підйом ; в) під час розвантаження

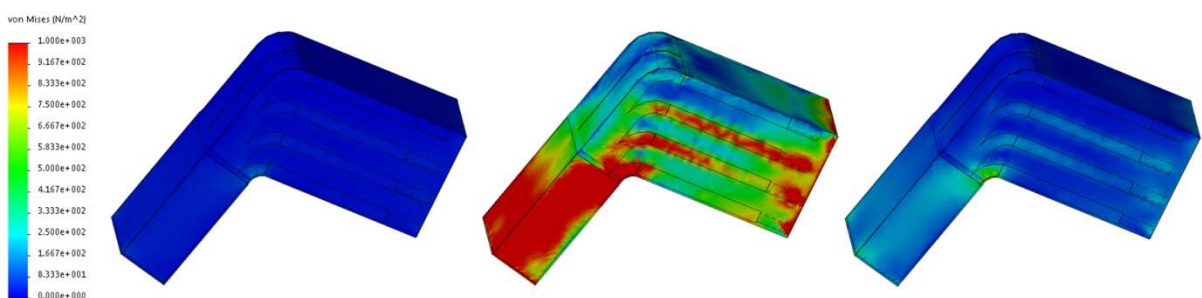


Рисунок 6–Напружено-деформаційний стан лобової частини лако-вого покриття обмотки на першій трасі: а) - при русі самоскида на підйом від вибою до перевантажувального пункту; б) - максимальні показники при русі самоскида на підйом ; в) - під час розвантаження

Саме виявлені максимальні напруження на лобових частинах обмотки, значення яких коливаються за короткі проміжки часу, зазвичай призводять

до деформації лакового покриття та швидкого утворення на ньому мікротріщин у вигляді триїнгів. Для визначення розмірів деформації ізоляції необхідним стає наступний етап аналізу, а саме, аналіз результуючого переміщення, відповідно до якого можливо отримати данні щодо зрушення елемента дослідження.

На рис.7 представлено епюру переміщень solid-моделі у плані, на якій чорним кольором позначені контури моделі до зрушення. Результуючі переміщення за трьома маршрутами представлені на рис. 8–10. Розміри переміщень залежать безпосередньо від НДС моделі. В попередньому аналізі найбільші напруження відбувались на лобових частинах обмотки і змінювались в залежності від стрибків дорожнього опору. Дана тенденція зберігається й для переміщень. Так, на складній трасі максимальне переміщення склало 1,5 мм, на середній та легкій - 1,1 мм і 0,058 мм відповідно.

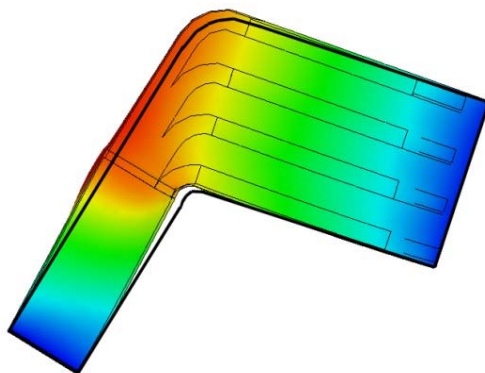


Рисунок 7—Результуючі переміщення solid-моделі у плані

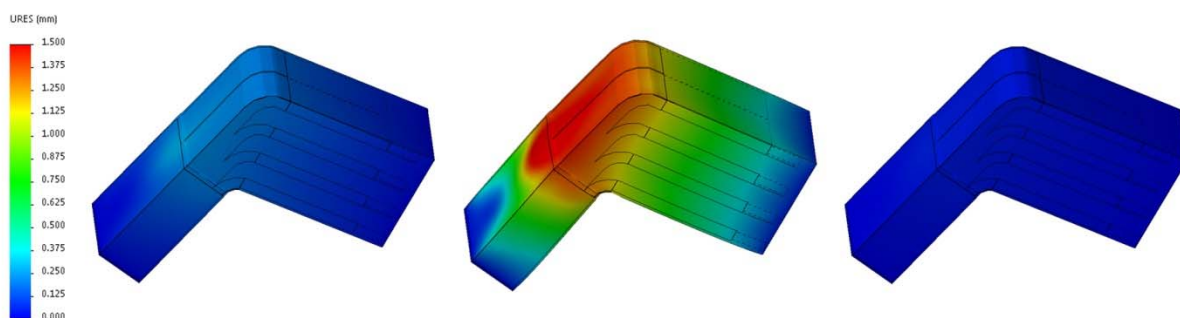


Рисунок 8— Показники результуючого переміщення лобової частини лакового покриття обмотки на першій трасі: а) при русі самоскида на підйом від вибою до перевантажувального пункту; б) максимальні показники при русі самоскида на підйом ; в) під час розвантаження

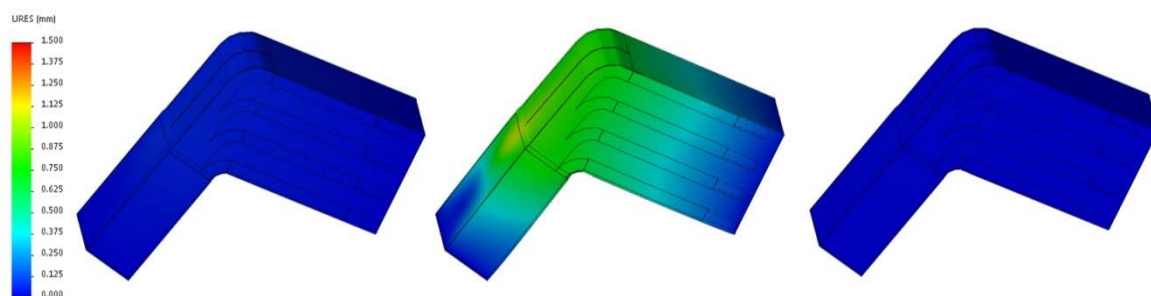


Рисунок 9– Показники результуючого переміщення лобової частини лакового покриття обмотки на другій трасі: а) при русі самоскида на підйом від вибою до перевантажувального пункту; б) максимальні показники при русі самоскида на підйом ; в) під час розвантаження

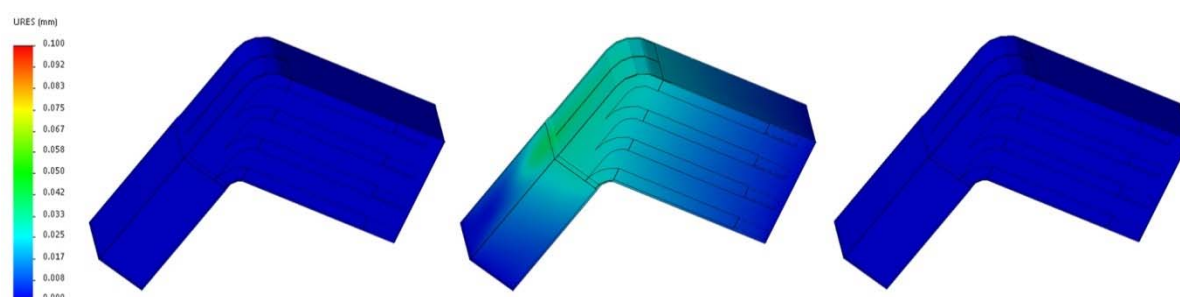


Рисунок 10– Показники результуючого переміщення лобової частини лакового покриття обмотки на третій трасі: а) при русі самоскида на підйом від вибою до перевантажувального пункту; б) максимальні показники при русі самоскида на підйом ; в) під час розвантаження

Висновок. Проведений аналіз НДС та переміщення лакового покриття обмотки тягового двигуна кар'єрного самоскида розширив уявлення про механізми деформації ізоляції відповідно до умов експлуатації даного виду промислового транспорту. Отримані результати будуть використані для подальшого визначення ступеня впливу коливань термічних навантажень на надійність лакового покриття ізоляції за допомогою втомного аналізу, спрямованого на встановлення терміну служби об'єкта дослідження, а також місць концентрації мікротріщин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сістук В. О. Вплив високо дисперсного пилу залізорудних кар'єрів на стан електричних машин тягового електроприводу самоскидів / В. О. Сістук, А. О. Богачевський // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. — Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2014. — Вип. 118. С. 168–175.

2. Веснін А. В., Сістук В. О., Богачевський А. О., Порівняльний аналіз залізорудного і вугільного пилу у контексті їх впливу на наробіток компонентів електромеханічної трансмісії кар'єрних самоскидів // Вісник Криворізького технічного університету. Кривий Ріг. - КНУ, 2014. – Вип. 38. – С. 112–119.
3. Vesnin A.V., Sistuk V.O., Bogachevskiy A.O., The analysis of mining conditions influence to operating time of dump trucks traction drive components / A. V. Vesnin, V. O. Sistuk, A. O. Bogachevskiy // Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 3. – Dnipropetrovsk. – P. 268 – 271.
4. Vesnin A.V., Sistuk V.O., Bogachevskiy A.O., The industrial dust properties as a wear factor of pit trucks electric machines elements / A. V. Vesnin, V. O. Sistuk, A. O. Bogachevskiy // Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 3. – Dnipropetrovsk. – P. 272 – 275.
5. Vesnin A.V., Sistuk V.O., Bogachevskiy A.O., Computer modeling usage for heat mass exchange inside mine dump-truck traction generator and electrical motor research / A. V. Vesnin, V. O. Sistuk, A. O. Bogachevskiy // Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 3. – Dnipropetrovsk. – P. 276 – 278.
6. Vesnin A.V., Sistuk V.O., Bogachevskiy A.O., Mathematical models analysis for the thermal state of mining trucks traction motors determining / A. V. Vesnin, V. O. Sistuk, A. O. Bogachevskiy // Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 3. – Dnipropetrovsk. – P. 279 – 282.
7. Термический анализ якорной обмотки тягового двигателя карьерного самосвала БелАЗ-75131 методом компьютерного моделирования / Ю. А. Монастырский, А. В. Веснин, В. А. Систук, А. А. Богачевский // VI Уральский горнопромышленный форум, 2-4 октября 2015: официальный каталог./ Монастырский Ю. А., Веснин А. В., Систук В. А., Богачевский А. А.. – Екатеринбург: АМБ, 2015. – (ИГД УрО РАН). – С. 86–87.
8. Алямовский А. А. Solidworks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский, А. А. Собачкин, Е. В. Одинцов, А. И. Харитонович, Н. Б. Пономарев. – СПб.: БХВ – Петербург, 2008. – 1040 с.: + DVD – (Мастер).
9. Paul Kurowski. Thermal Analysis with SOLIDWORKS Simulation 2015 and Flow Simulation 2015 / Kurowski P. – SDC Publication, 2015. – P. 288.
10. Mattson J. An Introduction to SolidWorks Flow Simulation 2010 / J. Mattson. – SDC Publication, 2010. – P. 297.
11. Lombard M. Solidworks 2013 Bible. Lombard M. / John Wiley & Sons Inc., 2013. – P. 1299.

УДК 62-254.2

ФОРМА КУЗОВА АВТОСАМОСВАЛА

В.В. Кривда¹, В.И. Бышевский²

¹ассистент кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: vitaliy.krivda@yandex.ua

²студент гр. ГРММ-12-9, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина, e-mail: as19955@rambler.ru

Аннотация. В работе проведено теоретическое исследование конструктивных особенностей кузовов автосамосвалов, и аналитический обзор влияния конструкций кузова на уменьшение статической и динамической нагрузки на соединительные звенья рамы автосамосвала, а также скорости разгрузки.

Ключевые слова: кузов автосамосвала, формы кузова.

DUMP TRUCK BODY SHAPE

V.V. Krivda¹, V. Bishevsky²

¹Assistant of the Department of Automobiles and Automobile Economy, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: vitaliy.krivda@yandex.ua

²Student of group GRmm-12-9, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: as19955@rambler.ru

Abstract. The Theoretical investigation of design features dump truck body shape and review of the impact of the body structure to reduce the static and dynamic loads on the connecting links dump frame, as well as the speed of unloading.

Keywords: dump truck body, body shape.

Введение. Автомобильный самосвальный транспорт широко используется во всех отраслях народного хозяйства, во всех видах экономической деятельности как универсальный вид самоходных транспортных средств. Объем грузоперевозок с использованием самосвальных машин по тоннажу опережает все другие виды транспортных машин. Поэтому самосвалы как вид транспортной техники постоянно совершенствуется, повышает свою эффективность в первую очередь за счет широкого применения прицепов и полуприцепов самосвального назначения, и сокращения непроизводительных простоев за счет улучшения логистики и повышения надежности транспортных средств. Эффективность самосвала, как единой транспортной системы включая автомобиля одиночного типа, одиночки с самосвальным прицепом, и автопоезд из тягача и самосвального

полуприцепа, зависит как от надежности шасси, так и характеристиках и показателей самосвального кузова [1].

А сложность выдачи точных данных по эффективности самосвала состоит в том, что автомобильное шасси и самосвальный кузов имеет разных производителей, (за исключением карьерных самосвалов, шахтных подземных и туннельных самосвальных машин, и горных думперов на сочленно-шарнирном шасси), что ставит последующие вопросы: кто обеспечивает полную гарантию на шасси и кузов самосвала? Где обслуживать машины, у про-

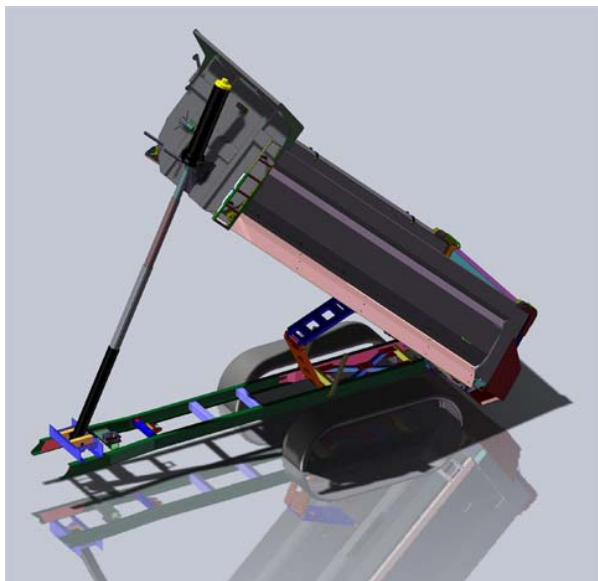


Рис.1 — кузовная самосвальная платформа-надстройка

изводителя шасси или кузова? Обеспечивается ли гарантия производителя кузова самосвала на гидравлику? Как обеспечить единый коэффициент выпуска на линию самосвала, совместив надежность и ресурс обеих частей самосвала? Проясним ситуацию, почему на дорогом автомобильном шасси, например, Volvo, MAN, Mercedes и Iveco рис.1, установлены откровенно дешёвые и неэффективные платформы

Теория и общее описание самосвальных кузовов.

Самосвал это специализированный грузовой вид транспорта, использующий колёсный пневматический ход, гусеничный ход, с использованием моторизированных шасси и прицепных (прицепов и полуприцепов). Наиболее массовым видом самосвальных машин является автосамосвал, т.е. самосвал, использующий шасси грузового автомобиля, предназначенный для массовых перевозок насыпных (навалочных) грузов. Главное преимущество современного автосамосвала, это полностью механизированный процесс разгрузки. Для этого прочная кузовная металлическая платформа шарнирно укреплена на раме автомобиля, и может наклоняться назад, или на боковую сторону на угол до 62°. При наклоне платформы происходит естественное гравитационное сыпание груза.

Погрузочную емкость самосвала большей частью проектируют в виде плоской «платформы» (емкостью с открытым верхом) с сравнительно низкими бортами для удержания груза в кузове. Поэтому в технической литературе кузова самосвалов чаще называют платформой, объединяя кузов с надрамником, гидравлическим оборудованием и системой управления. Специализация грузового автомобиля с самосвальным кузовом в первую очередь определяется конструкцией его платформы. Особенность эксплуатации самосвалов состоит в том, что их в основном используют для массовых перевозок сыпучих (навалочных) грузов. Однако в реальных условиях эксплуатации на самосвалах часто приходится перевозить штучные или затаренные грузы, а также детали машин, оборудования, а даже транспорт-

ные самоходные средства и спецтехнику. Поэтому к конструкции платформы предъявляются требования определенной универсальности, в рамках требований заказчика.

Так, например, платформа сельскохозяйственного самосвала приспособлена для перевозки как сыпучих, так и штучных грузов - имеет прямоугольную форму и три открывающихся борта, как на бортовом грузовом автомобиле, облегчая, как и загрузку, так и разгрузку кузова. Вместе с тем в отличие от платформы бортового автомобиля она имеет повышенную прочность (металлическая, сварная) и может использоваться при экскаваторной погрузке навалочных грузов. Особенностью этой модели, как и других моделей сельскохозяйственных самосвалов, является то, что в конструкции платформы предусмотрены съемные уплотнители бортов для исключения потерь при перевозках зерна; тент для укрытия грузов от выдувания; съемные надставные борта для лучшего использования грузоподъемности при перевозках сельскохозяйственных грузов низкой плотности.

С развитием постоянных массовых перевозок какой-то определенной категории грузов к некоторым моделям самосвалов и, в частности, к конструкции их платформ могут предъявляться требования более узкой специализации. Примером может служить специализированная корытообразная платформа строительного автомобиля-самосвала, мало приспособленного для перевозки штучных грузов. Если самосвал имеет недостаточный для перевозки данной категории грузов объем платформы, то это приводит к систематическому недоиспользованию его грузоподъемности и снижению производительности. Излишний объем платформы не только увеличивает собственный вес и расходы на ее изготовление, но вызывает систематические перегрузки, что приводит к преждевременному износу всех агрегатов самосвала. Платформа самосвала является наиболее трудоемкой, металлоемкой и быстроизнашиваемой частью самосвальной установки которая является составляющей самосвального транспорта. По сравнению с платформой бортового грузового автомобиля платформа самосвала во время эксплуатации подвергается большим по значению и разнообразным по видам нагрузкам. К платформам карьерных самосвалов для открытых и закрытых горных работ, в первую очередь предъявляются требования повышенной прочности, так как они должны выдерживать высокие ударные нагрузки при экскаваторной погрузке скальных пород и интенсивное абразивное изнашивание. При проектировании платформ самосвалов обязательно учитывают транспортные свойства сыпучих (навалочных, полужидких) грузов, их плотность, сыпучесть, липкость, структуру и др. Эти свойства грузов определяют форму и размеры платформ. Так, полезный объем платформы определяют исходя из плотностей основных грузов, для перевозки которых

предназначается самосвал данной модели. К примеру, на разработках полезных ископаемых для плотных пород используются кузова с относительно малым объемом, для транспортировки угля самосвалами углевозами применяются кузова увеличенного объема. Платформа самосвала проектируется как пространственная, тонкостенная несущая конструкция. Основную нагрузку платформа испытывает при подъеме от воздействия, с одной стороны, размещенного в платформе груза и, с другой стороны, от усилия гидроцилиндра подъемного механизма. Построение рациональной силовой схемы платформы зависит от направления разгрузки самосвала, числа открывающихся бортов, расположения гидроцилиндра.

На рис.1 показан типичный вариант KIT Tipper Body [1] (кузовная самосвальная платформа-надстройка) используемая для монтажа на шасси.

Общее место всех самосвальных грузовых кузовов, включая грузовые надстройки карьерных самосвалов, специальных самосвалов для перевозки руды, угля, земли, горячего шлака, обязательно оснащают защитным козырьком, закрывающим крышу кабины. Это функция может быть не лишней и для простых самосвалов общего назначения, что часто и делается, но в основном на капотных шасси грузовых автомобилей. Такая защита от падающих предметов - одно из требований международного стандарта FOBS, регламентирующего безопасность рабочего места водителя.

Что такое самосвальный кузов с задней разгрузкой?

С технической точки зрения самосвальный кузов - это погрузочная ёмкость (или бункер), спроектированная в виде бортовой платформы с жесткими не откидными бортами, вместе с тем в отличие от платформы бортового автомобиля она имеет повышенную прочность (металлическая, сварная) и может использоваться при экскаваторной погрузке навалочных грузов. Наиболее массовые типы самосвальных кузовов рассчитаны на автомобильное колесное шасси, и соответственно имеют конструкцию и структуру, рассчитанную на установку на рамное шасси автомобиля. Поэтому кузов самосвала имеет строгие размеры по габариту, ровное дно, и в целом вместе с надрамником включает в себя агрегаты привода подъема, крылья колёс, ящики [1, 2, 3].

Задний борт 4 открывающийся на верхних петлях. Метод соединения кузова - сварка. На рисунке серым цветом выделены основные силовые элементы, это основание или пол, который всегда является главным силовым элементом, который воспринимает ударные вертикальные нагрузки, и истирание в результате трения при гравитационной разгрузке. На боковых стенках и откидном борте серым цветом выделены балки квадратного профиля используемые для усиления конструкции. Усилители могут быть как продольные, так и поперечные, с вариацией - продольно-поперечные. Пол

самосвального кузова так же имеет усилители для сопротивления изгибанию и придания жесткости. Передняя стенка как правило имеет большую высоту чем борта, с характерным скосом и козырьком, задача которого защитить кабину и пространством между кабиной и кузовом колёсного или гусеничного носителя от просыпания и падения крупных камней. Зданий борт с механизмом раскрытия и закрытия, используется преимущественное на строительных самосвалах.

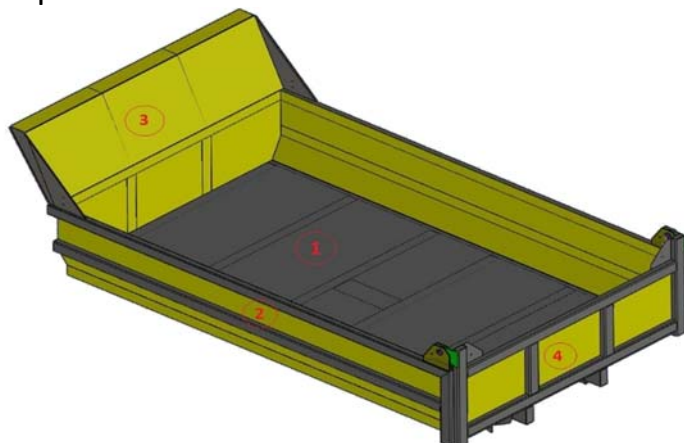


Рис. 2 – Кузовная надстройка бункерного типа:

1 – основания платформы,
2 – боковой борт,
3 – передняя стенка.

На самосвалах общего назначения, и универсальных автосамосвалах используются кузовные надстройки преимущественно двух типов, это классический вариант кузова прямоугольного профиля, сваренный из плоских стальных листов, и его модификации с использованием гнутых листов, но сваренных под углом 90 градусов, и современный вариант кузова типа полутруба Half-Pipe, и его подтипы, например, сегментной формы.

Из общего сравнения геометрических форм самосвальных кузовов большое значение при установке кузова того или иного поперечного сечения имеют характер перевозимого груза, о чем было сказано в первой части статьи, так же важной характеристикой при оценке преимуществ того или иного типа кузова является требуемое расположение центра тяжести, необходимая жесткость конструкции, а также возможность выгрузки материала с минимальными потерями.

ЗИЛ-ММЗ 555 имел самосвальной кузов полукруглого типа, назывался он корытообразный самосвал. Кузов полукруглого или оживального типа рис. 2 [3] устраняет недостатки кузовов прямоугольного сечения, но в числе преимуществ значиться устранение налипания грунта на внутренние поверхности, особенно по углам, и большая технологичность, которая заключается в том, что лист металла специальным автоматизированным прессом либо загибаться полукругом, либо гнётся на сегменты. Что увеличивает скорость производства, при некотором увеличении стоимости. Технологичность привела к невозможности раскройки толстых листов кузовов, это пер-

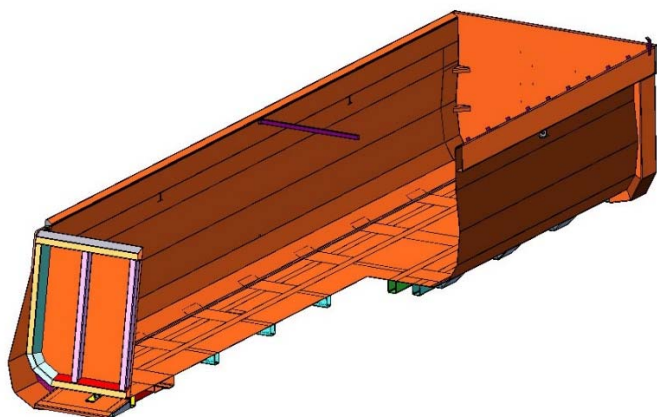


Рис. – 3 Кузов полукруглого или оживального типа «Half-pipe»

вое, второе, устранение налипания как раз стало проблемой из-за сложности создания промежуточного канала куда подаются горячие газы двигателя. Простой формы стальной короб приводит лишь к локальному нагреву, а создание промежуточный слой по технологии полутруба значительно повысит стоимость кузова, и еще более усугубит проблемы более высокого центра тяжести самосвала с кузовом типа полу-труба [4]. И вылезла еще одна проблема, невозможность проведения операции при разгрузке называемая «лопачить», т.е. сгружать налипший грунт с помощью экскаватора, у которого кромка ковша прямая.

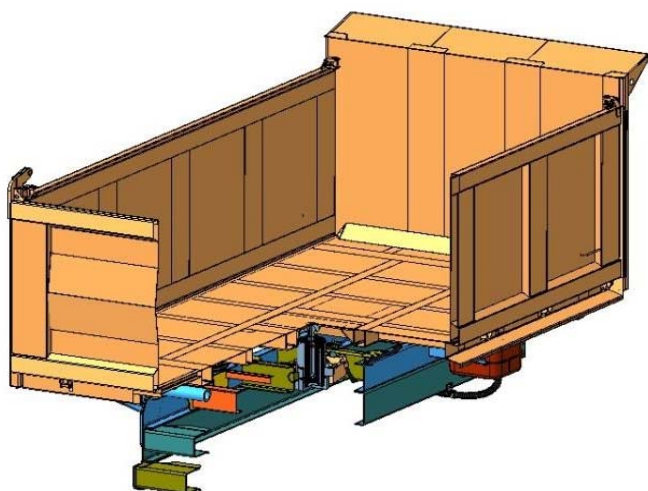


Рис. – 4 Кузов прямоугольного сечения

Самосвалы, использующие кузова прямоугольного сечения, наиболее устойчивы по сравнению с машинами, оборудованными другими типами кузовов. Центр тяжести при этой конструкции кузова максимально опущен. Вместимость кузова прямоугольного сечения выше, чем объемы кузовов полуэллипсного или корытообразного сечения (т. е. со скошенными боками).

Так же преимуществом данной машины можно считать низкую стоимость, возможность полной герметизации заднего борта, на кузовах с сегментарным кузовом это сделать сложнее, а также можно обозначить что простая форма кузова позволяет создать мощную систему обогрева кузова по всей площади.

Как результат, простой прямоугольный самосвальный кузов быстро восстановил позиции на самосвальном рынке, после резкой атаки самосвалов с кузовом half-pipe, оставив за ним использование преимущественно на самосвальных полуприцепах, где проявились основные преимущества дан-

ных кузовов - малая масса, при отсутствии подогрева кузова. На автомобильных шасси преимущественно устанавливаются прямоугольные разгружающиеся платформы.

Целью работы является сравнительный анализ предложенных современных конструктивных вариантов формы кузова автосамосвала с предлагаемым изобретением «Кузов автомобиля автосамосвал».

Материал и результаты исследований. Изобретение кузова автосамосвала относится к транспортному машиностроению, преимущественно к кузовам автомобилей – самосвалов большой и особо большой грузоподъемности, работающих преимущественно при транспортировании горных пород на карьерах, а также в условиях плохой загрузки. В основу изобретения поставлена задача усовершенствования конструкции кузова автосамосвала, путем изменения формы днища и боковых бортов, при этом, достигается возможным более качественного перераспределения веса, понижение центра масс автосамосвала, уменьшение статической и динамической нагрузки в результате равномерного распределения горной массы, при загрузке, на соединительные звенья рамы автосамосвала, а также улучшение опорожнения, за счет исключения препятствующих разгрузки каких-либо поперечных углов и стыков.

Поставленная задача достигается тем, что модель кузова автомобиля автосамосвал включающая в себя днище, два боковых борта, защитный козырек, отличается тем, что внутренняя поверхность днища выполнена в виде радиальной поверхности каплевидной формы, предназначенного для полноты загрузки, и качественной разгрузки сыпучих материалов или горной массы, и соединяется с боковыми бортами, защитным козырьком.

На рис.5 изображен кузов каплевидной формы, включающий днище 1, боковые борта 2, защитный козырек 3. При процессе загрузке кузова, например, ковшовым экскаватором, горная масса подает, максимально занимая радиальную поверхность каплевидной формы днища 1 кузова автосамосвала, при этом происходит более качественное распределение веса горной массы, а также полное наполнение кузова, исключая пустоты и полости, что позволяет более рационально распределять нагрузки в раме, понижению центра тяжести, повышению устойчивости, а, следовательно, выбору более рациональному скоростному режиму перемещения пород и других грузов. Во время разгрузки сыпучих грузов или горной массы, радиальная плоскость днища позволяет более качественно опорожнить кузов, что существенно сокращает время рабочего процесса выгрузки.

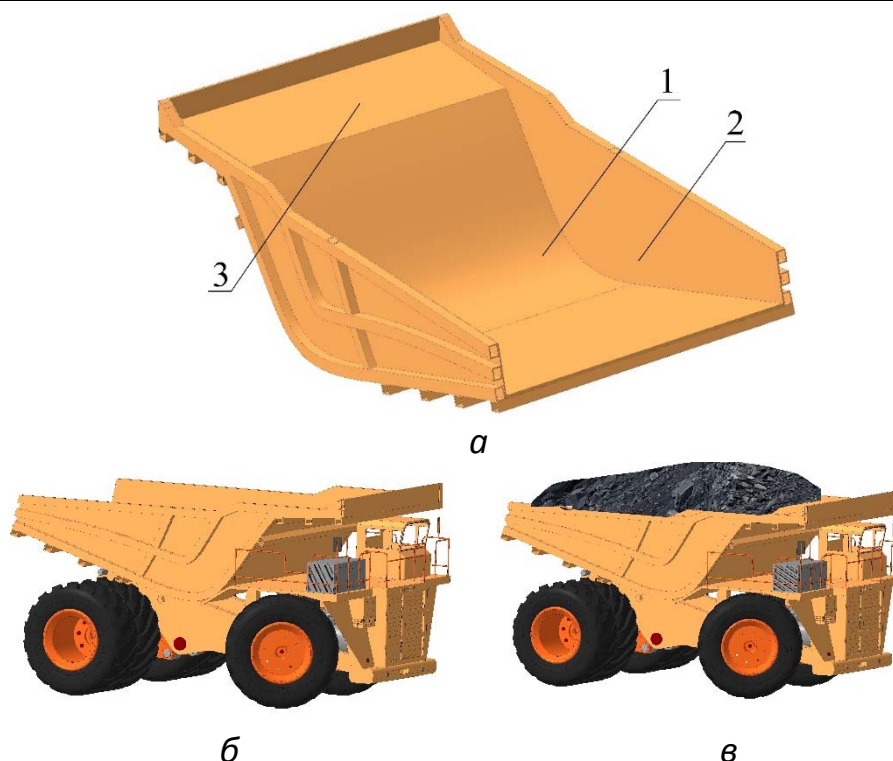


Рис. – 5 Кузов каплевидной формы автосамосвала БелАЗ:
а – общий вид кузова; б, в – расположение кузова на шасси автосамосвала БелАЗ

Вывод. Таким образом, техническое решение может быть использовано в области автомобилестроения и транспортного машиностроения, горнодобывающей промышленности и т.п., обеспечивающее уменьшение статических и динамических нагрузок на раму автосамосвала в результате более рационального распределения веса перевозимого груза, снижение центра тяжести, повышение устойчивости движения, сокращения затрат на техническое обслуживание и ремонт, сокращения времени на разгрузку перевозимого груза и исключение его залипания.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://www.euronato.com/articles/samosvalnye_ustanovki_chast_2_tipy_kuzovov_chno_vybrat_polutruba_ili_pryamougolnyj_tip/
2. <http://www.kazedu.kz/referat/196049>
3. Паначев И.А. Оценка энергоемкости процесса транспортирования горной массы большегрузными автосамосвалами на разрезах Кузбасса / И.А. Паначев, И.В. Кузнецов // Вестник Кузбасского государственного технического университета – 2011. - №4. – С. 35-40.
4. Лель Ю. И. Энергоемкость транспортных систем карьеров: оценка и перспективы / Ю. И. Лель, Г. А. Ворошилов // Горная техника – 2007: Каталог - справочник. – С.-Петербург: Изд-во ООО «Славутич», 2007. – с. 102-108.

УДК 629.114.3

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ СО ВСЕМИ УПРАВЛЯЕМЫМИ ОСЯМИ

Е.А. Лагошная¹, А.Ю. Лагошный², А.И. Симоненко³

¹ассистент кафедры автомобилей и автомобильное хозяйство, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: lenala@ua.fm

²старший преподаватель кафедры прикладной математики, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: alexlagosh@mail.ru

³кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и автомобильное хозяйство, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: sai90@mail.ru

Аннотация. В данной работе рассматривается движение автомобиля с закрепленным рулевым управлением, который имеет k осей, с произвольным размещением по базе и схему рулевого управления со всеми управляемыми осями.

Ключевые слова: автомобиль, многоосный автомобиль, математическая модель, устойчивость движения.

INVESTIGATION STABILITY OF MOTION CAR WITH ALL CONTROLLED AXES

O. Lagoshna¹, A. Lagoshny², A. Symonenko³

¹Assistant Professor of Automobiles and Automobile Economy Department, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: lenala@ua.fm

²Senior Lecturer of Applied Mathematics Department, State Higher Educational Institution "Dnieper State Academy of Civil Engineering and Architecture", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: alexlagosh@mail.ru

³Ph.D., Associate Professor of Automobiles and Automobile Economy Department, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: sai90@mail.ru

Abstract. Consider the motion of a car with a fixed steering, which has k axes with arbitrary placement in the base and the steering scheme with all the controlled axes.

Keywords: car, multi-axle car, mathematical model, stability of motion.

Введение. Важными эксплуатационными требованиями, которые ставятся к управляющему колесному модулю, являются стабилизация и устойчивость управляемых колес против колебаний. При неудовлетворительной

стабилизации водитель вынужден постоянно исправлять положение колес, что отклоняются от прямолинейного движения под действием неровностей опорной поверхности. Склонность управляемых колес к колебаниям опасная с точки зрения безопасности движения. Кроме этого, эти колебания вызывают повреждение деталей рулевого управления, а также повышенную затрату топлива и износ шин.

Цель работы. Экспериментальные исследования и доводочные работы, изготовление прототипов, достижение оптимальных характеристик управляемости и устойчивости движения нуждаются в очень больших расходах для каждой модели. В связи с этим, актуальным является создание методики выбора и оптимизации конструктивных и эксплуатационных параметров автомобиля, которые влияют на устойчивость его движения в спектре эксплуатационных скоростей.

Материал и результаты исследований. Исследование автомобиля как системы нескольких твердых тел с учетом всех или почти всех жестких и упругих связей между ними, детальное описание каждого из них приводят к необходимости изучения сложной механической системы с большим количеством степеней свободы, математическая модель которой имеет высокий порядок. Это значительно усложняет вторую фазу исследования - анализ и решение дифференциальных уравнений системы.

В данной работе рассматривается движение автомобиля с закрепленным рулевым управлением, который имеет k осей, с произвольным размещением по базе и схему рулевого управления со всеми управляемыми осями.

Принимается ряд допущений, которые упрощают анализ и дают возможность выявить влияние схемы рулевого управления на устойчивость движения в чистом виде. Предполагается, что остов автомобиля не имеет крена, не совершает вертикальных колебаний, а может двигаться лишь плоскопараллельно в горизонтальной плоскости. Ось с управляемыми колесами имеет две степени свободы относительно ее центра масс: поворот управляемых колес относительно шкворней и поворот подвески относительно продольной оси автомобиля. При таком выборе расчетной схемы не учитывается влияние вертикальных колебаний, продольных и поперечных угловых колебаний на значение нормальных нагрузок на колесо. При исследовании устойчивости прямолинейного движения эти допущения не приводят к существенным ошибкам.

Рассмотрим случай прямолинейного равномерного движения многоосного автомобиля и определим скоростью, при которой это движение становится неустойчивым.

Уравнение движения экипажа на баллонных колесах при его малых отклонениях от прямолинейного движения с постоянной скоростью имеют вид:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_j + R_j \quad j = 1, 2 \dots n$$

Здесь $q_1, \dots, q_n$ – обобщенные координаты рассматриваемой системы без учета деформации пневматиков;

T – кинетическая энергия деформации пневматиков;

R_j – обобщенные реакции связей;

Q_j – обобщенные силы действующие на подвеску.

Обобщенные реакции связей R_j определяются выражениями:

$$R_j = \sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial U}{\partial \xi_i} \frac{\partial x_i}{\partial q_j} + \frac{\partial U}{\partial \varphi_i} \frac{\partial \theta_i}{\partial q_j} - \frac{\partial U}{\partial \chi_i} \frac{\partial \chi_i}{\partial q_j} \right)$$

Здесь x_i, θ_i, χ_i – величины, характеризующие положение i -го баллонного колеса относительно дороги;

m – количество баллонных колес;

U – потенциальная энергия деформации пневматиков.

Составим уравнения движения многоосного автомобиля.

Кинетическая энергия деформации пневматиков будет определяться выражением:

$$T = \frac{1}{2} \left[M \dot{x}^2 + J_1 \dot{\theta}^2 + \sum_{k=1}^{m/2} \left(J_{2k} (\dot{\theta} + \dot{\nu})^2 + J_{3k} \dot{\psi}_k^2 + 2J_{4k} \omega \psi_k (\dot{\theta} + \dot{\nu}_k) - 2J_{4k} \omega \nu_k \dot{\psi}_k \right) \right]$$

где: M – масса автомобиля;

J_1 – момент инерции автомобиля без передних колес относительно вертикальной оси, проходящей через центр масс автомобиля;

J_{2k} – момент инерции k -ых колес относительно вертикального диаметра;

J_{3k} – момент инерции k -ой подвески относительно продольной оси автомобиля;

J_{4k} – осевой момент инерции k -ых колес;

θ – угол поворота автомобиля вокруг вертикальной оси;

ν – угол поворота передних колес, отсчитывается от направления продольной оси автомобиля;

ψ – угол поворота подвески вокруг продольной оси автомобиля;

$\omega = V/r$ – угловая скорость собственных вращений колес.

В этом случае обобщенные силы, действующие на k -ую подвеску равны:

$$Q_{\nu_k} = -k_1 \nu_k - h_1 \dot{\nu}_k$$

$$Q_{\psi_k} = -k_2 \psi_k - h_2 \dot{\psi}_k$$

где: k_1 – коэффициент жесткости рулевого устройства k -ой подвески;
 k_2 – коэффициент жесткости рессор k -ой подвески;
 h_1 и h_2 – коэффициент вязкого трения в демпферах и рулевом управлении.

Потенциальная энергия деформации пневматиков определяется выражением:

$$U = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{m/2} (a_k \xi_k^2 + b_k \varphi_k^2 + \rho_k N_k \psi_k^2 + \sigma_k N_k \xi_k \psi_k)$$

где: $\rho_i, \sigma_i, b_i, a_i$ – коэффициенты упругости, связанные с деформацией пневматика при наклоне i -го колеса, деформацией скручивания и боковой деформацией (определяются экспериментально);

x, y – координаты центра масс автомобиля;

N_i – нормальная нагрузка на i -ое колесо (нормальные нагрузки на всех колесах предполагаются одинаковыми).

Вводя новые переменные $\dot{\theta} = w$ и $\theta + \frac{x}{V} = u$ получаем уравнения малых колебаний автомобиля в окрестностях стационарного движения, записанные в этих переменных:

$$\left. \begin{aligned} MV\dot{u} - MVw - \sum_{k=1}^{m/2} (\alpha_k \xi_k + \sigma_k N_k \psi_k) &= 0 \\ \left(J_1 + \sum_{k=1}^{m/2} J_{2k} \right) \dot{w} + \sum_{k=1}^{m/2} (J_{2k} \ddot{v}_k + J_{4k} \omega \dot{\psi}_k - a l_k \xi_k - b_k \varphi_k - \sigma_k N_k l_k \psi_k) &= 0 \\ J_{2k} \ddot{v}_k + h_1 \dot{v}_k + k_1 v_k + J_{2k} \dot{w} + 2J_{4k} \omega \dot{\psi}_k - b_k \varphi_k &= 0 \\ J_{3k} \psi_k - 2J_{4k} \omega v_k - J_{4k} \omega w + h_2 \dot{\psi}_k + k_2 \psi_k + \left(a_k r + \frac{1}{2} \sigma_k N_k \right) \xi_k + (\sigma_k r + \rho_k) N_k \psi_k &= 0 \\ Vu - l_k w - r \dot{\psi}_k + \frac{\xi_k}{2} + V v_k + \frac{V \varphi_k}{2} &= 0 \\ w + \dot{v}_k + \frac{\dot{\varphi}_k}{2} - \frac{\alpha_k V \xi_k}{2} + \frac{\beta_k V \varphi_k}{2} + \gamma_k V \psi_k &= 0 \end{aligned} \right\} \quad \left(k = 1, 2, \dots, \frac{m}{2} \right)$$

Решая эту систему, получим характеристическое уравнение такого вида:

$$\begin{aligned} &|A_{11}| \cdot |A_{22}| \cdot (Q_1 \cdot Q_4 - Q_2 \cdot Q_3) \cdot Z_{33} \times \\ &\times \prod_{i=4}^k (B_i' \cdot D_i' - \gamma_{ii} \cdot A_i'') \cdot \left\{ \left[(R_1 \cdot R_4 - R_2 \cdot R_3) - L_{12} \cdot \frac{Z_{11}}{Z_{33}} \right] \cdot (B_i' \cdot D_i' - \gamma_{ii} \cdot A_i'') + \right. \\ &\quad \left. + V \cdot (L_{13} \cdot A_3'' - C_{13} \cdot D_3' + L_{14} \cdot A_4'' - C_{14} \cdot D_4' + \dots + L_{1k} \cdot A_k'' - C_{1k} \cdot D_k') \right\} \end{aligned}$$

где: $Q_1 = 2I_4 \omega p - \frac{A_1}{|A_{22}|} \beta V^2$

$$Q_2 = D + \frac{A_1}{|A_{22}|}(\gamma_1 V^2 + B_1 r p)$$

$$Q_3 = E + \frac{b_1}{|A_{22}|}(p^2 + \alpha V^2)$$

$$Q_4 = 2I_4 \omega p + \frac{b_1}{|A_{22}|}(\gamma_1 - \alpha r)p$$

Из вида характеристического уравнения можно сделать следующий вывод: поскольку полином $B_i \cdot p + \alpha_i \cdot V^2 = p^2 + \beta_i \cdot V + \alpha_i \cdot V^2 = 0$ имеет оба корня с отрицательной действительной частью, то устойчивость системы определяется остальными корнями многочлена.

Рассмотрим уравнение $P_4(p) = Q_1 \cdot Q_4 - Q_2 \cdot Q_3 = 0$.

Если учесть обозначения, то уравнение приобретает вид:

$$I_2 \cdot p^4 + \beta \cdot V \cdot p^3 + (I_2 \cdot \alpha_1 \cdot V^2 + 2 \cdot b_1) \cdot p^2 + \\ + \frac{2 \cdot \alpha_1 \cdot V^3}{\sigma_1 \cdot N + 0.5 \cdot a_1 \cdot r} \cdot \beta \cdot \frac{I_4}{r} \cdot p + 2 \cdot b_1 \cdot \alpha_1 \cdot V^2 = 0$$

Согласно критерию Рауса-Гурвица, для того, чтобы все корни характеристического уравнения имели отрицательные действительные части необходимо и достаточно, чтобы соблюдались детерминантные неравенства, составленные из коэффициентов этого уравнения. Поскольку все коэффициенты положительны, то условия асимптотической устойчивости сводятся к выполнению неравенств:

$$V^2 < \frac{2b_1}{A_0}, \quad V^2 < \frac{2b_1}{A_0 - I_2 \cdot \alpha_2}$$

где: $A_0 = \frac{2 \cdot \alpha_1 \cdot I_4}{(\sigma_1 \cdot N + 0.5 \cdot a_1 \cdot r) \cdot r}$.

Выводы. Эти условия позволяют выделить на полуплоскости (V^2, A_0) область устойчивости. При переходе через границу этой области система уходит от состояния стационарного движения или апериодически, или совершая колебания.

Таким образом, для устойчивого движения автомобиля необходимо, чтобы осевой момент инерции передних колес I_4 был больше определенной комбинации упругих характеристик передних колес и их момента инерции относительно вертикальной оси: $I_4 > I_2 \cdot \alpha_2 \cdot r \cdot \left(1 + \frac{\sigma_1 \cdot N}{2 \cdot a_1 \cdot r}\right)$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е.А. Барбашин. Функции Ляпунова. – М., «Наука», 1970.
2. Зав'ялова Л.І., Періг О.В., Лагошна О.О. Вплив розміщення колісних осей на об-

ласть стійкості прямолінійного руху багатовісного автомобіля. // Сб. научн. трудов Полтавського НТУ ім. Ю.Кондратюка. – Полтава, 2005. – випуск 16. – с. 88-93.

3. Сахно В.П., Зав'ялова Л.І., Несторенко М.П., Лагошна О.О. Дослідження впливу кількості некерованих колісних осей на область стійкості прямолінійного руху багатовісного автомобіля. – Вісник НТУ. – Київ, 2007. – №14. – с. 164-168.

4. Лагошна О.О. Математична модель прямолінійного руху чотирьохвісного автомобіля з переднім та задніми керованими колесами. – Вісник НТУ. – Київ, 2007. – №15. – с. 133-136.

УДК 656.22

СИСТЕМА ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОЇЗДОПОТОКІВ ЛОКОМОТИВАМИ ТА ЛОКОМОТИВНИМИ БРИГАДАМИ

М.І. Музикін¹, Г.І. Нестеренко², С.І. Музикіна³

¹магістр, аспірант кафедри безпека життєдіяльності, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: grafmim@rambler.ru

²кандидат технічних наук, доцент кафедри управління експлуатаційною роботою, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: galinamuzykina@rambler.ru

³кандидат технічних наук, доцент кафедри безпека життєдіяльності, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: fufei@rambler.ru

Анотація. В дослідженні наводиться характеристика різних систем обслуговування поїздопотоків локомотивами та доцільність вибору тієї чи іншої системи обслуговування. Розглянуті питання оперативного управління локомотивним парком та проаналізована система показників експлуатаційної діяльності локомотивів.

Ключові слова: експлуатація; локомотивний парк; тягові плечі; оперативне управління; система показників.

SYSTEM SERVICE OF TRAIN TRAFFIC FLOW BY LOCOMOTIVES AND LOCOMOTIVE BRIGADES

M.I. Muzykin¹, G.I. Nesterenko², S.I. Muzykina³

¹postgraduate of Life Safety Department, Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: grafmim@rambler.ru

²Ph.D., assistant professor, Management of Operational Work Department, Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: galinamuzykina@rambler.ru

³ Ph.D., assistant professor, Life Safety Department, Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: fufei@rambler.ru

Abstract. The study presents the characteristics of different systems service of train traffic flow by locomotives and expediency of the choice one system service or another. In a study of addressed issues operational control locomotive fleet and analyzed scorecard of operational work of locomotives.

Keywords: *exploitation; locomotive park; traction shoulders; operational management; scorecard.*

Вступ. Ефективна робота залізниць залежить від раціональної експлуатації локомотивного парку, яка передбачає: утримання локомотивного парку в справному стані, високу продуктивність локомотивів, своєчасне забезпечення ними поїздів, правильну організацію праці локомотивних бригад. Високу продуктивність локомотивів можливо досягти шляхом поліпшення використання їх потужності, підвищенням середньодобового пробігу та зниженням одиночного пробігу. Робота локомотивних бригад має бути організована так, щоб машиністи мали змогу завчасно знати час своєї роботи та відпочинку. Для цього на основі графіку руху поїздів розробляються розклад роботи локомотивних бригад, а на деяких напрямках, де значно змінюються розміри руху, складають варіанти графіків руху поїздів, обороту локомотивів та роботи локомотивних бригад. [1]

Мета роботи. Провести аналіз систем обслуговування поїздопотоків локомотивами та локомотивними бригадами з метою інтенсифікації використання локомотивного парку.

Матеріали та результати досліджень. Локомотивне депо – це індустріальне підприємство з ремонтних робіт, яке оснащено сучасним механообробним, зварювальним, підйомно-транспортним, діагностуючим та іншим обладнанням.

Парк локомотивів розподілений по залізницям, а всередині кожної залізниці – по основним депо. Локомотиви кожного основного депо працюють, як правило, на прикріплених до них ділянках обороту (так звані тягові плечі).

Локомотиви, які приписані до основного депо, обслуговують поїзди по графіку руху в межах ділянок, на яких розташовуються основне та оборотне депо. Ця ділянка може бути обмежена станціями з двома оборотними депо, в цьому випадку основне депо розташовується на ділянці між цими станціями. Після кожного рейсу з поїздами в цих кінцевих пунктах роботи локомотивів проводиться, за необхідності, екіпіровка та технічне обслуговування (ТО) в обсязі ТО-2.

Дослідження показали, що довжина ділянок обороту впливає на ефективність експлуатації локомотивів та визначає приведені затрати на кожну роботу. Збільшення протяжності ділянок обороту в 2 рази до 700-900 км при

незмінному об'ємі перевезення скорочує потребу в локомотивах приблизно на 15 %, при цьому покращується їх продуктивність, підвищується швидкість руху поїздів, прискорюється оборот вагонів, скорочуються капіталовкладення в локомотивне господарство.

В залежності від розміщення на залізничній мережі основних та оборотних депо, транзитності вантажопотоку, графіка руху застосовуються різні способи роботи локомотивів з поїздами.

Плечовий спосіб використовують, коли до основного депо примикає лише одна ділянка обороту або основне депо розміщено на сортувальній станції та більшість локомотивів на цій станції від поїздів відчіплюється. Після обслуговування поїзда локомотивів направляють в депо на ТО-2, екіпіровку та зміну бригади.

Кільцевий спосіб застосовують, якщо до основного депо примикають два тягових плеча та присутній високий коефіцієнт нерівномірності поїздопотоку по станції основного депо. При кільцевому способі скорочується непродуктивний час їх роботи та зменшується потреба в парку локомотивів приблизно на 6-9 % порівняно з плечовим. Знижується завантаження горловин приймально-відправних парків станцій основного депо, збільшується їх пропускна спроможність.

Петлевий спосіб представляє собою різновидність кільцевого та застосовується в випадку примикання до станції з основним депо не лише двох тягових плечей. Цей спосіб ефективний при реформуванні поїздів на станції з основним депо або при відсутності екіпірувальних пристроїв на ній та вимушеному направленні локомотива для виконання ТО-2 в основне депо. При петлевому способі потрібний парк локомотивів скорочується на 3-4 % на відміну з плечовим.

При ускладненнях в експлуатаційній роботі на залізничних полігонах та напрямках – нестачі пропускної та переробної спроможності, локомотивного парку – накопичуються надлишок вагонного парку, затримується просування вагонопотоків, збільшується оборот вагонів. Звичайні регульовальні заходи в цих умовах або неможливі, або не дають належного ефекту. Диспетчерські колективи в подібній обстановці приймають ряд прийомів диспетчерського регулювання. В оперативно-розпорядчому відділі служби руху є черговий помічник начальника відділу по роботі з локомотивами, або дорожній локомотивний диспетчер, який також враховує локомотивний парк, контролює його технічний стан та його постановку на планові види ремонту, слідкує за режимом роботи локомотивних бригад та планує їх на зміну, тримає зв'язок з депо та локомотивними диспетчерами дирекцій. Прив'язують локомотиви до поїздів та регулюють їх роботу дорожні диспетчери (ДГП), кожний на своєму колу.

Диспетчерський апарат залізниці зобов'язаний правильно розмістити локомотивний парк на дирекціях у відповідності з розмірами майбутньої роботи. Щоб не допустити довільного його перерозподілу, встановлений диспетчерський контроль за слідуванням локомотивів через стикові пункти дирекцій та залізниці. Основа контролю – рівночисельний обмін локомотивами на протязі визначеного періоду, тривалість якого залежить від часу обороту, довжини ділянки обороту та ступеня нерівномірності руху поїздів.

Особливу увагу диспетчери дирекцій та залізниць приділяють організації роботи локомотивних бригад. Найбільш прогресивна система організації роботи бригад – безвизивна та її вища форма – іменні розклади. В графіку руху поїздів виділені нитки, на яких щодобово назначають поїзди. Але так, як правило, працює лише частина бригад, інші – по системі нарядів.

Для планування та діагностування витрат по перевезеннях та якості експлуатаційної діяльності підрозділів локомотивного господарства приймається система показників [2]. Ці показники характеризуються якістю праці робітників локомотивного депо та ефективністю експлуатації локомотивів. Показники діляться на кількісні та якісні.

Кількісні показники:

Пробіги локомотивів в локомотиво-кілометрах. Загальний річний пробіг локомотивів експлуатаційного парку депо визначається як сума:

$$\sum MS_{\text{л}}^{\text{заг}} = 365 \left(\sum MS_{\text{л}}^{\text{гл}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{вт}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{ман}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{всп}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{ус}} \right) \quad (1)$$

де $\sum MS_{\text{л}}^{\text{лін}}$ - лінійний пробіг локомотива, лок-км;

$$\sum MS_{\text{л}}^{\text{лін}} = \sum MS_{\text{л}}^{\text{гл}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{вт}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{всп}}, \quad (2)$$

$\sum MS_{\text{л}}^{\text{гл}}$ - пробіг локомотива на чолі поїздів, лок-км;

$$\sum MS_{\text{л}}^{\text{гл}} = \sum MS_{\text{л}}^{\text{поїз}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{прич}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{зб}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{вив}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{пер}}, \quad (3)$$

$\sum MS_{\text{л}}^{\text{всп}}$ - допоміжний лінійний пробіг локомотивів, лок-км;

$$\sum MS_{\text{л}}^{\text{всп}} = \sum MS_{\text{л}}^{\text{дв}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{під}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{один}}, \quad (4)$$

$\sum MS_{\text{л}}^{\text{ман}}$ - умовний пробіг спеціально маневрових локомотивів, лок-км;

$$\sum MS_{\text{л}}^{\text{ман}} = \sum M_{\text{ман}}, \text{ лок-км},$$

$\sum MS_{\text{л}}^{\text{ус}}$ - умовний пробіг локомотивів, за виключенням спеціально маневрових;

$$\sum MS_{\text{л}}^{\text{ус}} = \sum t_i S_{\text{ус}}, \text{ лок-км},$$

Показник $\sum MS_{\text{л}}^{\text{зар}}$ використовують в розрахунках кількості ремонтів локомотивів, потреби екіпірувальних матеріалів, ремонтних та екіпірувальних засобів.

Робота локомотивів вимірюється в локомотиво-годинах. Цей показник визначає об'єм роботи локомотивів депо по видам руху та роботу в годинах.

Робота локомотивів в тонно-кілометрах. Розрізняють m -км бруutto вантажного та пасажирського руху та m -км нетто експлуатаційні. Тонно-кілометри бруutto $A_{\text{т}}$ – найважливіший показник, що характеризує перевізну роботу депо, дирекції, залізниці та мережі в цілому, визначається за маршрутами машиністів та по формулі:

$$A_{\text{т}} = \sum_{i=1}^n 2l_{\text{брі}} N_i Q_{\text{срі}}, \quad (5)$$

де $Q_{\text{срі}}$ - середня маса составу бруutto на i -й ділянці обслуговування лок-бригад на ділянці обороту, m ;

Кількісні показники: швидкості руху:

$$\text{Ходова швидкість: } V_{\text{х}} = \frac{L}{\left[t_{\text{у}} - \sum (t_{\text{ст}} + t_{\text{пз}}) \right]} \text{ км/год}; \quad (6)$$

$$\text{Технічна швидкість: } V_{\text{т}} = \frac{L}{\left[t_{\text{у}} - \sum t'_{\text{ст}} \right]} \text{ км/год}; \quad (7)$$

$$\text{Дільнична швидкість: } V_{\text{д}} = \frac{L}{t_{\text{д}}} \text{ км/год}. \quad (8)$$

Технічна та дільнична швидкості – комплексні показники, що залежать від діяльності всіх служб: локомотивної, руху, вагонної, колії, зв'язку та інші, від майстерності управління локомотивною бригадою. Ріст швидкості руху приводить до скорочення на $\Delta M_{\text{е}}$ потрібного експлуатаційного парку локомотивів:

$$\Delta M_{\text{е}} = \frac{\sum MS_{\text{л}}^{\text{гоу}}}{365 \cdot 24} \left(\frac{1}{V_{\text{д.з}}} - \frac{1}{V_{\text{д.ф}}} \right), \quad (9)$$

де $V_{\text{д.з}}$, $V_{\text{д.ф}}$ - дільнична швидкість відповідно задана та фактична.

Середня маса поїздів $Q_{\text{ср}}$ – кількість тон, що приходяться в середньому на один проведений поїзд по даній ділянці, визначається співвідношенням:

$$Q_{\text{срі}} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{\text{брі}} L_i}{\sum_{i=1}^n N_i L_i}, \quad (10)$$

Підвищення середньої маси поїздів досягається за рахунок: керування поїздів підвищеної маси та довжини; зменшення маловагових та неповно-составних поїздів.

Середньодобовий пробіг локомотива $S_{\text{л}}$ планується окремо по залізниці, дирекціям та депо приписки локомотивів в межах ділянок обслуговування бригад в вантажному та пасажирському русі:

$$S_{\text{л}} = \frac{24 \sum MS_{\text{л}}^{\text{лін'}}}{\sum MT} \quad (11)$$

Збільшення $S_{\text{л}}$ сприяють наступні організаційно-технічні заходи: подовження ділянок обороту локомотивів та ділянок обслуговування локомотивних бригад; покращення планування поїзної роботи та оперативного руху поїздів; вдосконалення плану формування та графіку руху поїздів; скорочення часу зупинок для технічних потреб.

Середньодобова продуктивність локомотива $W_{\text{л}}$ – кількість m -км бруто, що приходяться в середньому за добу на один локомотив експлуатованого парку. Визначають її тільки для вантажного руху за видом тяги:

$$W_{\text{л}} = \frac{\sum NL_{\text{л}} Q}{M_{\text{е}}} \quad (12)$$

При підвищенні $W_{\text{л}}$ скорочується локомотивний парк або зростає об'єм перевезення, зменшується енерговитрати на одиницю виконаної роботи та всі експлуатаційні витрати.

Середньодобовий бюджет часу локомотива характеризуються розподілом добового фонду часу електровозів та тепловозів експлуатованого парку депо в годинах або процентах на 24 години добового фонду часу в русі та у всіх видах простою. Бюджет часу виражається залежністю:

$$24 = \frac{1}{M_{\text{е}}} \left(\sum^n \frac{2l_{\text{брі}}}{V_{\text{ті}}} N_i + \sum^a t_{\text{осж}} N_{\text{осж}} + \sum^e t_{\text{обк}} N_k + \sum^c t_{\text{смп}} N_{\text{п}} + \sum^d t_{\text{прр}} N_r \right) \quad (13)$$

Час роботи в чистому русі $P_{\text{дв}}$ може бути підраховано в годинах через середньодобовий пробіг або елемент бюджету часу:

$$P_{\text{дв}} = \frac{S_{\text{л}}}{V_{\text{т}}} = \sum \frac{t_{\text{гдв}}}{M_{\text{е}}} \quad (14)$$

Зберігання рівня корисної роботи при зростанні швидкості руху досягається при одночасному скороченні часу простоїв на станціях.

Загальний процент несправних локомотивів α_n характеризує, з одного боку, рівень організації ремонту та розвитку ремонтної бази, а з другої – технічний стан та надійність локомотивів та визначається як процент відношення несправних локомотивів, які одночасно знаходяться в ремонті в депо та на заводах, до сумарного парку локомотивів, які знаходяться в розпорядженні депо для всіх видів руху та роботи:

$$\alpha_n = 100 \sum_1^n \sum_1^m \frac{f_{ij}}{M_{рд}} \quad (15)$$

Оперативний план використання локомотивного парку. За допомогою факторного аналізу можна виконати аналіз середньодобової продуктивності локомотивів з відчепленням та визначити вплив на цей показник маси поїздів, середньодобового пробігу та коефіцієнт продуктивності локомотивів.

Показники використання локомотивів для дирекцій залізничних перевезень визначаються лише по локомотивах, що виконували роботу відповідно в межах залізниці і дирекції залізничних перевезень незалежно від залізниць приписки локомотивів і депо приписки локомотивних бригад.

Дорожні механічні і ремонтні майстерні і заводи виконують ремонт окремих агрегатів вузлів локомотивів однієї або декількох залізниць (електричних машин, секцій, холодильників, колісних пар, верстатного устаткування і т.д.).

Бази запасу локомотивів призначені для зберігання і технічного нагляду за локомотивами, що знаходяться в запасі УЗ.

Висновки. Збільшення пробігу підвищує продуктивність локомотивів та є найбільш важливим засобом покращення їх експлуатації. На довгих ділянках обігу локомотивів наявні можливості забезпечення більш ефективного використання електровозів та тепловозів, підвищити їх пробіг за рахунок скорочення простою на технічних станціях та збільшення часу знаходження локомотивів безпосередньо в русі. Ці заходи сприяють прискоренню обороту вагонів та скороченню строків доставки вантажів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Музикін М. І. До питання впливу раціонального управління локомотивним парком на пропускну спроможність залізниць / М. І. Музикін // Вісник АМСУ. Серія: "Технічні науки". – Дніпропетровськ, 2015. – № 1 (53). – С.155-161.
2. Кудрявцев В. А. Управление движением на железнодорожном транспорте : учебное пособие для вузов ж.-д. трансп. / В. А. Кудрявцев. – М. : Маршрут, 2003. – 200 с.

УДК 656.1

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НАТЯЖЕНИЯ КОНТАКТНОГО ПРОВОДА МАЯТНИКОВОЙ КОНТАКТНОЙ ПОДВЕСКИ ТРОЛЛЕЙБУСА

А.А. Никитина

кандидат технических наук, преподаватель электротехнических дисциплин, Индустриальный колледж Государственного высшего учебного заведения «Криворожский национальный университет», г. Кривой Рог, Украина, e-mail: ann.nikitina@mail.ru

Аннотация. Разработана математическая контактной подвески троллейбуса на наклонных струнах. Получены уравнения зависимости натяжения контактного провода от температуры, которые учитывают максимальный угол отклонения струны, расстояние между опорами, вес и допустимое натяжение контактного провода.

Ключевые слова: маятниковая подвеска, струна, натяжение контактного провода, метод Феррари, метод Гудде.

MATHEMATICAL MODEL OF CONTACT WIRE TENSION OF TROLLEYBUSES PENDULUM CATENARY

Anna Nikitina

Ph.D., lecturer of electrical engineering disciplines, Industrial college of State Higher Educational Institution "National University of Krivoy Rog", Krivoy Rog, Ukraine, e-mail: ann.nikitina@mail.ru

Abstract. The mathematical model of the trolley catenary with inclined strings is developed. The depending on the tension of the contact wire and temperature, that take into account the maximum deflection angle of the strings, the distance between supports, weight and allowable tension of the contact wire are pursued.

Keywords: pendulum suspension, string, tension of the contact wire, Ferrari method, Gudde method.

Введение. Для обеспечения надежного и экономичного токосъема при движении подвижного состава троллейбуса возникает необходимость в разработке новых и совершенствовании существующих конструкций контактной сети троллейбуса [1-4].

При проектировании контактной сети электрического транспорта, значительное внимание отводится выбору параметров контактных подвесок, которые обеспечивают ее нормальную эластичность и сезонную регулировку. Вследствие этого, особый интерес представляет маятниковая подвеска контактной сети троллейбуса.

Маятниковая подвеска представляет собой систему подвешивания контактных проводов на жестких наклонных струнах, при которой провода в плане располагаются зигзагообразно [2]. Наклонное расположение струн маятниковой подвески обеспечивает эластичность контактной сети в зонах подвешивания, что благоприятствует хорошему токосъему. Кроме того, такая система способна в значительной степени компенсировать температурные напряжения в сети. Компенсация происходит вследствие изменения наклона струн и, следовательно, некоторого изменения угла зигзага. При понижении температуры контактный провод укорачивается, в результате чего угол зигзага растет, стремясь к 180° , угол струн также растет и несколько снижается расстояние контактного провода от поверхности дороги. В случае повышения температуры контактный провод удлиняется, в результате чего угол зигзага и угол наклона струн уменьшаются и несколько увеличивается расстояние от контактного провода до дороги. При этом натяжение контактного провода с изменением температуры окружающей среды колеблется меньше, чем в случае прямолинейного расположения контактной сети.

Основные преимущества маятниковой подвески [2, 4]:

- высокая эластичность;
- автоматическая температурная компенсация;
- меньшие эксплуатационные расходы;
- малые затраты на обслуживание.

Таким образом, научная задача моделирования параметров маятниковой подвески является актуальной.

В литературе широко представлены модели и методы проектирования контактных подвесок. Так математические модели и расчет контактных подвесок приведены в трудах ученых: Беляева Н. А., Власова И.И., Галкина А.Г., Сакагучи Т., и др. Вопросы проектирования самокомпенсированных подвесок рассмотрены в работах: Бокового Н. В., Вязового М.В., Демченко А.Т., Заренкова С. В., Рагимова Р.Г., Nibler Н. и др. Методам повышения эластичности контактных подвесок посвящены работы: Горошкова Ю. И., Заренкова С. В., Кокоева А.Д., Паскуччи Л., Тибилова Т.А., Туркина В.В. и др.

Цель работы состоит в разработке математической модели маятниковой подвески троллейбуса с учетом температурной зависимости стрелы провеса контактного провода, которая позволяет автоматизировать расчет и проектирование подвески.

Материал и результаты исследований. Зигзагообразное расположение проводов расположение проводов и наклон струн достигаются поочередным смещением подвесов на поперечинах или кронштейнах в разные стороны от оси пути [1-4]. В точках подвешивания провода закрепляют на

подвесах с двумя параллельными струнами, размещенных в вершинах зигзагов. Параллелограмм, образованный струнами вместе с верхним и нижним подвесами, позволяет сохранить вертикальными оси провода и зажима при перемещениях под воздействием токоприемника или при изменении температуры. Общий вид реализации маятниковой подвески представлен на рисунке 1. На рисунке приняты такие обозначения: 1 – натяжной трос, 2 – орешковый изолятор, 3 – хомут, 4 – контактный провод, 5 – наклонная струма маятниковой подвески, 6 – опора контактной сети.

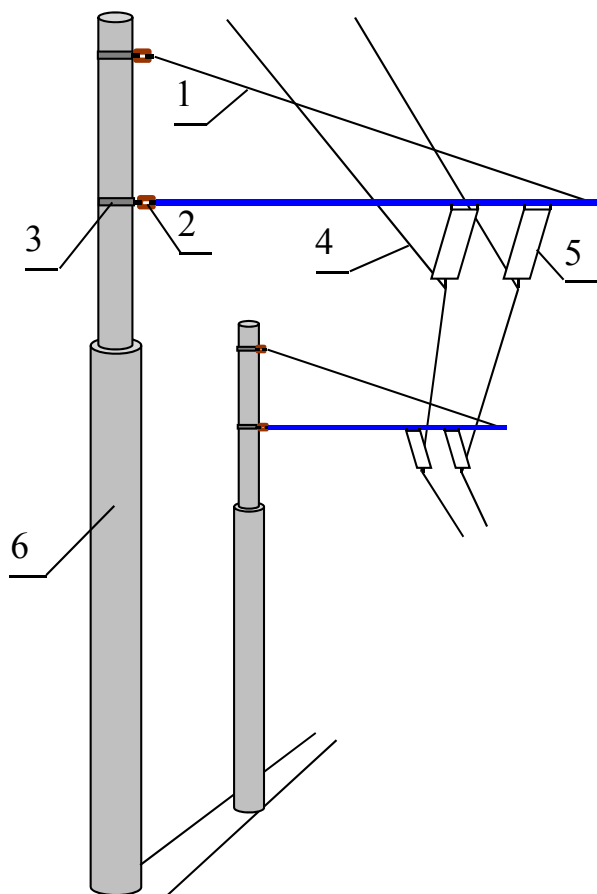


Рисунок 1 – Общий вид маятниковой подвески на кронштейне

Маятниковая подвеска применяется на прямых участках пути достаточной протяженности в городах, где колебания температур летнего и зимнего периодов позволяют поддерживать натяжение провода за счет частичной компенсации в допустимых по прочности и условиям токосъема пределах.

Расчет маятниковой подвески сводится к определению усилий, которые передаются на опоры, а также к определению основных параметров подвески (натяжения, наклона струны в зависимости от температуры при монтаже). Основная схема для расчета представлена на рисунке 2 [2].

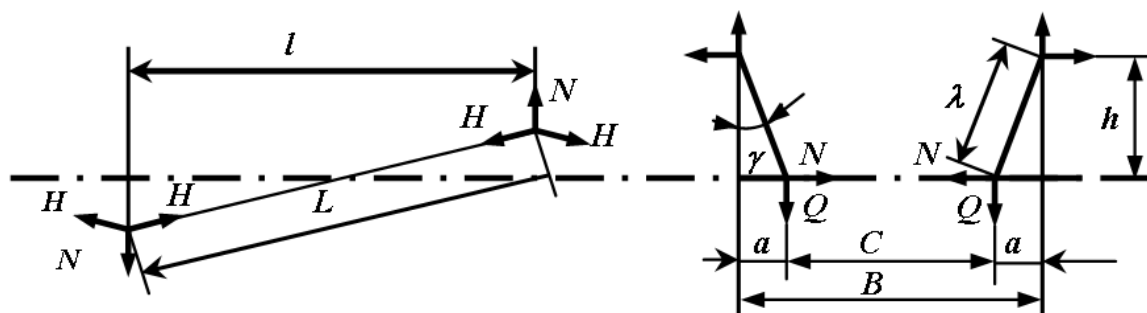


Рисунок 2 – Обобщенная механическая схема расчета монтажных параметров маятниковой подвески

Для определения температурной зависимости параметров маятниковой подвески строят монтажные кривые, которые определяются выражением [2, 5, 6]:

$$t_x^{\circ} = \left(t^{\circ} - \frac{C^2}{2\alpha l^2} - \frac{g^2 l^2}{24\alpha H^2} + \frac{H}{\alpha ES} \right) + \frac{C_x^2}{2\alpha l^2} + \frac{g^2 l^2}{24\alpha H_x^2} - \frac{H_x}{\alpha ES}, \quad (1)$$

где γ – максимальный угол отклонения струны;

g – собственный вес контактного провода;

l – расстояние между опорами;

C – величина взлома оси контактного провода;

S – площадь поперечного сечения контактного провода;

E – модуль упругости;

H – натяжение контактного провода.

Таким образом, представленная зависимость учитывает максимальный угол отклонения струны, расстояние между опорами, вес и допустимое натяжение контактного провода, а также ряд других параметров.

Упростим исходное выражение и представим его алгебраической суммой отдельных компонентов:

$$t_x^0 = A + B + C - D, \quad (2)$$

$$\text{где } A = t^{\circ} - \frac{C^2}{2\alpha l^2} - \frac{g^2 l^2}{24\alpha H^2} + \frac{H}{\alpha ES};$$

$$\hat{A} = \frac{C_x^2}{2\alpha l^2}; \quad \tilde{N} = \frac{g^2 l^2}{24\alpha H_x^2}; \quad D = \frac{H_x}{\alpha ES}.$$

Введем следующие математические обозначения:

$$\left(\frac{Ql}{2H} \right)^2 = m, \quad (2\lambda)^2 = n. \quad (3)$$

Тогда из формулы (2) выразим значение параметра излома оси контактного провода :

$$C^4 - 2BC^3 - (n - B^2 - m) \cdot C^2 - 2BmC + B^2m = 0. \quad (4)$$

Применив метод Феррари преобразуем полученное линейное алгебраическое уравнение 4-й степени к уравнению 3-й степени и получим:

$$-y^3 + b'y^2 + \left(d \cdot (a^2 - 4b') + (c')^2 \right) = 0. \quad (5)$$

Определим корни уравнения (5) с помощью метода Гудде и откинув мнимую и отрицательную часть окончательно получим:

$$C = \frac{-\left(\frac{a}{2} - F\right) - \sqrt{\left(\frac{a}{2} - F\right)^2 - 4 \cdot \left(\frac{y}{2} - K\right)}}{2}. \quad (6)$$

Полученное выражение можно использовать для автоматизации проектирования маятниковых контактных подвесок троллейбуса.

Проведем численный эксперимент и установим основные монтажные параметры подвески для исходных данных, приведенных в таблице 1.

Для исходных данных представленных в таблице 1 были установлены основные монтажные параметры маятниковой подвески, показанные в таблице 2 и рассчитана монтажная таблица 3.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Величина
Расстояние между опорами (пролет)	l	м	35
Допустимое натяжения контактного провода	H	кН	10
Длина струны	λ	м	0,8
Максимальный угол отклонения струны	γ	°С	50
Климатический район	III		
Минимальная температура района	t	°С	-30
Площадь сечения контактного провода	S	мм ²	85
Удельный вес контактного провода	M	Н/м	0,755
Вес арматуры	g_c	Н	20

Таблица 2 – Монтажные параметры маятниковой подвески

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Величина
Вертикальная составляющая нагрузки	Q	Н	279,35
Минимальная величина излома оси контактного провода	C	м	0,583
Отклонение точек крепления струн	B	м	1,81
Отклонение оси контактного провода от точки крепления струны	a	м	0,614
Проекция струны на вертикальную плоскость	h	м	0,513
Боковое усилие от одного провода на опору	N	Н	333,14
Результирующее усилие в точке крепления струны	P	Н	434,76

Таблица 2 – Монтажная таблица

C, м	H, кН	t, °C	Расчетные части			
			A	B	C	D
0,58	10	-30	13,42	8,08	1,65	53,23
0,61	9	-23,52	13,42	8,93	2,04	47,91
0,65	8	-16,45	13,42	10,14	2,58	42,59
0,69	7	-9,05	13,42	11,43	3,36	37,26
0,74	6	-0,79	13,42	13,15	4,58	31,94
0,8	5	8,76	13,42	15,37	6,59	26,62
0,88	4	21,02	13,42	18,59	10,3	21,29
0,98	3	38,83	13,42	23,06	18,32	15,97

В результате численного эксперимента на основе монтажной таблицы 3 были построены монтажные кривые, представленные на рисунке 3, вид которых подтверждает правильность представленной в работе математической модели.

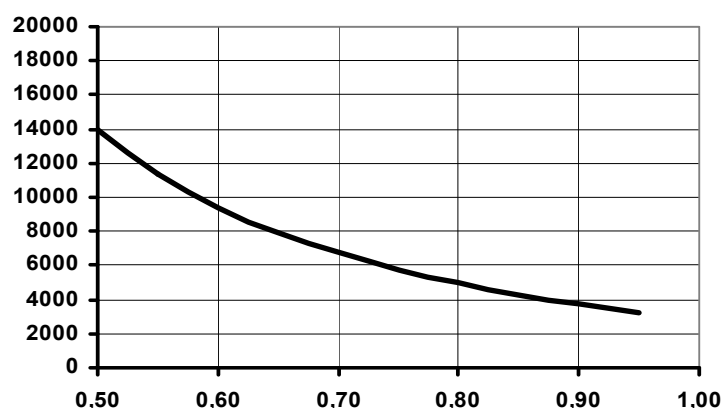


Рисунок 3 – Автоматически построенная монтажная кривая $H=f(t^{\circ})$

Вывод. Таким образом, в данной работе разработана математическая модель маятниковой подвески троллейбуса с учетом температурной зависимости стрелы провеса контактного провода, предложена новая методика определения монтажных параметров маятниковых подвесок.

В результате исследования установлен характер и зависимость параметров подвески от температуры, что позволило автоматизировать ее расчет.

Работа представляет научную основу для проектирования новых самокомпенсированных подвесок с улучшенными параметрами.

Полученные результаты будут полезны при проектировании новых контактных сетей электрического транспорта и позволят упростить работу проектировщиков, а также исключить погрешности при определении параметров маятниковых подвесок за счет автоматизации построения монтажных кривых.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарнижевский М.В. Проектирование устройств электроснабжения трамвая и троллейбуса / М.В.Тарнижевский., Д.К.Томлякович. – М.: Транспорт, 1987. – 120 с.
2. Афанасьев А.С. Контактные и кабельные сети трамваев и троллейбусов / А.С.Афанасьев, Г.П. Долаберидзе, В.В. Шевченко. – М.: Транспорт, 1979. – 168 с.
3. Ивин К.В., Трофимов А.Н., Энгельс Г.Г. Токосъем городского наземного транспорта / К.В. Ивин, А.Н. Трофимов, Г.Г. Энгельс. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1965. – 234 с.
4. Сопов В.И. Контактная сеть трамвая и троллейбуса / В.И.Сопов. – Новосибирск: НЭТИ, 1982. – 186 с.
5. Сопов В.И. Расчеты тяговых сетей с применением ЭВМ. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию/ В.И.Сопов – Новосибирск: НЭТИ, 1989. – 65 с.
6. Правила проектирования контактной сети трамвая и троллейбуса. – М.: ОНТИ АКХ им. Памфилова, 1988. – 36 с.

УДК 629.439

ХОЛИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЯГИ МАГНИТОЛЕВИТИРУЮЩЕГО ПОЕЗДА

В.А. Поляков¹, Н.М. Хачапуридзе²

¹кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела динамики и прочности новых и нетрадиционных видов транспорта, Институт транспортных систем и технологий Национальной академии наук Украины, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: p_v_a_725@mail.ru

²кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе, Институт транспортных систем и технологий Национальной академии наук Украины, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: itst@westa-inter.com

Аннотация. Объектом исследования является тяговая сила двигателя магнитолевитирующего поезда. Цель исследования – получение корректного описания реализации такой силы. Выявлены рациональные парадигмы исследования. Рассмотрены имеющиеся версии искомой модели. Описаны их достоинства и недостатки. Выбраны рациональные расчётные схемы элементов двигателя. При исследовании принята холистическая парадигма. Для упрощения модели введены адекватные допущения. Выражения для компонентов тяги найдены как силы Ампера. Описана электродинамика обмоток двигателя. Приведён пример, верифицирующий пригодность построенной модели.

Ключевые слова: магнитолевитирующий поезд, линейный синхронный двигатель, холистическая парадигма исследования.

HOLISTIC MODEL OF MAGNETICALLY LEVITATED TRAIN'S TRACTION

Vladislav Poljakov¹, Nikolay Khachapuridze²

¹Ph.D in Technical Science, Senior Research Assistant of Department of Dynamics and Strength of a New and Nonconventional Types of Transport, Institute of Transport Systems and Technologies of Ukraine's National Academy of Sciences, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: p_v_a_725@mail.ru

²Ph.D in Technical Science, Deputy Director for Science, Institute of Transport Systems and Technologies of Ukraine's National Academy of Sciences, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: itst@westa-inter.com

Abstract. A traction force of a magnetically levitated train's motor is the research object. To provide a correct description of such force's realization is the aim of research. The rational research paradigms have been revealed. The existing versions of the required model have been considered. Their advantages and disadvantages have been described. The rational design schemes of motor's components have been selected. The holistic paradigm has been adopted in the investigation. Adequate assumptions have been entered for model simplification. The expressions for the traction components were found as the Ampere's forces. The electrostatics of motor's windings has been described. The example which verifies suitability of the constructed model is given.

Keywords: magnetically levitated train, linear synchronous motor, holistic paradigm of research.

Введение. Токи в обмотках линейного синхронного двигателя (ЛСД) магнитолевитирующего поезда (МЛП), и создаваемые ими магнитные поля – компоненты единого электромагнитного процесса, который, в свою очередь, является субпроцессом гиперпроцесса электромеханического преобразования энергии таким двигателем. Порознь указанные компоненты с успехом могут моделироваться [1] в рамках теорий, соответственно, электрических цепей, базирующийся на уравнениях Кирхгофа, и электромагнитного поля, ядром которой являются уравнения Максвелла. Поэтому ныне имеющиеся версии математической модели (ММ) тяговой силы (ТС) МЛП были построены [2, 3] исходя из указанных селективных парадигм её моделирования.

Цель работы. Результаты анализа свойств имеющихся версий ММ ТС МЛП свидетельствуют о том, что каждая из них обладает как преимуществами, так и недостатками. Первая из упомянутых версий модели (построенная в рамках парадигмы теории электрических цепей) обладает достаточно широкими функциональными возможностями. Однако, её основным недостатком является наличие в её дифференциальных уравнениях коэффициентов (соответствующих взаимным индуктивностям контуров фаз якоря между собой, а также с контурами возбуждения), значения которых периодически изменяются в зависимости от положения муфтера (подвижных частей ЛСД). Это существенно затрудняет решение задач описываемой динамики [4], радикально снижая практическую ценность версии. Версия же ММ, исходящая из парадигмы теории поля, менее ресурсоёмка, однако и менее практична. Последнее – следствие существенной ограниченности её общности, вызываемой недостаточной адекватностью исходных предположений, принятых при построении этой версии модели. Изложенные соображения выявляют [5, 6] актуальность создания холистической модели тяги (ХМТ) МЛП, ассимилирующей достоинства имеющихся версий модели и максимально свободной от их недостатков. Построение такой ХМТ является основной задачей настоящей работы.

Материал и результаты исследования. Электромеханическое энергопреобразование ЛСД МЛП осуществляется в процессе взаимодействия взаимно неподвижных магнитных полей, создаваемых токами, протекающими в контурах индуктора и якоря. Поэтому паттерном ТС поезда является взаимодействие тока, протекающего в элементе контура индуктора ЛСД, с полем, создаваемым токами его якоря. Такое взаимодействие может быть описано выражением закона Ампера [7]:

$$f_{\lambda\chi} = l_{\lambda\chi} \cdot i^{\lambda} \cdot B_{\lambda\chi} \cdot \sin \alpha_{\lambda\chi}, \quad (1)$$

где $f_{\lambda\chi}$ – сила, воздействующая на χ -ый элемент λ -го контура индуктора двигателя; $l_{\lambda\chi}, i^{\lambda}, B_{\lambda\chi}, \alpha_{\lambda\chi}$ – длина упомянутого элемента, ток в нём, индукция (условно однородного – в пределах элемента) магнитного поля, в котором элемент находится, а также угол между $\vec{i}^{\lambda}$ и $\vec{B}_{\lambda\chi}$.

Расчётные схемы обмоток возбуждения и якоря двигателя приняты, соответственно, в виде набора гальванически не связанных проводящих прямоугольных рамок, соответствующих контурам криомодулей, и трёхфазной электрической сети, каждой фазе которой соответствует отдельный контур. Тогда, в произвольный момент времени, тяга двигателя определима как векторная сумма величин $\vec{f}_{\lambda\chi} \forall \lambda \in [1, N], \chi \in [1, 4]$, каждая из которых, – это результат взаимодействия одного из контуров возбуждения с полем, создаваемым якорной обмоткой. В последнем выражении, N – число упомянутых контуров возбуждения. Динамика электрического компонента упомянутого взаимодействия определяется уравнениями второго закона Кирхгофа [7]. Подсистема “контур возбуждения – якорная обмотка”, как правило, вырождена [8] – ёмкостные показатели её элементов пренебрежимо низки. Поэтому, в инерциальной системе отсчёта $Q_i^v \forall v \in [A, B, C, M]$, указанным уравнениям может быть придан вид [7]:

$$u_{\rho} = L_{\rho} \cdot \frac{d}{dt} i^{\rho} + L_{\rho\mu} \cdot \frac{d}{dt} i^{\mu} + r_{\rho} \cdot i^{\rho} \forall \rho, \mu \in [A, B, C, M], \quad (2)$$

где $u_{\rho}, L_{\rho}, L_{\rho\mu}, r_{\rho} \forall \rho, \mu \in [A, B, C, M]$ – электродвижущие силы (э. д. с.) источников, собственные и взаимные индуктивности, а также омические сопротивления элементов описываемой парциальной подсистемы; $i^{\rho}, i^{\mu} \forall \rho, \mu \in [A, B, C, M]$ – токи в контурах якоря и возбуждения; A, B, C, M – индексы, соответствующие этим контурам; t – текущее время.

Поскольку моутер ЛСД движется относительно его статора, то многие из величин $L_{\rho\mu} \forall \rho, \mu \in [A, B, C, M]$ имеют переменные во времени значения. Это, в свою очередь, приводит к нестационарности коэффициентов уравнений (2) и, как отмечено, существенно снижает практическую ценность версии модели. С целью устранения указанного недостатка, реализацию ТС МЛП следует рассматривать относительно координатной системы, в которой обмотки двигателя условно взаимно неподвижны. В таком качестве, удобнее всего принять [5] отсчётную систему $C_{\alpha} \eta^{\lambda} \forall \lambda \in [1, 3]$, жёстко связанную с α -ым контуром обмотки возбуждения двигателя. Инерциальной $C_{\alpha} \eta^{\lambda} \forall \lambda \in [1, 3]$, в общем случае, не является. В то же время, весьма желательно [9], чтобы уравнения, описывающие динамику электрической подсистемы ЛСД, имели тензорный характер. Такие уравнения могут быть получены

[10], из равенств типа (2), путём замены в них локальных производных $\frac{d}{dt}$ абсолютными $\frac{D}{dt}$, а также перехода в этих равенствах к координатам $\eta^\lambda \forall \lambda \in [\overline{1,3}]$. По отношению к произвольному вектору η^β , соотношение между упомянутыми производными, как известно, имеет вид [10]:

$$\frac{D}{dt}\eta^\beta = \frac{d}{dt}\eta^\beta + e_{\beta\kappa\nu} \cdot \omega_\kappa \cdot \eta^\nu \quad (3)$$

где $e_{\beta\kappa\nu}, \omega_\kappa$ - символ Леви-Чивита, а также вектор угловой скорости вращения $C_\alpha \eta^\lambda \forall \lambda \in [\overline{1,3}]$.

После осуществления указанной замены, соотношения, полученные из (2), приобретают тензорный характер. Поэтому, в частности, их форма становится инвариантной по отношению к координатам, в которых они записаны. Переход же к координатам $\eta^\lambda \forall \lambda \in [\overline{1,3}]$ осуществим согласно выражениям:

$$\eta^\lambda = g_\rho^\lambda \cdot i^\rho \quad \forall \rho \in [A, B, C, M]; \lambda \in [\overline{1,3}], \quad (4)$$

где g_ρ^λ – матрица преобразования координат:

$$g_\rho^\lambda = \frac{\partial \eta^\lambda}{\partial i^\rho} \quad \forall \rho \in [A, B, C, M]; \lambda \in [\overline{1,3}]. \quad (5)$$

В свою очередь, выражения для связей вида

$$\eta^\lambda = \eta^\lambda(i^\rho) \quad \forall \rho \in [A, B, C, M]; \lambda \in [\overline{1,3}] \quad (6)$$

могут быть получены исходя из того, что [5], в процессе описываемого координатного преобразования, одним из его инвариантов являются, в частности, амплитудные значения токов, протекающих в рассматриваемых контурах.

С помощью же матрицы

$$g_\lambda^\rho = \frac{\partial i^\rho}{\partial \eta^\lambda} = (g_\rho^\lambda)^T \quad \forall \rho \in [A, B, C, M]; \lambda \in [\overline{1,3}], \quad (7)$$

осуществимо обратное преобразование

$$i^\rho = g_\lambda^\rho \cdot \eta^\lambda \quad \forall \rho \in [A, B, C, M]; \lambda \in [\overline{1,3}]. \quad (8)$$

После описанных преобразований, уравнения (2) приобретают вид

$$u_\lambda = L_\lambda \cdot \left(\frac{d}{dt} \eta^\lambda + e_{\lambda\alpha\nu} \cdot \omega_\alpha \cdot \eta^\nu \right) + L_{\lambda\zeta} \cdot \left(\frac{d}{dt} \eta^\zeta + e_{\zeta\alpha\sigma} \cdot \omega_\alpha \cdot \eta^\sigma \right) + r_\lambda \cdot \eta^\lambda \quad \forall \lambda, \nu, \zeta, \sigma \in [\overline{1,3}]. \quad (9)$$

Таким образом, уравнения (9) имеют постоянные коэффициенты, являются тензорными и описывают токовую динамику ЛСД в координатах $\eta^\lambda \forall \lambda \in [\overline{1,3}]$. После их (как правило – численного) разрешения относительно переменных $\eta^\lambda \forall \lambda \in [\overline{1,3}]$, последние, с использованием соотношений (8), могут быть

преобразованы в координаты $i^\rho \forall \rho \in [A, B, C, M]$, значения которых определяют реальные токи в контурах двигателя.

Магнитная цепь ЛСД предполагается ненасыщенной [3]. Поэтому она может считаться условно-линейной подсистемой и, следовательно, к ней применим принцип аддитивности. Исходя из этого, результирующее поле фазы якорной обмотки двигателя в любой точке геометрического пространства $O\Xi_\chi \forall \chi \in [\overline{1,3}]$, в котором реально движется муфтер относительно статора, может описываться как сумма полей, создаваемых в этой точке отдельными катушками такой фазы:

$$B_{\alpha q} = B_{\alpha \kappa q} \cdot e^\kappa; e^\kappa = 1; \quad \forall \kappa \in [\overline{1, n_p}], q \in [\overline{1, 3}], \quad (10)$$

где n_p – число прямоугольных катушек [1], включённых в каждую из фаз якоря; $B_{\alpha q}, B_{\alpha \kappa q} \forall \kappa \in [\overline{1, n_p}]; q \in [\overline{1, 3}]$ – пространственные компоненты индукции поля, создаваемого всей обмоткой фазы α якоря, а также её отдельными катушками в рассматриваемой точке этого пространства. В свою очередь, значения компонентов $B_{\alpha \beta q} \forall q \in [\overline{1, 3}]$ для каждой β -ой катушки, включённой в α -ую фазу якоря, определимы согласно выражениям, полученным в [11]. В последние выражения последовательно подставляются значения токов $i^\rho \forall \rho \in [A, B, C]$ и, таким образом, находятся значения $B_{\rho \kappa q} \forall \rho \in [A, B, C], \kappa \in [\overline{1, n_p}], q \in [\overline{1, 3}]$, а затем по ним, согласно (10), – и $B_{\rho q} \forall \rho \in [A, B, C], q \in [\overline{1, 3}]$.

Поскольку пространство системы $O\Xi_\chi \forall \chi \in [\overline{1, 3}]$ – евклидово, то, исходя из его метрики, мгновенное значение модуля вектора полной индукции поля, создаваемого током ρ -ой фазы якоря, может быть определено выражением

$$B_\rho = \sqrt{B_{\rho q}^{(2)} \cdot e^q}; e^q = 1 \quad \forall \rho \in [A, B, C], q \in [\overline{1, 3}]. \quad (11)$$

Индукция поля $B_\rho \forall \rho \in [A, B, C]$, создаваемого током каждой фазы, в любой момент времени пропорциональна значению этого тока $i^\rho \forall \rho \in [A, B, C]$. В свою очередь, эти токи изменяются согласно косинусоидальным законам. Поэтому индукция результирующего поля, создаваемого якорем в целом, изменяется [5] согласно закону

$$B_{res} = 1,5 \cdot B_{max} \cdot \exp(-j \cdot \omega \cdot t); \quad j^{(2)} = -1; \quad (12)$$

где B_{max}, ω – амплитуда индукции поля одного из упомянутых фазных токов, а также частота его изменения.

Выводы. Создана парадигма моделирования ТС МЛП, ассимилирующая достоинства теорий цепей и поля, но свободная от их недостатков. Построена ХМТ МЛП, не имеющая дефектов предыдущих версий модели.

Этим исчерпывающе решена задача настоящей части исследования. В качестве примера использования созданных парадигмы и модели, приведена осциллограмма описываемой ТС в режиме разгона приводимого в движение поезда:

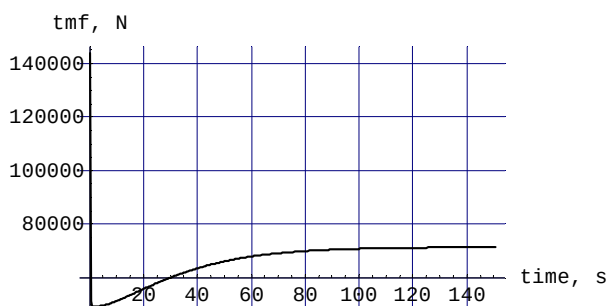


Рис. 1. – Тяговая сила ЛСД МЛП

Анализ этого результата свидетельствует о работоспособности созданных парадигмы и модели, а поэтому – их пригодности, после верификации и необходимой адаптации к нуждам конкретных практических задач, к использованию в процессе исследований динамики МЛП, оснащённых ЛСД.

ЛИТЕРАТУРА

1. Высокоскоростной магнитный транспорт с электродинамической левитацией / В. А. Дзензерский, В. И. Омеляненко, С. В. Васильев, В. И. Матин, С. А. Сергеев – К.: Наук. думка, 2001. – 479 с.
2. Вольдек А.И. Электрические машины / А. И. Вольдек – Л.: Энергия, 1984 – 832 с.
3. Поляков В. А. Динамика тяговой электромагнитной подсистемы магнитолевитирующего поезда / В. А. Поляков, Н. М. Хачапуридзе // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія “Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління” – № 1015. Вип. 19 – Х., 2012. – С. 268 - 273.
4. Поляков В. А. Динамика тяговой подсистемы магнитолевитирующего поезда (полевая парадигма исследования) / В. А. Поляков, Н. М. Хачапуридзе // Науковий вісник Херсонської морської академії – 2013. – № 1 (8). С. 258 - 266.
5. Электрические машины (специальный курс) / Г. А. Сипайлов, Е. В. Кононенко, К. А. Хорьков – М.: Высш. шк., 1987. - 287 с.
6. Копылов И. П. Математическое моделирование электрических машин / И. П. Копылов – М.: Высш. шк., 2001. – 327 с.
7. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники: Электрические цепи / Л. А. Бессонов – М.: Высш. шк., 1996. – 578 с.
8. Львович А. Ю. Электромеханические системы / А. Ю. Львович – Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. – 296 с.
9. Крон Г. Применение тензорного анализа в электротехнике / Г. Крон – М., Л.: Госэнергоиздат, 1955. – 275 с.
10. Рашевский П. К. Риманова геометрия и тензорный анализ / П. К. Рашевский – М.: Наука, 1967. – 644 с.
11. Бирюков В. А. Магнитное поле прямоугольной катушки с током / В. А. Бирюков, В. А. Данилов // Журнал технической физики. – 1961. – Т. XXXI, № 4. – С. 428 – 435.

УДК 66-911.6:62-405.8

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНДЕНСАЦИОННОЙ ПРОПИТКИ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ ТЕЛ

М.А. Гамов¹, В.М. Задорский²

¹аспирант, кафедры оборудование химических производств, Государственное высшее учебное заведение «Украинский химико-технологический университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: nokassss@hotmail.com

²доктор технических наук, профессор Государственное высшее учебное заведение «Украинский химико-технологический университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: ecofond@gmail.com

Аннотация. Проведена работа теоретического исследования конденсационной пропитки капиллярно-пористых материалов с возможностью использования математической модели для расчета.

Ключевые слова: пропитка, капиллярно-пористые материалы, коэффициент диффузии, пар.

MATHEMATICAL MODELING OF CONDENSING TREATMENT CAPILLARY- POROUS MATERIALS

Michael Gamov¹, William Zadorskiy²

¹Postgraduate student, chair of chemical production equipment, State Higher Educational Institution "Ukrainian University of Chemical Technology", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: nokassss@hotmail.com

¹Ph.D., Professor of the State Higher Educational Institution "Ukrainian University of Chemical Technology", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: ecofond@gmail.com

Abstract The work carried out theoretical research condensation infiltration of capillary-porous materials with the ability to use a mathematical model to calculate.

Keywords: impregnation, capillary-porous materials, vapor diffusion coefficient.

Введение. В статье показаны преимущества использования перегретого водяного пара (далее “пара”) для интенсификации конденсационной пропитки; показана возможность использования для проведения расчетов математической модели Аксельруда Г. А. и Альтшулера М. А.[1] при изменении начальных и граничных условий процесса для учета использования при пропитке пара в качестве рабочего агента.

Во многих отраслях промышленности интенсификация пропитки капиллярно-пористых материалов на заданную глубину имеет большое значение, однако использование для этой цели вакуумного оборудования и (или) аппаратов, работающих под избыточным давлением, значительно удорожает

процесс пропитки. В [1] отмечено, что исключительно перспективный метод интенсификации процесса пропитки без применения вышеуказанного оборудования основан на конденсации водяных (или других паров). Этот метод особенно уместен, когда в технологических операциях присутствует полное или частичное заполнение парами порового пространства.

Известно также [2], что в пропиточной технологии древесины и других материалов первоначальный вакуум используют для удаления из порового пространства воздуха, который препятствует проникновению пропиточного раствора. В то же время, частичное удаление воздуха их возможно путем нагрева. Вследствие чего атмосферное давление жидкости в ванной становится избыточным по отношению к давлению в поровом пространстве. Под действием образовавшегося перепада давления (атмосферное давление жидкости - вакуум в порах и капиллярах) происходит заполнение части капиллярно-порового пространства пропитывающей жидкостью.

Цель работы. Ранее нами был предложен [3] эффективный метод интенсификации способа «прогрев-холодная ванна» — пропитка в условиях создания вакуума в порах при конденсации не насыщенных, а перегретых паров [4], позволяющий управлять скоростью и глубиной пропитки. Использование перегретого пара продиктовано следующими обстоятельствами: при продувке капиллярно-пористого пространства паром обеспечивается более полное удаление (практически полное) удаление воздуха за счет процесса его десорбции в пар, выполняющий роль десорбирующего агента, после конденсации перегретых паров глубина вакуума в капиллярах будет выше, чем в случае конденсации насыщенных паров, поскольку удален практически весь воздух и при конденсации перегретых паров образуется меньше конденсата, приводящего к нежелательному разбавлению пропиточной. Кроме того, во многих практически важных случаях необходимо использовать обработку тела перегретыми парами растворителя как важную промежуточную технологическую стадию процесса, в некоторых случаях заполнение порового пространства насыщенными парами воды или другой жидкости является основной технологической стадией [5]. Эффект от конденсации перегретого пара увеличивает глубину пропитки. В связи с этим, становится необходимым математическое моделирование конденсационной пропитки, прежде всего, для использования математической модели в качестве имитационной с целью определения оптимальных условий протекания процесса и управления им на основе математической модели, а также для переноса результатов расчетов на реальный объект.

Материал и результаты исследований. Анализ литературных источников [1,2,6-15] показывает, что только в [1] встречается попытка математического описания конденсационной, а не капиллярной пропитки. В качестве

примера авторами работы [1] была рассмотрена пропитка прогретого при температуре кипения воды влажного бруска древесины, который затем помещался в пропиточную ванну с водой различной температуры. Предполагалось, что пары воды в древесине по мере охлаждения бруска до температуры воды в ванне конденсируются, их давление падает и становится равным парциальному давлению насыщенных паров при температуре пропитки. Поскольку вода для древесины является смачивающей жидкостью, движущая сила пропитки (перепад давления)

$$\Delta p = p_z + p_0 + p_k - p_n, \quad (1)$$

где p_z - гидростатическое давление жидкости, МПа;

p_0 - атмосферное давление, МПа;

p_k - капиллярное давление для цилиндрического капилляра,

$$p_k = \frac{2\sigma \cos \theta}{r_k} \text{ МПа (рис.1);}$$

θ - краевой угол смачивания, °;

σ - поверхностное натяжение жидкости на границе с воздухом, $\frac{Н}{м}$;

p_n - парциальное давление насыщенных паров, МПа.

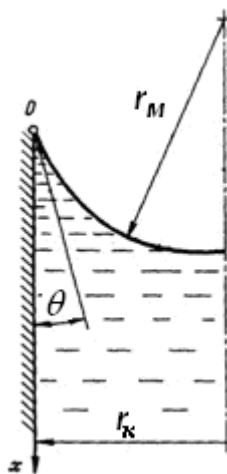


Рисунок.1. – Цилиндрический капилляр (радиус r) с мениском (радиус r_M) смачивающей жидкости

В случае пропитки древесины выполняется неравенство

$$p_z + p_k \ll p_0. \quad (2)$$

Поскольку фильтрация жидкости в древесине, капилляры которой можно представить как длинные цилиндры, подчиняется закону Пуазейля [1,2], то

$$\frac{dl}{dt} = \frac{r_{эф}^2 \Delta p}{8\eta l} = \frac{r_{эф}^2}{8\eta l} (p_z + p_0 + p_k - p_n), \quad (3)$$

где $r_{эф}$ - эффективный радиус поры, м.

Для условия пропитки древесины (2), выразив давление пара через закон Клапейрона-Клаузиуса и, учитывая зависимость вязкости от температуры $\ln \eta_T = A + B/T$, Альтшулер получил следующее выражение для скорости пропитки

$$\frac{dl}{dt}_{\text{НП}} \approx \frac{r_{\text{эф}}^2 p_0}{8l} \frac{1 - \exp\left[\frac{\lambda}{R} \left(\frac{1}{373} - \frac{1}{T}\right)\right]}{\eta_{373} \exp\left[B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{373}\right)\right]}. \quad (4)$$

где $r_{\text{эф}}$ - эффективный радиус поры, м.

λ - молярная или скрытая теплота перехода, $\frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$;

R - универсальная газовая постоянная, $R = 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$;

373 - температура фазового перехода, К;

p_0 - давление фазового перехода, МПа;

A и B - некоторые постоянные для вязкости жидкости.

Тогда продолжительность полной двухсторонней пропитки бруска

$$t_0 \approx \frac{l_0^2}{r_{\text{эф}}^2 P_0} \frac{\eta_{373} \exp\left[B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{373}\right)\right]}{1 - \exp\left[\frac{\lambda}{R} \left(\frac{1}{373} - \frac{1}{T}\right)\right]} \quad (5)$$

Соотношения (4,5) отражает двоякое влияние температуры на конденсационную пропитку. С понижением температуры пропитывающего раствора парциальное давление паров уменьшается (что должно приводить к повышению скорости пропитки) и растет вязкость (что приводит к противоположному эффекту). Окончательный результат определяется значениями λ и B [16]. После вывода уравнения (5) Альтшулер приводит экспериментальные данные Оснача [16], однако не приводит результаты расчетов по предлагаемым уравнениям и сведения по их коррелируемости с цитируемыми экспериментальными данными.

Выполнить расчет времени полной пропитки бруска по уравнению (5) для экспериментальных данных на рис.2. не удастся, поскольку не указаны размеры бруска древесины.

Рассчитаем скорость пропитки водой при 20°C для сквозного стеклянного капилляра радиусом $r = 52$ мкм и длиной $l = 1$ м. Для стеклянного капилляра согласно [7] можно принять $\cos \theta = 1$,

$$\text{Капиллярное давление: } p_k = \frac{2\sigma \cos \theta}{r_k} = \frac{2 \cdot 72,8 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{52 \cdot 10^{-6}} = 2800 \text{ Па}.$$

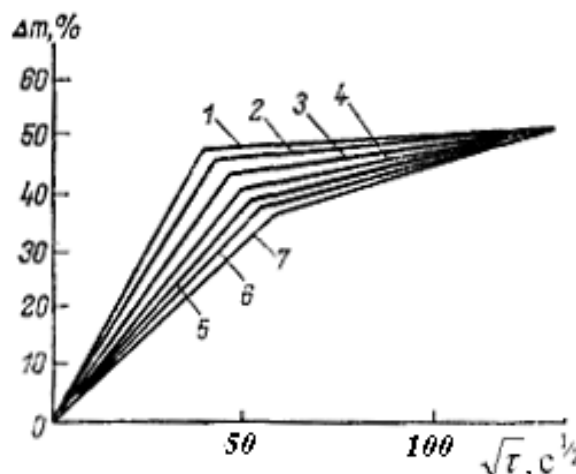


Рисунок. 2. – Влияние температуры на кинетику конденсационной пропитки древесины водой [16]:

1- при температуре пропитывающей жидкости (воды) 20 °С,
2-40 °С, 3-60 °С, 4-70 °С, 5-80 °С, 6-90 °С, 7-100 °С.

Гидростатическое давление столба жидкости: $p_z = \rho \cdot g \cdot l = 998 \cdot 9,81 \cdot 1 = 9790 \text{ Па}$.

Проверим условие (2): $p_z + p_k = 2800 + 9790 = 12590 \text{ Па} = 0,01259 \text{ МПа} < 0,1 \text{ МПа}$, т.е. условие выполняется. Давление насыщения воды и вязкость при температуре 20 °С примем из таблиц [17]. Тогда скорость пропитки при 20 °С

$$\frac{dl}{dt}_{\text{НП}} \approx \frac{r_{\text{эф}}^2 (p_0 - p_{\text{н}})}{8 \cdot l \cdot \eta} = \frac{(52 \cdot 10^{-6})^2 (0,1 - 0,00238) \cdot 10^6}{8 \cdot 1 \cdot 0,001} = 0,032996 \frac{\text{м}}{\text{с}},$$

при 60 °С

$$\frac{dl}{dt}_{\text{НП}} \approx \frac{r_{\text{эф}}^2 (p_0 - p_{\text{н}})}{8 \cdot l \cdot \eta} = \frac{(52 \cdot 10^{-6})^2 (0,1 - 0,02031) \cdot 10^6}{8 \cdot 1 \cdot 0,0004688} = 0,0037504 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Рассчитаем максимальный объем поглощенной капилляром пропиточной жидкости.

Объем капилляра

$$V_k = \pi r^2 l = 3,14 \cdot (52 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 1 = 8,49056 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3.$$

Масса насыщенного пара 100 °С (масса конденсата)

$$m_{\text{НП}} = m_{\text{КОН}}^{\text{НП}} = \rho_{\text{НП}} \cdot V_0 = 0,589 \cdot 8,49056 \cdot 10^{-9} = 5,00094 \cdot 10^{-9} \text{ кг}.$$

Масса перегретого пара при 140 °С (масса конденсата)

$$m_{\text{НП}} = m_{\text{КОН}}^{\text{НП}} = \rho_{\text{НП}} \cdot V_0 = 0,529 \cdot 8,49056 \cdot 10^{-9} = 4,49151 \cdot 10^{-9} \text{ кг}.$$

Объем конденсата при конденсации насыщенного пара 100 °С

$$V_{\text{КОН}}^{\text{НП}} = \frac{m_{\text{КОН}}^{\text{НП}}}{\rho_{\text{КОН}}} = \frac{5,00094 \cdot 10^{-9}}{958} = 5,22019 \cdot 10^{-12} \text{ м}^3.$$

Объем конденсата при конденсации перегретого пара 140 °С



$$V_{\text{кон}}^{\text{пп}} = \frac{m_{\text{кон}}^{\text{пп}}}{\rho_{\text{пп}}} = \frac{4,49151 \cdot 10^{-9}}{958} = 4,68842 \cdot 10^{-12} \text{ м}^3.$$

Максимальный объем поглощенной пропиточной жидкости при конденсации насыщенного пара

$$V_{\text{max}} = V_{\text{к}} - V_{\text{кон}}^{\text{пп}} = 8,49056 \cdot 10^{-9} - 5,22019 \cdot 10^{-12} = 8,48534 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$$

Максимальный объем поглощенной пропиточной жидкости, при конденсации перегретого пара

$$V_{\text{max}} = V_{\text{к}} - V_{\text{кон}}^{\text{пп}} = 8,49056 \cdot 10^{-9} - 4,68842 \cdot 10^{-12} = 8,48587 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$$

Из сравнения последних величин видно, что максимальный объем поглощенной пропиточной жидкости мало отличается. В то же время, из результатов расчетов видно, что температура пропиточной жидкости сильно влияет на движущую силу пропитки и вязкость пропиточной жидкости. Для того, чтобы капилляр был заполнен перегретым паром и не происходила его преждевременная конденсация, стенки капилляра должны быть нагреты выше температуры конденсации пара. Это дополнительное тепло перегрева пара и стенок капилляра будет расходоваться на нагрев пропиточной жидкости в капилляре, что приведет к уменьшению вязкости (сил внутреннего трения слоев пропиточной жидкости) и уменьшению сил поверхностного натяжения. С учетом этого, можно ожидать, что скорость пропитки при конденсации перегретого пара будет выше, чем при конденсации насыщенного. Следовательно, скорость пропитки будет определяться временем остывания перегретого пара, конденсата и, и главным образом, стенки капилляра до температуры пропиточной жидкости, при которой сумма сил внутреннего трения о поверхность стенок капилляра, внутреннего трения слоев жидкости и сил поверхностного натяжения превысит движущую силу пропитки. Этого факта не учитывают уравнения (4,5), позволяющие находить скорость и время пропитки для отдельно взятого значения температуры, не связанного с теплообменом во всей системе. Таким образом, для нахождения скорости пропитки необходимо решение задачи нестационарного теплообмена, при котором тепловой баланс имеет вид

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = Q_5 + Q_6 \quad (6)$$

где Q_1 - приход тепла за счет охлаждения неподвижного перегретого пара;

Q_2 - приход тепла за счет конденсации пара;

Q_3 - приход тепла за счет охлаждения конденсата;

Q_4 - приход тепла за счет охлаждения стенки капилляра;

Q_5 - расход тепла на нагрев неподвижной пропитывающей жидкости на внешней поверхности капилляра

Q_6 - расход тепла на нагрев поглощаемой пропиточной жидкости на



внутренней поверхности капилляра, скорость течения которой зависит от многих факторов (температуры, перепада давления, угла смачивания, поверхностного натяжения; влажности, шероховатости и химического состава стенок капилляра и др.[6-14]).

С учетом последнего, можно попытаться использовать вышеприведенное математическое описание пропитки древесины (1-4) за счет конденсации насыщенного пара при атмосферном давлении для описания процесса пропитки, основанного на использовании перегретого пара, если внести следующие изменения в граничные условия (7-16):

Весь воздух из капилляров вытеснен и замещен на перегретый пар.

Выполняется условие

$$p_z + p_k \ll p_0. \quad (7)$$

Температура фазового перехода воды (парообразования)

$$T_0 = 373 K \text{ при } p_0 = 0,1 \text{ МПа}. \quad (8)$$

Температура пропитывающей жидкости меньше температуры парообразования воды

$$T < T_0. \quad (9)$$

Пар перегретый (граница повышения температуры перегрева пара – целостность материала и оборудования) при

$$\Delta T > 0 \quad (10)$$

Пар насыщенный при

$$\Delta T = 0 \quad (11)$$

Максимальная движущая сила

$$\Delta p = p_0 - p_n = p_0 = 0,1 \text{ МПа} \text{ при } p_n \approx 0. \quad (12)$$

Перед началом пропитки давление внутри капилляра равно атмосферному

$$p(x,0) = p_0. \quad (13)$$

Первоначальное давление на поверхности капилляра постоянно и равно атмосферному

$$p(0,t) = p_0. \quad (14)$$

В начальной момент глубина пропитки

$$t = 0, l = 0. \quad (15)$$

Глубина конденсационной пропитки будет равна предельной глубине пропитки $l = l_\infty$, при которой сумма сил внутреннего трения о поверхность стенок капилляра, внутреннего трения слоев жидкости и сил поверхностного натяжения будет равна движущей силе пропитки.

Общеизвестно, что применение вакуумирования, избыточного давления, а также комбинации одновременного воздействия вакуумирования капилляров и избыточного давления на жидкость позволяет увеличить скорости пропитки. С уменьшением вязкости пропитывающей жидкости скорость



пропитки возрастает. Поэтому для интенсификации пропитки практикуют подогрев пропитывающих жидкостей, например, в производствах кровельных материалов, шпал и т. д. [1,2,12]. Также используется предварительное нагревание пористых тел перед пропиткой жидкостями, которые в результате полимеризации или кристаллизации переходят в твердое состояние [15]. При этом жидкость находится при высокой температуре сравнительно недолго, и опасность ее термического разложения исключается [15].

Вывод. Предлагаемый метод интенсификации пропитки за счет конденсации перегретого пара совмещает в себе:

1. Конденсацию перегретого пара, при которой конденсат смачивает стенки капилляра, и дальнейшее проникновение пропиточной жидкости идет по смоченной поверхности капилляра, что уменьшает силы трения пропиточной жидкости о стенки капилляра.
2. Конденсацию перегретого пара в капилляре, что приводит к образованию вакуума, и пропиточная жидкость будет проникать в капилляр под атмосферным давлением, которое становится избыточным по отношению к давлению в капилляре.
3. Дополнительный нагрев пропиточной жидкости как на внешней, так и на внутренней поверхностях капилляра за счет теплоты стенок капилляра тем больше, чем выше температура стенки.

В последующих сообщениях (после получения экспериментальных данных о глубине пропитки в условиях конденсации насыщенного пара) будет выполнено сравнение скорости и глубины пропитки при использовании насыщенного и перегретого пара, а также приведены результаты факторного эксперимента, которые позволят определить оптимальные параметры процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксельруд Г. А., Альтшулер М. А. Введение в капиллярно-химическую технологию. — Химия, 1983. — 264 с.
2. Серговский П. С., Расев А. И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины: Учебник для вузов.—4-е изд., перераб. и доп.— М.: Лесн. пром-сть, 1987.— 360с.
3. Гамов М.А., Задорский В.М. Синергетические основы средств и методов управления технологическими процессами в капиллярно-пористых телах//Scientific World. — 2015. — Выпуск №4(41), Том 5,. Стр.32-36
4. Пат. 67662 Украина. МКИ В 05 D1/18; B05D3/00; B29B15/10. Method for impregnation of capillary porous material / Zadorskyi Viliam Mykhailovych (UA): Ukrainian State Chemical Techn (UA). Оpubл. 15.06.2004 .
5. Михайлов Ю. М. Сушка перегретым паром. — М., 1967. —198 с.

6. Хейфец Л. И., Неймарк А.В. Многофазные процессы в пористых средах. — М.: Химия, 1982. — 320 с.
7. Воюцкий С. С. Физико-химические основы пропитывания и импрегнирования волокнистых материалов дисперсиями полимеров. — Л.: Химия, 1969. — 336 с.
8. Порхаев А. П. Кинетика впитывания жидкости элементарными капиллярами и пористыми материалами. — Колл. журн., 1949, т. 11, № 5, с. 346—353.
9. Березкин В. В., Чураев Н. В. Изменение краевых углов в ходе капиллярного поднятия. — Колл. журн., 1982, т. 44, № 3, с. 417—423.
10. Грибанова Е. В., Молчанова А. И. Исследование зависимости угла смачивания от скорости движения мениска. — Колл. журн., 1978, т. 40, № 2, с. 217—223.
11. Мартынов Р. А., Малев В. В., Грибанова Е. В. Кинетика капиллярного поднятия жидкости. — Колл. журн., 1983, т. 45, № 2, с. 245—250.
12. Сумм Б. д., Рауд Э. А., Горюнов Ю. В. Начальная стадия капиллярного впитывания. — Колл. журн., 1979, т. 41, № 3, с. 601—604.
13. Касимов И.К., Федотов Е.Д. Пропитка цементного камня органическими вяжущими. — Л.: Стройиздат, 1981. — 168 с.
14. Гидродинамика пористых графитов. Костиков В.И., Белов Г.В. — М.: Металлургия, 1988. — 208 с.
15. Косачевский Л.Я., Косачевская Е.А., Сюи Л.С. О пропитке нагретого наполнителя неньютоновской жидкостью // ИФЖ.1991.Т.61, №4. С.613-620.
16. Оснач Н. А. Проницаемость и проводимость древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1964. — 181 с.
17. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологи. Учебное пособие для вузов/Под. ред. чл.-кор. АН СССР П.Г. Романкова. —10-е изд., перераб. и доп. — Л.: Химия, 1987. —576 с.

УДК 622. 23: 05459

ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЕЗІНТЕГРАЦІЇ РУДИ В КУЛЬОВИХ БАРАБАННИХ МЛИНАХ ПЕРШОЇ СТАДІЇ ПОДРІБНЕННЯ

Є.В. Калганков

аспірант відділу механіки еластомірних конструкцій гірничих машин, інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України, м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: kalhankov.ye.v@dsau.dp.ua

Анотація. В статті розглянуто питання ресурсо- та енергозбереження при дезінтеграції руди в барабанних кульових млинах, встановлених на різних стадіях подрібнення. Розглядаються інноваційні технології подрібнення та можливі шляхи інтенсифікації процесу дезінтеграції за рахунок зміни геометричних параметрів млинів, профілю та форми футеровки барабанів, а також її матеріалу. Наведено результати промислових випробувань металевої, гумово-металевої та гумової футеровок на першій стадії подрібнення руди.

Ключові слова: футеровка, гумова футеровка, метало-гумова футеровка, стадія подрібнення, млин, барабанний млин, рудопідготовка, подрібнення, втомний знос, напружено-деформований стан.



INNOVATIVE TECHNOLOGY OF DISINTEGRATION OF THE ORE IN BALL RATTLEJACK OF THE FIRST STAGE OF GRINDING

Evgeniy Kalgankov

Postgraduate Student, Department of Elastomeric Component Mechanics in Mining Machines, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: kalhankov.ye.v@dsau.dp.ua

Abstract. The questions of resource are considered in the article - and energy-savings during disintegration of ore in the ball rattlejacks set on the different stages of growing shallow. Innovative technologies of growing shallow and possible ways of intensification of process of disintegration due to the change of geometrical parameters of mills, profile and form of lining-up of drums, and also her material are examined. Over Results of industrial tests are brought by metallic, rubber-metal and rubber lining-ups on the first stage of growing of shallow ore.

Keywords: lining, rubber lining, metal-rubber lining, stage of growing shallow, mill, rattlejack, ore treatment, growing, tireless wear, tensely-deformed state shallow.

Вступ. З часів коли в середині 19 століття було запатентовано конструкцію барабанного млина для подрібнення матеріалів минуло близько 150 років, конструкція млина, а особливо процес подрібнення суттєво не змінились і на думку багатьох вчених в найближчому часі альтернативи барабанним млинам не існує [1]. Активного розвитку барабанні млини набули в першій половині XX століття, саме на цей період і припадає масове патентування конструкцій млинів.

Основний принцип подрібнення в барабанних млинах-це одночасне перемішування матеріалу, що подрібнюється та мелючих тіл (кулі, стрижні або циліндри), внаслідок їх переміщення куски матеріалу піддаються ударній та перетираючій дії мелючих тіл, за рахунок чого і відбувається подрібнення. Але процес подрібнення в барабанних млинах досить енергоємний; так за даними різних авторів і гірничо-збагачувальних комбінатів на процес рудопідготовки витрачається до 60 % енергії від всього процесу збагачення руди [1, 2], а за даними [3] близько 10 % всієї енергії, що виробляється в світі витрачається саме на рудопідготовку. Тому процесам енергозбереження при подрібненні руди приділяється багато уваги.

Останнім часом була помічена тенденція підвищення продуктивності барабанних млинів за рахунок зміни їх технологічних характеристик та геометричних розмірів. Зміною режимів помелу досягається більш якісний кінцевий продукт, дещо збільшується продуктивність але ці заходи є обмеженими, так як частота обертання млина (а саме вона змінюється) досягаючи критичного значення обертання барабану, його завантаження за рахунок

відцентрових сил розподіляється по барабану і процес подрібнення не відбувається.

Основним шляхом збільшення продуктивності млинів було збільшення діаметру барабану. На сьогодні розроблені конструкції млинів, діаметр яких досяг 14 м [4] і подальше збільшення їх конструктивних параметрів досягло деякої межі [1], подальше підвищення показників виробничого процесу, можливе лише за рахунок удосконалення технології подрібнення.

Так, на Північному гірничо-збагачувальному комбінаті м. Кривий Ріг, проводився ряд спроб інтенсифікації процесу подрібнення руди та зниження енерговитрат на 2 та 3 стадіях подрібнення за рахунок впровадження замість металевої футеровки барабану млина, різних типів гумової футеровки [1, 5]. В результаті досліджень конструкції гумових футеровок:

- забезпечують задану продуктивність уже з перших годин роботи;
- забезпечують зниження питомої витрати куль на 7- 20 % в основному за рахунок зниження контактних напружень в момент удару;
- створюють можливість ведення процесів подрібнення без порушення технологічних показників при меншому обсязі куль;
- дозволяють підвищити продуктивність по живленню до 7- 12 % без погіршення технологічних показників;
- дозволяють знизити питомі витрати електроенергії на 5- 8 % за рахунок ведення процесів подрібнення із прийнятим на фабриці кульовим заповненням млина, але зі збільшенням вихідного живлення й виходом більш тонкого помелу руди.

Як приклад, наведемо результати порівняльних випробувань металевої та гумової футеровок на ПівнГЗК [5].

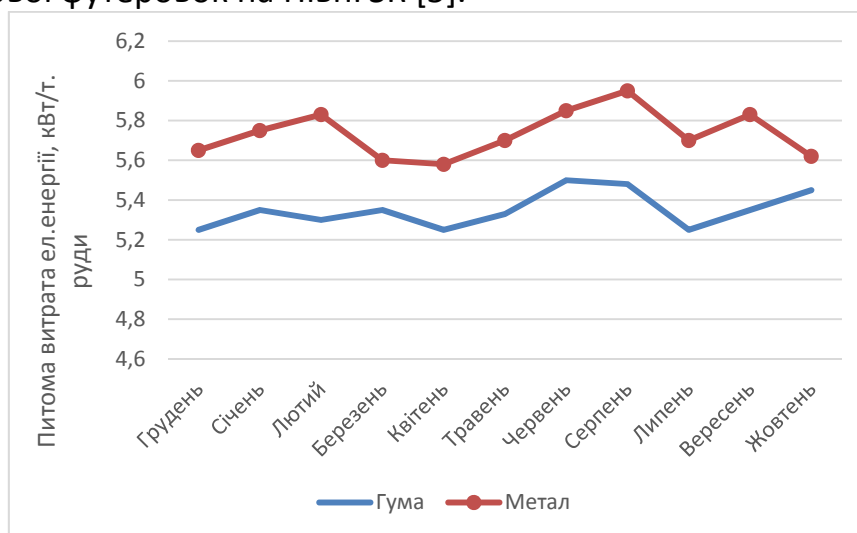


Рис. 1. – Питома витрата електроенергії млина МШЦ 3,6х5,5 при використанні металевої та гумової футеровок



Сьогодні близько 80 % млинів 2 -ї та 3 -ї стадій подрібнення оснащені гумовою футеровкою, довговічність якої сягає 30000 годин [6]. Але якщо для другої та третьої стадій подрібнення питання конструкцій футеровок практично вирішено, то на першій стадії, ще використовуються металеві футеровки і багато дослідників скептично ставляться до можливості використання гумової футеровки.

Метою роботи є розробка та впровадження методів інтенсифікації та ресурсозбереження процесу дезінтеграції руди за рахунок використання прогресивних конструкцій гумової футеровки на першій стадії подрібнення руди.

Матеріал та результати досліджень. Одним зі способів розв'язання проблеми енергозбереження в кульових млинах (безумовно поряд з удосконаленням технологічних схем) є створення нової технології подрібнення руди, при якій мінімізація енерговитрат досягається за рахунок такої взаємодії завантаження й елементів футеровки, при якому витрачається мінімум енергії (принцип Релея-Гельмгольца) і дотримується принцип мінімуму виробництва ентропії (принцип Пригожина). Така гармонійна взаємодія досягається завдяки використанню нових оригінальних конструкцій гумових футеровок виробництва ТОВ "ВАЛСА ГТВ" (м. Біла Церква, Україна), відомих у практиці як «Плита–Хвиля», «Г.М–Хвиля» і «Плита–Ліфтер–Хвиля». І як зазначалось раніше, використання даних конструкцій на другій та третій стадіях подрібнення без сумніву є ефективним, ресурсо- та енергоощадним.

На першій стадії подрібнення виникають труднощі пов'язані з крупністю матеріалу та діаметром куль (100...125 мм). В свою чергу більш крупні куски завантаження травмують поверхню футеровки, роблячи подряпини та вибиваючи куски гуми [7], також доведено, що в результаті дряпаючо-вдавлюючої дії кусків завантаження поверхневий шар гумової плити набуває напружено-деформованого стану, в результаті якого відбувається його деструкція і він втрачає свої властивості. Під ударно-вдавлюючою дією куль футеровочна плита також сприймає значні навантаження, які передаються в глиб плити внаслідок чого відбувається її старіння та поступова втрата можливості поглинати енергію.

Але, не дивлячись на стримуючі фактори використання гумової футеровки на першій стадії подрібнення з кулями 100 мм, з 2013 року на ПівнігЗК вперше у світовій практиці розпочато випробування на першій стадії подрібнення гумово-металевої футеровки «Г.М–Хвиля» та гумової футеровки збільшеної товщини «Плита Н-Хвиля».

Для чистоти експерименту футеровки встановлені на млини МШР 3,6х4,0, які стоять в одному циклі рудопідготовки однієї технологічної секції № 11-12 і працюють в замкнутому циклі. Також спостереження велись і за

стандартною металевою футеровкою. Результати порівняльних випробувань наведено в таблиці 1.

Всі показники наведені в таблиці порівнюються з металевою футеровкою. Ресурс металевої футеровки склав 5500 годин роботи.

Таблиця 1-Порівняльні випробування футеровок

Показник	Футеровка	
Найменування	«Г.М-Хвиля»	«Плита Н-Хвиля»
Висота плити, мм	210	270 та 240
Марка млина	Млин МШР 3,6х4,0	Млин МШР 3,6х4,0
Діаметр куль, мм	100	100
Контрольний замір 1		
Напрацювання, год	2880	1290
Контрольний замір 2		
Напрацювання, год	4680	2640
Контрольний замір 3		
Напрацювання, год	5760	5454
Загальне напрацювання, год.	6240	7560
Зниження витрати куль, %	6,5	10
Зниження витрати електроенергії, %	-	5-7
Збільшення готового класу у зливів, %	3	8-10

Також важливим показником є формування хвилястої поверхні футеровочних плит, яка вступаючи в гармонічну взаємодію з завантаженням млина (руда, вода, кулі) поліпшує показники процесу подрібнення. Так, для гумово-металевої футеровки, формування хвилястої форми відбувалось на першому тижні експлуатації млина, про, що свідчить вихід млина на заданий режим роботи. Цьому сприяла конфігурація плити, яка має трапецевидну форму і при правильній розкладці в барабані утворює хвилю [8]. Гумова футеровка отримала хвилясту форму на перших двох тижнях роботи, це пояснюється тим, що була використана одностороння конфігурація плити, а також більшою дисипацією, так як товщина футеровки склала 270 мм. На рис. 2. наведено профілограми поверхонь футеровки під час зупинок млина.

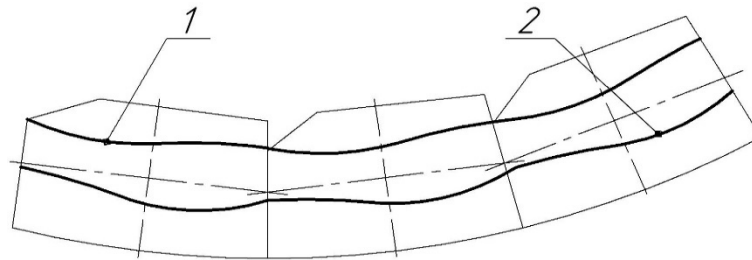


Рис. 2. – Профілограми поверхонь футеровки:
1 – після 1200 годин роботи, 2- по закінченню випробувань.

Як видно з рисунку, футеровка зберегла хвилястий рельєф поверхні, що свідчить про вдалий проектний розрахунок геометричних параметрів плити та злагоджену роботу завантаження і футеровки.

Висновок. Вибір оптимальних параметрів гумової футерівки дає можливість більш інтенсивно проводити дезінтеграцію руди та значно підвищити основні параметри процесу подрібнення. За рахунок реалізації зсувних навантажень на куски руди, значно підвищується рівень розкриття рудних зерен, і відповідно, збільшується вихід готового продукту. Вдосконалюючи форму та геометричні параметри футеровки, а також застосовуючи нанотехнології при виробництві, в подальшому можна досягти значного збільшення ресурсу футеровки та виробничих показників процесу дезінтеграції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дырда В. И. Резиновые футеровки технологических машин / В. И. Дырда, Р. П. Зозуля. – Москва – Днепропетровск, 2013. – 237 с.
2. Харитонов О. О. Шляхи зниження електроспоживання дробильно-збагачувальним комплексом ВАТ "ПівнігЗК" / Харитонов О. О., Пархоменко, Р. О., Аниськов О. В. // Вісник Криворізького національного університету № 29. 2014.
3. Вольфсон С.А. Серьезные сдвиги. О нетрадиционной технологии, окружающей среде и возврате к деревенскому хлебу / Вольфсон С.А. Научно-популярный журнал АН СССР "Химия и Жизнь" №2 1984. - с. 16-21.

4. Науменко М. М. До визначення товщини плити гумової футеровки рудорозмельних кульових млинів / М. М. Науменко, Є. В. Калганков // Сборник научных статей. Техника и технология. Приоритетные направления науки. Закопане.: 2015. – с. 27-34.

5. Олейник Т.А. Исследования влияния профиля резиновой футеровки на процесс измельчения в барабанных мельницах / Т.А. Олейник, И.В. Хмель // Вісник Криворізького національного університету № 29. 2014.

6. Калганков Е.В. Расчет долговечности резиновых футеровок шаровых рудоразмельных мельниц с учетом старения резины / Калганков Е.В. // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. Праць, Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. – Дніпропетровськ, 2013. – № 113. С. 181–202.

7. Калганков Є.В. Теоретичне та експериментальне дослідження довговічності гумової футеровки / Є.В. Калганков, І.М. Цаніді // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. Праць, Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. – Дніпропетровськ, 2014. – № 116. С. 180–184.

8. Дырда В.И. Теория волнового абразивно-усталостного износа упругонаследственных сред / Дырда В.И. // Геотехническая механика: Межвед. зб. науч. работ, Ин-т геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2013. – № 113. С. 133–144.

УДК 658.567:621.43.044.7

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИБРАЦИОННЫХ ЩЕКОВЫХ ДРОБИЛОК ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

В.Е. Олишевская¹, Е.В. Федоскина²

¹кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства, Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: olishevskiyg@mail.ru

²ассистент кафедры конструирования механизмов и машин, Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина,

Аннотация. Показана перспективность применения вибрационной щековой дробилки с наклонной камерой дробления для переработки аккумуляторных пластин.

Ключевые слова: аккумулятор, вибрационная щековая дробилка, дробление аккумуляторной пластины, свинцовая решетка, сульфатно-оксидная составляющая.

PROSPECTS OF THE USE OF VIBRATION CHEEK CRUSHERS FOR PROCESSING OF MOTOR-CAR ACCUMULATORS

V.E. Olishavska¹, E.V. Fedoskina²

¹Ph.D., Associate Professor of Automobiles and Automobile Economy Department, State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: olishevskiyg@mail.ru

²Assistant of Machinery Design bases Department, State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. Perspective of application of vibration cheek crusher with the sloping chamber of crushing for processing of accumulator plates is shown.

Keywords: *accumulator, vibration cheek crusher, crushing of accumulator plate, leaden grate, sulfate-oxide constituent.*

Введение. Интенсивное развитие автомобильного транспорта приводит к росту количества образующихся в процессе его эксплуатации отходов. Одним из наиболее опасных видов отходов являются отработанные свинцово-кислотные аккумуляторы, содержащие свинец, принадлежащий к числу самых токсичных тяжелых металлов, серную кислоту, ртуть, кадмий, диоксид марганца, литий и ряд других вредных веществ, которые требуют утилизации после окончания эксплуатации аккумуляторов.

Переработка аккумуляторного лома позволяет решать две важные проблемы: получение ценного вторичного сырья и охрану окружающей среды от загрязнения. Существующие технологии переработки автомобильных аккумуляторов имеют целый ряд недостатков, среди которых можно выделить качество продуктов переработки и высокую энергоемкость процессов утилизации. Одним из путей усовершенствования существующих технологий переработки аккумуляторов является использование вибрационных щековых дробилок с наклонной камерой дробления.

Цель работы. Обоснование возможности применения вибрационной щековой дробилки с наклонной камерой дробления для переработки аккумуляторного лома.

Материал и результаты исследований. Наиболее распространенными химическими источниками тока на автомобильном транспорте являются свинцово-кислотные аккумуляторы. В соответствии с ГОСТ 959-91E аккумуляторы делятся на три группы: традиционные, малообслуживаемые и необслуживаемые.

Традиционный свинцово-кислотный аккумулятор содержит электроды, выполненные в виде решетчатых свинцовых пластин. Ячейки пластин заполнены массой, состоящей из окиси свинца, воды и серной кислоты. Электролит представляет собой раствор серной кислоты в дистиллированной воде. Свинцово-кислотные аккумуляторы, в зависимости от марки, содержат 42...67 % свинца, 22...35 % органической массы, 0,1...6,0 % электролита, 3...10 % влаги, 8...14 % кислорода, следы серы и других соединений [1].

В отработанных автомобильных аккумуляторах свинец находится в разных видах: 25...30 % – в металлической форме (свинцово-сурьмянистый

сплав), 30...35 % – в виде оксидов свинца, 30...35 % – в виде сульфатов свинца, 4...6 % – в виде сульфидов и хлоридов свинца [2].

Существующие технологии переработки аккумуляторов можно разделить на два вида: пирометаллургические и электрохимические [3].

Пирометаллургические способы переработки аккумуляторного лома, получившие широкое распространение, можно классифицировать на три группы [3]:

1. металлургическая переработка после частичной подготовки;
2. комбинированный способ подготовки и металлургической обработки;
3. комплексная переработка целых аккумуляторов.

Недостатками пирометаллургических методов являются сложность процессов переработки, высокая стоимость переработки, сложность очистки образующихся газов [4].

Электрохимические технологии переработки аккумуляторного лома основаны на химическом или электрохимическом растворении свинец-содержащих компонентов аккумуляторов (пластин, шлама) и извлечении свинца из электролита методом электрорафинирования или электроэкстракции [1, 4].

Электрохимические технологии позволяют, по сравнению с пирометаллургическими методами, получать чистый свинец, так как металлы-примеси не осаждаются на катоде, а выпадают в виде шлама или переходят в раствор электролита; обеспечивать более высокий выход по продукту переработки.

Электрохимические технологии переработки аккумуляторов имеют ряд недостатков: ядовитость большинства электролитов, пригодных для переработки аккумуляторов (кремнефтористоводородный, борфтористоводородный); низкую скорость процесса переработки; необходимость проведения предварительных операций по переводу свинца в растворимую форму, так как аккумуляторные пластины содержат свинец не только в металлической форме, но и в виде сульфата и диоксида, практически нерастворимых в большинстве электролитов.

Большинство технологий утилизации аккумуляторного лома перед химической и металлургической переработкой включают разделку и сепарацию лома (рис. 1).

Существующие в настоящее время технологические линии по разделению аккумуляторов базируются на применении различного рода молотковых дробилок, в которых дробленый продукт представляет собой смесь компонентов исходного сырья. Это требует значительного количества дополнительного оборудования для разделения полученных продуктов.

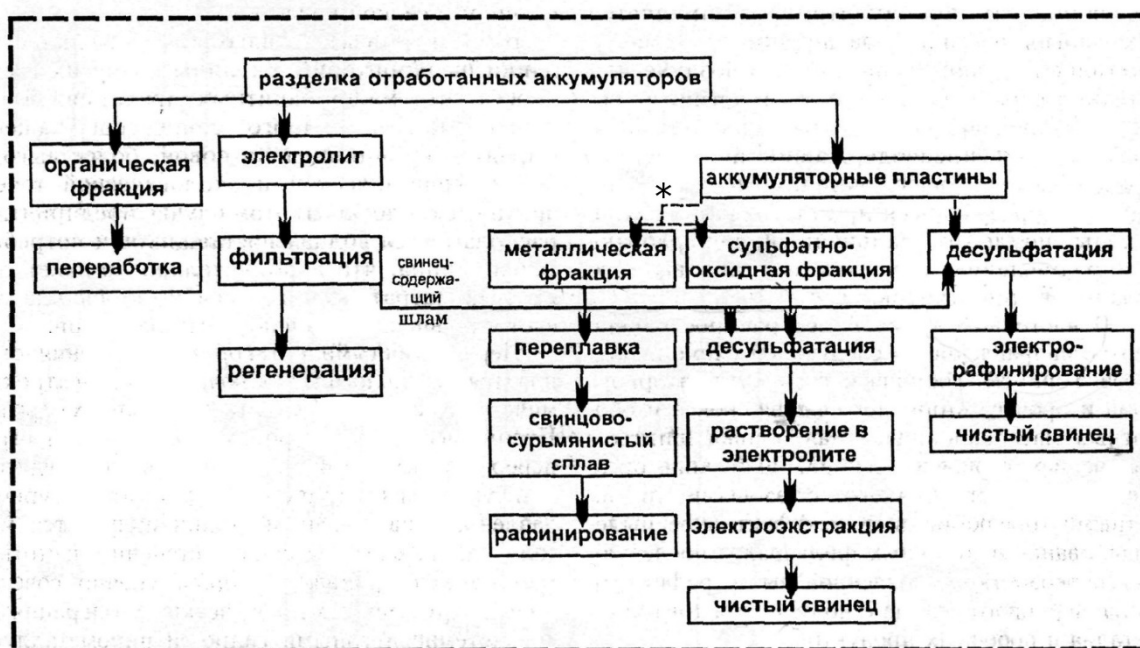


Рисунок 1 – Схема переработки свинцово-кислотных аккумуляторов: звездочкой обозначена операция измельчения аккумуляторных пластин

Повысить эффективность процесса дробления и качество получаемых продуктов можно путем использования вибрационной щековой дробилки с наклонной камерой дробления [5]. В Государственном ВУЗ «Национальный горный университет» были проведены экспериментальные исследования на лабораторном образце установки ВЩДН-120 (рис. 2).

Конструктивная схема дробилки в общем виде представляет собой колебательную систему, в которой щекам, подвижно сочлененным с корпусом с помощью упругих элементов, сообщаются колебания с частотой порядка 16...32 Гц. Нижняя щека 1 (рис. 3) снабжена стойками 2, в которых посредством оси подвеса 3 установлена подвижная щека 4 с вибровозбудителем 5. Дробилка расположена на опорных амортизаторах 6, а нижняя щека 1 и подвижная щека 4 связаны между собой упругим элементом 7.

Поступающий в камеру дробления аккумуляторный лом перемещается по рабочей поверхности нижней щеки 8 и подвергается высокочастотному ударному нагружению со стороны подвижной щеки 4, совершающей колебательные движения под действием вибровозбудителя 5.



Рисунок 2 – Вибрационная щековая дробилка с наклонной камерой дробления

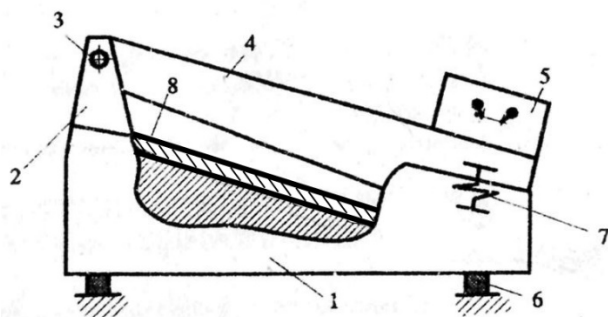


Рисунок 3 – Конструктивная схема вибрационной щековой дробилки: 1 – нижняя щека, 2 – стойки, 3 – ось подвеса, 4 – подвижная щека, 5 – вибровозбудитель, 6 – опорные амортизаторы, 7 – упругий элемент, 8 – рабочая поверхность нижней щеки

На рис. 4 представлены составляющие исходной пластины.



Рисунок 4 – Аккумуляторная пластина: 1 – свинцовая решетка, 2 – сульфатно-оксидная составляющая

Дробление пластин производилось при следующих параметрах: частота колебания щек составляла 20 Гц, амплитуда колебания подвижной щеки 5 мм, угол захвата 12° , ширина разгрузочной щели 3 мм, длина параллельной зоны 100 мм.

Взаимодействие аккумуляторного лома с подвижной щекой привело к разделению пластины на свинцовую решетку (рис. 5, а) и активную массу (рис. 5, б).

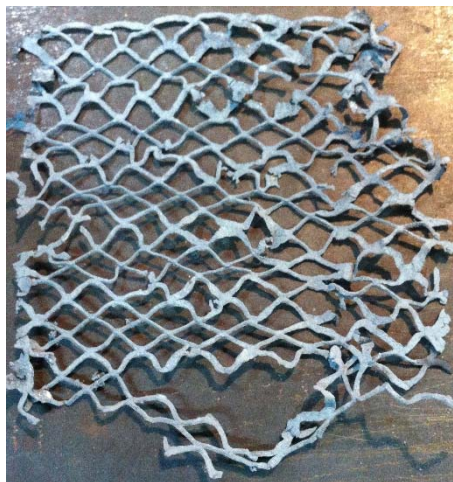
**а****б**

Рисунок 5 – Результат дробления аккумуляторной пластины:
а – свинцовая решетка, б – сульфатно-оксидная фракция

Фракционный состав выделенной активной массы включает 62 % материала крупностью – 0,5 мм, 20 % – крупностью 0,5...1,0 мм, 8 % – крупностью 1,0...2,0 мм и 10 % – крупностью свыше 2,0 мм.

Выводы. Проведенные исследования показывают перспективу использования вибрационных щековых дробилок с наклонной камерой дробления для переработки аккумуляторного лома.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исаева Н.В. Проблемы и перспективы электрохимической переработки свинцово-кислотных аккумуляторов (обзор) / Н.В. Исаева, А.И. Сердюк // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2005. – № 5. – С. 48-54.
2. Тарасенко М.М. Переработка неразделанного свинцового аккумуляторного лома шахтной лавкой / М.М. Тарасенко // Цветные металлы. – 1987. - № 8. – С. 27-29.
3. Vurm K. Některá nová hlediska zpracování akumulátorového odpadu / K. Vurm // Hutník, 1980. – r. 30. – i. 5. – s. 186-188.
4. Морачевский А.Г. Новые направления в технологии переработки лома свинцовых аккумуляторов (обзор) / А.Г. Морачевский // Журнал прикладной химии. – 1997. – Т. 70. – Вып. 1. – С. 3-15.
5. Федоскина Е.В. Об оценке производительности вибрационной щековой дробилки / Е.В. Федоскина // Обогащение полезных ископаемых: Науч.-техн. сб. – 2004. – Вып. 20 (61). – С. 34-38.

УДК 621.791.12: 621.7.044.2

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИИ РЕГЕНЕРАЦИИ СВЕРХТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ ВЗРЫВА

Ю.В. Савченко¹, А.Ю. Гуренко²

¹старший преподаватель кафедры технологии горного машиностроения, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина, E-mail: savcheny@ua.fm

²Менеджер, Ви Еф Консалтинг Сервисесз, Киев, Украина, E-mail: annag@vfsglobal.com

Аннотация. Проведена экономическая оценка технологии регенерации спеченных сплавов, разработана технология, основанная на использовании высоких градиентов давлений и скоростей нагрузки с целью создания производства ультрадисперсных порошков высокой химической активности и сплавов для дальнейшего использования.

Ключевые слова: вольфрам, кобальт, инструмент, твёрдый сплав, гетерогенная среда, дефектообразование.

ECONOMICAL EVALUATION OF SINTERED TOOL RECOVERY TECHNOLOGY USING DETONATION ENERGY

Y. Savchenko¹, A. Gyrenko²

¹Senior Lecturer, Department of Mining Engineering, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: savcheny@ua.fm

²Manager, VF Consulting Services, LLC, Kiev, Ukraine, e-mail: annag@vfsglobal.com

Abstract. Economical evaluation of sintered tool recovery technology was performed; high gradient pressure and capacity rates based technology was devised to manufacture ultra-dispersion powders of high chemical activity and its alloys for further utilization.

Keywords: tungsten, cobalt, tools, tungsten carbide, heterogeneous environment, defect formation.

Введение. Целью ресурсосберегающей технологии по переработке лома сверхтвердых материалов является снижение в Украине дефицита стратегических сырьевых ресурсов за счет создания и дальнейшего развития производства из вторичного сырья сверхтвердых металлокерамических порошков, и инструмента. Процесс производства включает все фазы - от сбора отходов, их переработки, до получения и сбыта готовой продукции. Рекомендуемая технология основана на использовании энергии взрыва для получения мелкодисперсного порошка из отходов твердых сплавов [1,2]. Высокая эффективность технологии подтверждена промышленными испытаниями.

Настоящим проектом предусматривается объем производства твердо-сплавного порошка 60 тонн в год.

Стратегия маркетинга заключается в поставке продукции, соответствующей мировому уровню качества, по ценам ниже рыночных на 5-10%.

Проект финансово устойчивый к воздействию негативных факторов. Безубыточная работа участка обеспечивается при объеме продаж свыше 11 т в год. При снижении цен на готовую продукцию на 10-20% или увеличении затрат на основные материалы на 20-50%, рентабельность продукции составит 60-70%, то есть будет достаточно высокой.

В работе [2] проведен сравнительный экономический анализ технологий регенерации металлокерамических сплавов. Показана принципиальная возможность использования ударно-волновой обработки, как фактора, стимулирующего процессы разрушения порошковых изделий любой конфигурации, с целью получения высококачественного порошка для дальнейшей формовки, спекания и производства инструмента различного назначения, предложена экологически чистая технология переработки сверхтвёрдых материалов, металлокерамических составляющих устаревшей военной техники и различных видов боеприпасов.

В условиях Украины отходы твёрдых сплавов могут почти на 50 % восполнить потребность в сырье для производства твёрдых сплавов. В связи со значительно возросшей необходимостью использования вторичного вольфрамового сырья создание эффективной технологии его переработки приобретает исключительную важность.

Цель работы. Провести экономическую оценку принципиально новой, ресурсосберегающей высокоэффективной технологии, не имеющей мировых аналогов технологии регенерации сверхтвёрдых материалов.

Материалы и результаты исследований. Устойчивое положение новой продукции на рынках подтверждается и отсутствием в Украине производств, способных без масштабной реконструкции регенерировать отходы твердых сплавов.

Уверенность в устойчивом сбыте продукции основана на абсолютной гибкости технологии производства с использованием энергии взрыва и ее способности перерабатывать в одной технологической линии как сортированные (по видам металлов и сплавов), так и не сортированные кусковые отходы, и лом.

Обзор ситуации на рынке позволяет сделать заключение, что в обозримой перспективе не ожидается появление конкурентов для рекомендуемого проекта регенерации сверхтвердых материалов и сплавов.

При определении политики цен исходили из ценообразования, ориентированного на издержки производства, а границы уровня цен установлены

с учетом фактических данных о ценах на твердосплавные порошки, производимые по существующим технологиям в СНГ и за их рубежами.

При продвижении продукции будет использована поэтапная маркетинговая стратегия, которая обеспечит выход новых твердосплавных порошков на рынок, закрепление продукции в сегментах и успешную тактику конкурентной борьбы. На первом этапе для новой продукции будет использована стратегия проникновения, подкрепленная рекламной кампанией.

На следующем этапе после укрепления позиций на рынке используется стратегия дифференциации с заключением долгосрочных договоров о поставках продукции. Эти действия являются основой перехода к целевому маркетингу в конкретных сегментах рынков Украины и за ее рубежами.

Оценка рисков и угроз, связанных с продвижением новой продукции на рынках показывает, что основные из них находятся во внешней среде. Общей угрозой для рыночной деятельности в Украине и странах СНГ является не стабильность экономики этих стран и соответственно возможные значительные колебания платежеспособного спроса. Высокое качество продукции, гибкая технология и взвешенная ценовая политика являются гарантией активизации рыночной деятельности и успешной тактики конкурентной борьбы.

Значимой угрозой для проекта в макросреде может являться несвоевременная поставка лома твердых сплавов, что нарушит устойчивость работы и ритмичность поставок порошков потребителям. Исключение этой угрозы будет достигнуто за счет установления взаимовыгодных связей с поставщиками отходов и лома на долговременной основе.

В целом, ориентируя целевой маркетинг на конкретных потребителей НГУ намерен устойчиво поддерживать потолок продаж продукции на уровне проектных возможностей первого этапа проекта — 60 тонн в год, планируя дальнейшее осуществление второго этапа проекта и расширение производства. С этой целью стратегия маркетинга будет ориентирована на постоянное отслеживание новых рыночных возможностей и дальнейшее продвижение продукции.

В работе [3] проведена экологическая оценка технологий регенерации металлокерамических сплавов. Предложена экологически чистая технология переработки сверхтвёрдых и металлокерамических материалов.

Инвестиционный план включает расчет объема капитальных вложений, график получения кредита и расчет суммы погашения задолженности за кредит.

Общая сумма капитальных вложений определена, исходя из стоимости дополнительно устанавливаемого оборудования, строительно-монтажных и других работ, обеспечивающих реализацию инвестиционного проекта.

Финансирование работ по организации производства твердосплавного порошка осуществляется за счет кредита. Условия получения кредита предлагаются следующие: кредитная ставка - 15% годовых (1,2% в месяц); возврат основного долга и суммы процентов за кредит — в течение 1,5 года после получения кредита. С учетом этих условий выполнен расчет суммы погашения задолженности за кредит. При изменении условий предоставления кредита сумма погашения задолженности за кредит подлежит пересчету.

Возврат основного долга по кредиту осуществляется за счет прибыли. Сумма процентов за кредит относится на себестоимость продукции.

Расчет издержек производства выполнен на основе обоснования расхода основных материалов. Издержки производства по периодам реализации проекта определены в соответствии с уровнем объема продаж, приведенным в производственном плане.

Затраты на основные материалы определены, исходя из расхода карбидо-вольфрамосодержащих отходов на 1 т порошка 1,25 т и действующих рыночных цен на отходы.

Расход электроэнергии определен, исходя из установленной мощности электродвигателей и времени работы оборудования.

Затраты на вспомогательные материалы, сменное оборудование и инструмент рассчитаны по технически обоснованному нормативу.

Величина накладных расходов определена прямым счетом на основе оценки ее составляющих: постоянной части цеховых и общезаводских расходов, суммы налогов на реализованную продукцию и фонд оплаты труда, суммы процентов за долгосрочный кредит.

Для обоснования финансовой устойчивости проекта в зависимости от уровня загрузки участка заказами рассчитана точка самоокупаемости (безубыточности).

Точка безубыточности - это уровень физического объема продаж продукции на протяжении определенного времени (в нашем случае год), за счет которого предприятие полностью покрывает производственные издержки. Она характеризует критический уровень загрузки цеха, ниже которого его эксплуатация нецелесообразна, так как связана с убытками.

Аналитически точка безубыточности (ТБ) определена по формуле:

$$T_z = \frac{f}{C - V}, \text{ где } f - \text{ постоянная часть общих производственных издер-}$$

жек; C - цена единицы продукции; V - переменные издержки в расчете на единицу продукции.

При объеме производства менее 11 т производство будет убыточным. 11 т в год - это критический уровень объема производства, когда издержки компенсируются доходом от продажи и прибыль равна нулю. Загрузка заказами свыше 11 т обеспечит рост прибыли, соответствующий увеличению объема производства.

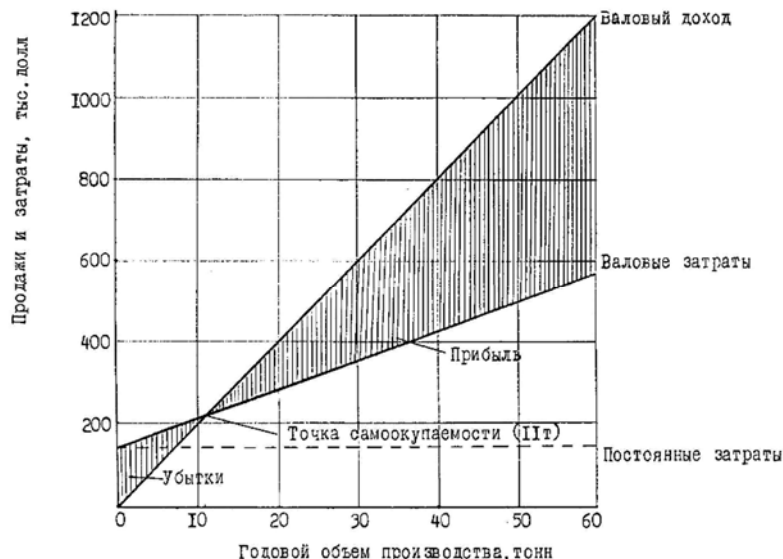


Рисунок 1 – Расчет точки самоокупаемости

Вывод. Проведена экономическая оценка технологий регенерации спеченных сплавов. Проект финансово устойчивый к воздействию негативных факторов. Безубыточная работа участка обеспечивается при объеме продаж свыше 11 т в год. При снижении цен на готовую продукцию на 10-20% или увеличении затрат на основные материалы на 20-50%, рентабельность продукции составит 60-70%, то есть будет достаточно высокой.

Показатели экономической эффективности проекта следующие: чистая современная стоимость (NPV) за расчетные годы реализации проекта (5 лет) составляет 1265 тыс. дол., что отвечает условию эффективности, при котором NPV должно быть >0 ; индекс рентабельности инвестиций (JR) - 6,0 (т.е. $JR > 1$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент №15322, МКИ В22F 3/08, 3/12; С22В 34/36 (Украина), Дидык Р.П., Савченко Ю.В. и др. Способ регенерации вольфрамсодержащих твердых сплавов. - Бюл. №6. -2000.
2. Савченко Ю.В. Экономический анализ технологий регенерации металлокерамического инструмента / Ю.В. Савченко, А.Ю. Гуренко // Материалы международной конференции «Развитие информационно-ресурсного обеспечения образования и науки в горно-металлургической отрасли и на транспорте 2014» 27-28 сентября 2014 / НГУ – Д., 2014. – С. 349 – 354.
3. Савченко Ю.В. Экологическая оценка технологий регенерации металлокерамического инструмента / Ю.В. Савченко, А.Ю. Гуренко // Материалы международной конференции «Развитие информационно-ресурсного обеспечения образования и науки в горно-металлургической отрасли и на транспорте 2014» 21-22 мая 2015 / НГУ – Д., 2014. – С. 214 – 218.

УДК 541.64:678.6

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА ЭПОКСИДИРОВАНИЯ СКРАПОВ НАТУРАЛЬНЫХ КАУЧУКОВ

Д.О. Шаповалов¹, С.М. Зыбайло², В.В. Ведь³

¹аспирант кафедры оборудования химических производств, Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: shapovalov.d.o@gmail.com

²кандидат технических наук, старший научный сотрудник кафедры химии и технологии переработки эластомеров, Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: zybaylo@rambler.net

³старший преподаватель кафедры оборудования химических производств, Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: vvved@mail.ru

Аннотация. В работе изучалась кинетика эпексидирования отходов производства натурального каучука надуксусной кислотой полученной *in situ* из раствора перекиси водорода и уксусной кислоты в двухфазной среде вода-ксилол. Были определены константы реакции и энергия активации. Показана незначительная степень побочных реакций.

Ключевые слова: Эпексидирование, надуксусная кислота, скрап натурального каучука, кинетика.

STUDIES ON THE KINETICS OF EPOXIDATION OF NATURAL RUBBER SCRAP

Denis Shapovalov¹, Sergey Zybaylo², Victor Ved³

¹Postgraduate student of chemical production equipment department, State Higher Educational Institution "Ukrainian State University of Chemical Technology", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: shapovalov.do@gmail.com

²Ph.D., senior researcher of chemistry and processing of elastomers department, State Higher Educational Institution "Ukrainian State University of Chemical Technology", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: zybaylo@rambler.ru

³Senior lecturer of chemical production equipment department, State Higher Educational Institution "Ukrainian State University of Chemical Technology", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: vvved@mail.ru

Abstract. The kinetics of epoxidation of natural rubber production waste by peracetic acid generated *in situ* from hydrogen peroxide and acetic acid solution in biphasic system water-xylene were studied. The rate constants and the activation energy were found. Insignificant level of side reactions was shown.

Keywords: Epoxidation, peracetic acid, natural rubber scrap, kinetics.

Введение. В наше время известным отходом производства натурального каучука является скрап, то есть каучук, который не соответствует установленным стандартам [1]. Примером скрапа являются: чашечные сгустки (cup lumps), коагулум (field coagulum), низкомолекулярный каучук (low-molecular weight scrap). Отходы производства натурального каучука почти не используются промышленностью, имеют низкую цену и высокую склонность к деструкции кислородом воздуха. Перспективным является их модификация, для создания новых типов продуктов на основе скрапа с улучшенными физико-химическими и технологическими свойствами [2].

Известны следующие виды химической модификации: без присоединения новых атомов, с присоединением новых химических групп, с присоединением другого полимера с образованием макромолекулы [3,4]. Одним из распространенных методов модификации с образованием новых химических групп является эпоксидирование [3]. На данный момент известны следующие методы для эпоксидирования эластомеров в различных органических средах или водных системах «латексах», например: обработка органическими или неорганическими надкислотами в присутствии различных катализаторов изготовленных заранее или *in situ*, полимеризация мономеров, содержащих оксиановые группы, обработка хлорной водой вместе со щелочами и т.д [4]. Ввиду непрактичности, сложности и высокой стоимости большинство из них имеют лабораторный характер и не нашли широкого применения в промышленности.

Продукты на основе эпоксидированного скрапа каучука могут быть эффективно использованы в промышленном производстве благодаря таким своим качествам, как высокая маслостойкость, повышенная адгезия, улучшенная износостойкость, высокие демпфирующие и вязкоупругие свойства, пониженное сопротивление качению, повышенное "мокрое" сцепление, улучшенная совместимость с полярными полимерами, низкая газопроницаемость [4]. Также, эпоксидированный скрап каучука может быть использован как ингредиент резиновых смесей (шины, изделия специального назначения, изделия с улучшенными свойствами), растворяемых композиций (клеи, герметики, покрытия для защиты оборудования от коррозии при его транспортировке или консервации), латексов для модификации битумов [5].

Цель работы. Задача исследований состояла в изучении кинетики процесса эпоксидирования скрапа натурального каучука, для получения новых модифицированных продуктов с широкой областью применений.

Материал и результаты исследований. Авторами был предложен способ эпоксидирования низкомолекулярного скрапа натурального каучука

[6]. В данной работе для эпексидирования использовали окисление двойных связей перуксусной кислотой, образованной *in situ* в водном растворе с пероксидом водорода по реакции Прилежаева [5,6]. Смесь перекиси водорода и уксусной кислоты в низких концентрациях использовалась по ряду причин:

- 1) высокая окислительная способность смеси [7];
- 2) высокая селективность реакции по сравнению с другими органическими надкислотами [8];
- 3) экологичность и низкая стоимость реагентов;
- 4) невысокие концентрации перекиси соответствуют условиям пожарной безопасности.

Для эпексидирования скрап растворяли в органическом растворителе, так как реакция протекает значительно быстрее в растворе, чем на поверхности каучуковой крошки [7]. Для проведения процесса растворителем был выбран ксилол нефтяной по следующим причинам:

- 1) ксилол является хорошим растворителем для скрапа исходя из значения параметра взаимодействия натурального каучука с ним $\mu=0,347$ [9];
- 2) низкая ПДК, низкая летучесть;
- 3) равновесная температура перегонки с водой находится в диапазоне температур реакции.

Реакция протекает в две стадии (рисунок 1). На первой стадии происходит образование сильного окислителя – перуксусной кислоты, на второй стадии надкислота вступает в реакцию с двойными связями полимера с образованием эпексидного кольца.

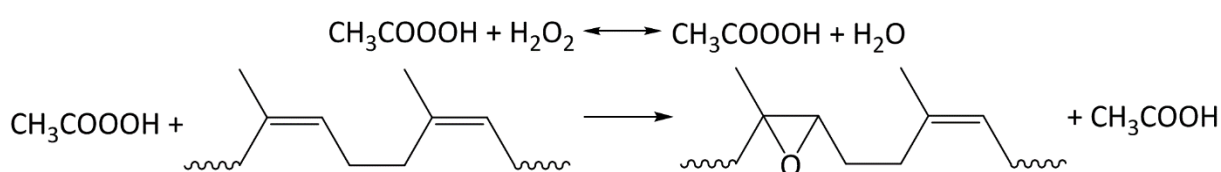


Рисунок 1 – Стадии эпексидирования звеньев изопрена в скрапе натурального каучука

Полученные по способу [5] продукты анализировались количественно титриметрическим путем по методике [10] для определения изменения концентрации двойных связей во время реакции. Качественный анализ продуктов осуществлялся при помощи ИК-спектроскопии. Наличие эпексидных групп было подтверждено присутствием пиков поглощения в диапазоне $950\text{--}840\text{ см}^{-1}$ на ИК-спектрах продуктов, соответствующих валентным колебаниям эпексидного кольца [5,11]. Наличие незначительных пиков поглощения при 1650 см^{-1} и в диапазоне $3400\text{--}3500\text{ см}^{-1}$ соответствует -ОН

группам и свидетельствует о протекании незначительного количества побочных реакций. Кроме того, обнаружено малое количество кислотных карбонильных групп кетонного и альдегидного типов.

Исходя из данных [4,8] реакция эпексидирования является реакцией второго порядка. Так как стадия формирования перекислоты является лимитирующей скоростью эпексидирования реакцией и предполагая, что концентрация уксусной кислоты почти не меняется в процессе, то кинетическое уравнение будет иметь вид (1). На основе того, что уксусная кислота постоянно регенерируется в результате реакции эпексидирования, равновесная константа формирования надуксусной кислоты $K_{\text{рав}} \approx 2$, а константа диссоциации незначительна $K_{\text{AcOH}} \approx 1,73 \cdot 10^{-5}$ [12,13], концентрацию кислоты можно считать постоянной.

$$\frac{d[\text{O}]}{dt} = k([\text{H}_2\text{O}_2]_0 - \text{O}) \cdot [\text{CH}_3\text{COOH}]_0 \quad (1)$$

где, $[\text{O}]$ – концентрация эпексидных групп в моль/л; $[\text{H}_2\text{O}_2]_0$ – исходная концентрация перекиси водорода в моль/л; $[\text{CH}_3\text{COOH}]_0$ – начальная концентрация уксусной кислоты в моль/л; k – константа реакции второго порядка в $\text{л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$.

Интегрируя уравнения (1) получим выражение (2).

$$\ln([\text{H}_2\text{O}_2]_0 - \text{O}) = -k \cdot [\text{CH}_3\text{COOH}]_0 \cdot t + \ln[\text{H}_2\text{O}_2]_0 \quad (2)$$

На основании уравнения (2) построены кривые зависимости $\ln([\text{H}_2\text{O}_2]_0 - \text{O})$ от времени t при температурах реакции 89°C и 93°C (рисунок 2). Отклонение от линейности на кривых объясняется протеканием незначительного количества побочных реакций раскрытия эпексидных групп и разрывами полимерной цепи. Из кривых наклона были рассчитаны константы реакции, значения которых составили $k_1 = 12,11 \cdot 10^{-5} \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ при 89°C и $k_2 = 13,66 \cdot 10^{-5} \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ при 93°C .

Основываясь на преобразованном уравнении Аррениуса (3) построен график зависимости $\ln(k)$ от $1/T$ (рисунок 3).

$$\ln k = \ln A - \frac{E}{R \cdot T} \quad (3)$$

Значение энергии активации было найдено по графику и составило $E = 33,4 \text{ кДж} = 7,98 \text{ ккал}$.

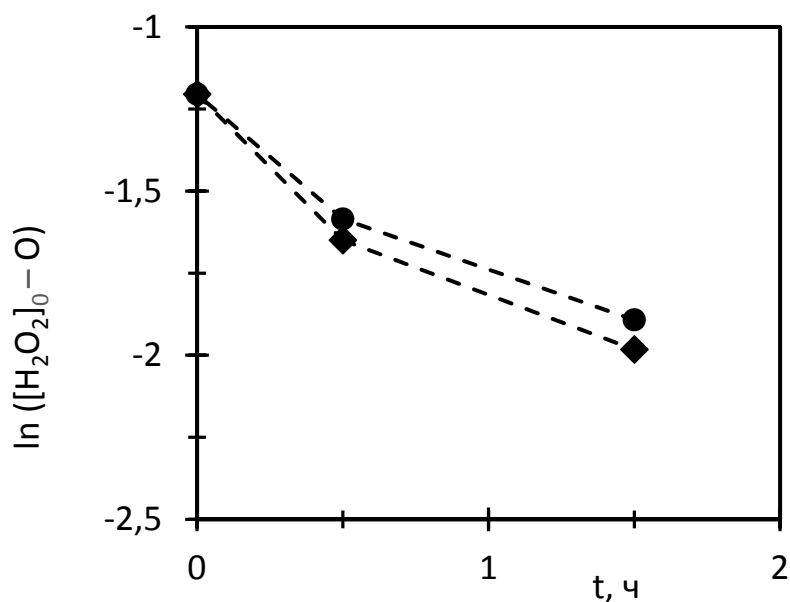


Рисунок 2 – Кривые зависимости $\ln([H_2O_2]_0 - O)$ от времени t при 89°C и 93°C

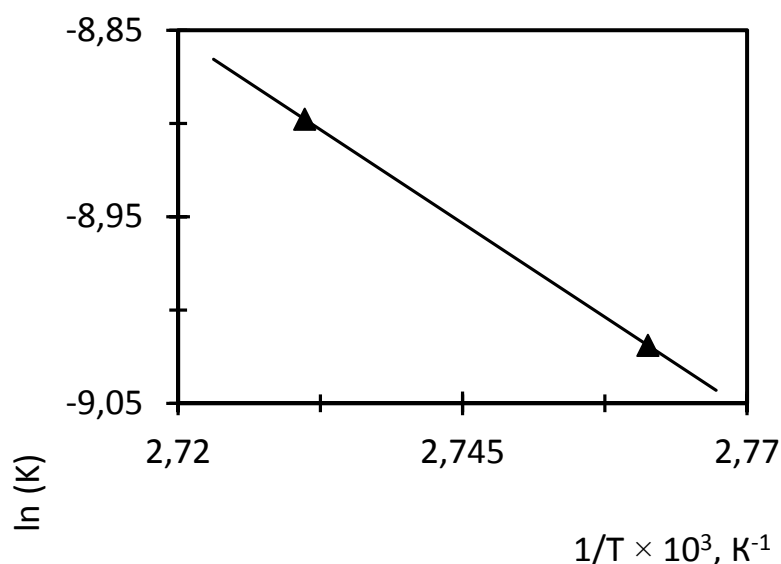


Рисунок 3 – Зависимость $\ln(k)$ от $1/T$.

Вывод. В работе была исследована кинетика процесса эпексидирования, определены константы реакции при 89°C и 93°C, а также найдено значение энергии активации, что позволяет проводить расчет материального баланса процесса эпексидирования в заданных условиях.

Перспективным является дальнейшая разработка и аппаратурное оформление процесса согласно предложенной ранее принципиальной технологической схеме [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. ДСТУ ISO 2000:2008. Каучук сирий натуральний. Настанови щодо складання технічних умов на технічний каучук. – Введ. 01.01.2011. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 3 с.
2. Пичугин А.М. Материаловедческие аспекты создания шинных резин: Научное издание. – М.: НТЦ "НИИШП", 2008. – 383 с.
3. Разумовский С.Д., Заиков Г.Е. Озон и его реакции с органическими соединениями. – М.: Наука, 1974. – 322 с.
4. Kwo Han Kiu Study of adhesion properties of natural rubber, epoxidized natural rubber, and ethylene-propylene diene terpolymer-based adhesives: Thesis ... Master of Science: 02.00.06. – Malaysia: Universiti Sains, 2007. – 172 p.
5. Епоксидування натурального каучуку в середовищі вода – ксилол / Д.О. Шаповалов, В.В. Ведь, С.М. Зибайло, В.Л. Юшко // Вопросы химии и химической технологии. – 2014. – №3. – С. 102–106
6. Заявка №а2014.09.104, МПК C08 C19/06. Спосіб епоксидування полідієнів / Д.О. Шаповалов, В.Л. Юшко, С.М. Зибайло 2014.
7. Эпоксидирование жидких каучуков и резиновой крошки перекислотами in situ / Л.В. Ермольчук, В.П. Бойко, В.К. Грищенко, Е.В. Лебедев // Вопросы химии и химической технологии. – 2008. – №5. – С. 53–58.
8. Epoxidation of soybean oil in toluene with peroxyacetic and peroxyformic acids – kinetics and side reactions / Z.S. Petrovic, A. Zlatanic, C.C. Lava, S. Sinadinovic-Fiser // European Journal of Lipid Science and Technology. – 2002. – №104. – p. 293–299.
9. Paul J. Flory. Statistical mechanics of swelling of network structures / J. Chem. Phys., – 1949. – Vol. 18, № 1, pp 108–111.
10. Шапиро Д.К. Практикум по биологической химии: 2-е изд. – Минск: Вышэйш. школа, 1976. – 288 с
11. Беллами Л.Дж. Инфракрасные спектры молекул: Пер. с англ. / Под ред. Ю.А. Пентина. – М.: Изд-во Иностранной литературы, 1963. – 592 с.
12. Jankovic', M., Fister, S.S., 2005. Prediction of the chemical equilibrium constant for peracetic acid formation by hydrogen peroxide / J. Am. OilChem. Soc. – No82, pp 301–303.
13. Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т. Свойства газов и живостей: Справочное пособие/Пер. с англ. По ред. Б.И. Соколова. — 3-е изд., перераб. и доп. — 592 с., — Нью-Йорк, 1977.

УДК 631.365

ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ СИЛИКАТНЫХ РАСПЛАВОВ В ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОМ РЕАКТОРЕ

О.Г. Волокитин¹, В.В. Шеховцов²

¹кандидат технических наук, доцент кафедры прикладная механика и материаловедение, Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия, e-mail: volokitin_oleg@mail.ru

²аспирант кафедры прикладная механика и материаловедение, Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия, e-mail: shehovcov2010@yandex.ru

Аннотация. В данной работе приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований по получению силикатных расплавов с использованием энергии низкотемпературной плазмы. На основании полученных данных установлены температуры полного расплавления исследуемых материалов. Процесс получения расплава в условиях низкотемпературной плазмы со скоростью нагрева сырьевых материалов более 1000 °С в секунду характеризуется одновременным плавлением всех фаз, в отличие от процессов, протекающих при обычных скоростях нагрева 0,5–1 °С в секунду. Сверхвысокие скорости нагрева сокращают время образования гетерогенного расплава и уменьшают удельные энергозатраты (1,5–2,1 кВт/кг), что в 2–2,5 раза меньше, чем в существующих технологиях.

Ключевые слова: низкотемпературная плазма, силикатный расплав, плазмохимические процессы.

PROCESS OF SILICA MELTS OBTAINING IN PLASMACHEMICAL REACTOR

Oleg Volokitin¹, Valentin Shekhovtsov²

¹Ph.D., Associate professor of Applied mechanics and materials science, Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia, e-mail: volokitin_oleg@mail.ru

²Postgraduate student of Applied mechanics and materials science, Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia, e-mail: shehovcov2010@yandex.ru

Abstract. This paper presents the results of theoretical and experimental research on the production silicate melts with application energy low-temperature plasma. Based on the obtained data set of the temperature complete melting materials. The process of obtaining the melt under conditions of low-temperature plasma at a heating rate raw materials more than 1000 °C with a second characterized by the simultaneous melting of all phases, unlike the processes occurring at conventional heating rates of 0.5–1 °C within a second. Ultra-high heating rate reduces the time formation heterogeneous melt and reduce the specific energy consumption (1,5–2,1 kW/kg), which is 2-2,5 times less than existing technologies.

Keywords: low-temperature plasma, characteristics of silicate melts, plasma-chemical processes.



Введение. Разнообразие задач, решаемых в области технологии получения тугоплавких силикатных расплавов с использованием энергии низкотемпературной плазмы, обусловило разработку и создание плазмохимических реакторов способных вырабатывать расплав из материалов с содержанием оксида кремния от 50 до 100 % масс [1-3]. Анализ существующих способов получения силикатных расплавов и материалов на их основе [4,5] позволил сформировать обобщенные данные по номенклатуре материалов, получаемых из силикатных расплавов, температуре их выработки и содержанию в сырье оксида кремния (таблица 1).

Таблица 1. – Материалы, получаемые через силикатный расплав

Материал	Содержание SiO ₂ , %	Температура выработки, °C
Стекловолокно	65–75	1450–1500
Минеральное волокно	43–65	1500–1700
Стеклокристаллический материал	43–65	1500–1700
Литые каменные изделия	43–65	1450–1500
Кварцевое стекло	98–99	1700–1750

Традиционные способы и технологии не позволяют получать однородный по температуре и химическому составу силикатный расплав из сырьевых материалов, температура плавления которых около 1700 °C, при этом невозможно добиться требуемой вязкости для производства силикатных изделий различного назначения с повышенными эксплуатационными свойствами.

Цель работы. Приведение теоретических и экспериментальных исследований по получению силикатных расплавов с использованием энергии низкотемпературной плазмы, которая за счет высоких температур позволяет сократить время полного расплавления сырья и значительно уменьшить удельные энергетические затраты при получении однородного по температуре и химическому составу силикатного расплава.

Материал и результаты исследований. Используя многолетний опыт по созданию и исследованию агрегатов низкотемпературной плазмы, техническая новизна которых подтверждена патентами РФ № 2355651, 2344093, 2503628, необходимо создание плазмохимических реакторов для

получения высокотемпературных силикатных расплавов из сырьевых материалов с различным содержанием оксида кремния (базальт, золошлаковые отходы, отходы горючих сланцев, кварц-полевошпатсодержащее сырье, кварцевый песок) и определение оптимальных режимов выработки силикатных расплавов с требуемыми значениями однородности, температуры и вязкости для производства различных видов строительных материалов. В настоящее время не в полной мере исследованы механизмы взаимодействия высококонцентрированных тепловых потоков плазмы с силикатными материалами, содержание оксида кремния в которых от 50 до 100 %; влияние содержания SiO_2 на структуру продуктов плавления силикатных материалов, полученных с использованием низкотемпературной плазмы; физические основы плазменной технологии получения высокотемпературных силикатных расплавов с содержанием SiO_2 до 100 %.

Для проведения теоретических и экспериментальных исследований выбраны сырьевые материалы из условия содержания в их химическом составе оксида кремния от 50 до 100 % (таблица 2):

Таблица 2. – Химический состав исходных сырьевых материалов до плазменного нагрева

Сырьевые материалы	Содержание оксидов, мас. %						
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	R_2O	$\Delta m_{пр}$
Базальтовая порода	50,40	20,17	7,24	8,98	3,37	8,14	1,70
Зола ТЭЦ	51,16	35,07	3,62	8,33	0,91	0,23	0,68
Продукты сжигания сланцев	61,59	23,36	7,91	1,60	1,27	1,34	2,93
Кварц-полевошпатсодержащее сырье	62,05	15,94	4,18	4,72	2,01	8,4	2,7
Кварцевый песок Туганского месторождения	98,15	0,67	0,12	0,07	0,05	0,01	0,93

Из данных, представленных в таблице 2, следует, что все используемые сырьевые материалы содержат более 50 % SiO_2 , который является основным стеклообразователем. Модуль кислотности используемых техногенных отходов значительно выше модуля кислотности традиционного силикатного сырья (таблица 3). Высокий модуль кислотности положительно влияет на химическую и термическую стойкость готовых изделий. С уменьшением модуля кислотности возрастает склонность к кристаллизации – дол-

говечность уменьшается [6-8]. Предельное содержание оксида кремния ту-ганского песка составляет 98,15 мас. %, т. е. отсеvy песка являются высоко-кремнеземистым продуктом с достаточно низким содержанием примесей.

Таблица 3. – Характеристики силикатных расплавов

Сырьевые материалы	Содержание оксидов, мас. %			M_K	M_B
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂ + Al ₂ O ₃		
Базальтовая порода	50,40	16,17	66,57	5,39	2,48
Зола ТЭЦ	51,16	35,07	86,23	9,33	5,23
Продукты сжигания сланцев	61,59	23,36	84,95	29,60	4,55
Кварц-полевошпатсодержащее сырье	62,05	15,94	77,99	11,59	5,17
Кварцевый песок Туганского месторождения	98,15	0,67	98,82	823,5	274,5
$M_K = \frac{SiO_2 + Al_2O_3}{CaO + MgO} - \text{модуль кислотности}$ $M_B = \frac{SiO_2 + 2 \cdot Al_2O_3}{2 \cdot Fe_2O_3 + CaO + MgO + 2 \cdot K_2O + 2 \cdot Na_2O}, \text{ модуль вязкости}$					

Анализ таблицы 2 и 3 позволил установить, что модуль кислотности сырьевых материалов увеличивается с повышением суммы основных оксидов в их химическом составе. Аналогичная ситуация наблюдается при расчете модуля вязкости силикатных расплавов – при увеличении содержания оксида кремния от 50 до 62 % наблюдается незначительное изменение модуля вязкости, однако с увеличением содержания SiO₂ до 98,15 % модуль вязкости резко возрастает до величины 274,5.

Состав расплава и его количество определяется составом шихты и зависит от температуры его образования. Для оценки изменения характера плавления шихты в зависимости от химического состава исследуемого сырья были построены кривые плавкости. На основании полученных данных установлены температуры полного расплавления исследуемых материалов (рисунок 1).

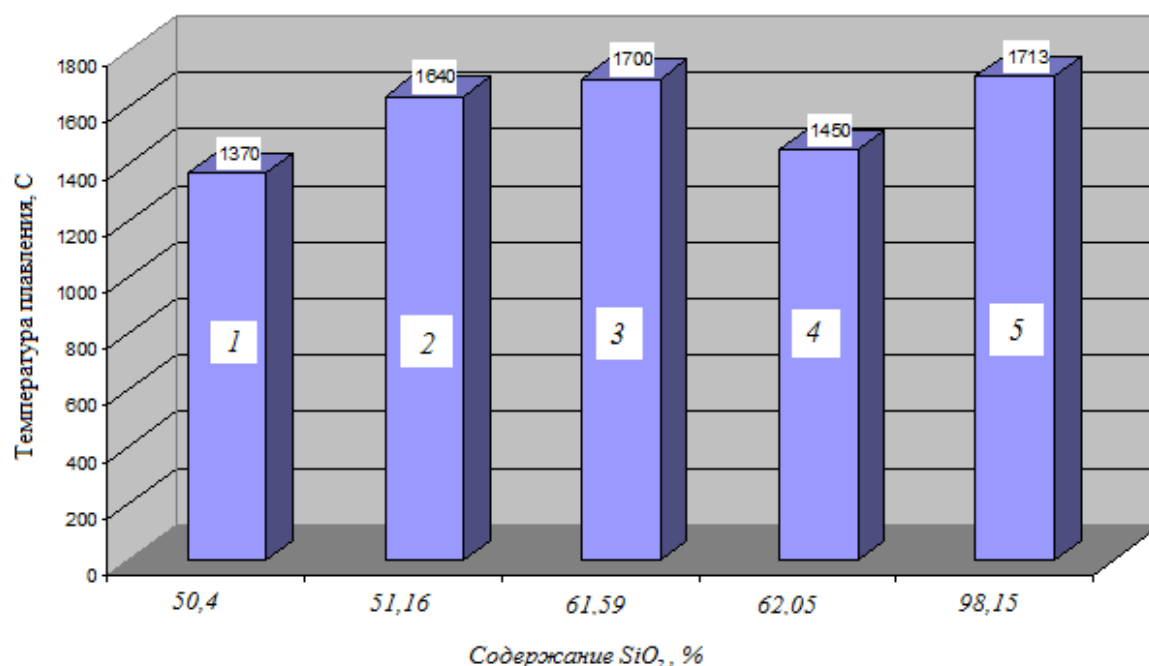


Рисунок 1 – Температура плавления исследуемого сырья:
 1 – базальтовая порода; 2 – зола ТЭЦ; 3 – продукты сжигания сланцев;
 4 – кварц-полевошпатсодержащее сырье;
 5 – кварцевый песок Туганского месторождения

Наиболее тугоплавкими являются продукты сжигания горючих сланцев и кварцевый песок с температурой плавления около 1700°C . Температура плавления зол около 1650°C . Наименее тугоплавкими с температурой плавления 1450°C следует считать кварц-полевошпатсодержащие отходы обогащения молибденовых руд, снижение температуры плавления, которых связано с наличием щелочных оксидов, а также базальт с температурой плавления 1370°C . Эксперименты по получению расплава из исследуемого сырья проводились на разработанной в Томском государственном архитектурно-строительном университете экспериментальной электроплазменной установке [9].

На основании проведенных исследований сформированы обобщенные модели процессов, протекающих при технических скоростях нагрева (рис. 2) и при быстром нагреве в условиях низкотемпературной плазмы (рис.3).

В общем виде процесс получения расплава при технических скоростях нагрева состоит из четырех этапов, на первом этапе происходит образование легкоплавких эвтектических расплавов, далее, с увеличением температур происходит растворение тугоплавких компонентов. На третьем этапе происходит образование гетерогенного расплава локально, по всему объ-

ему. С повышением температур расплав локальных областей перемешивается друг с другом и происходит выравнивание химического состава и расплав гомогенизируется.

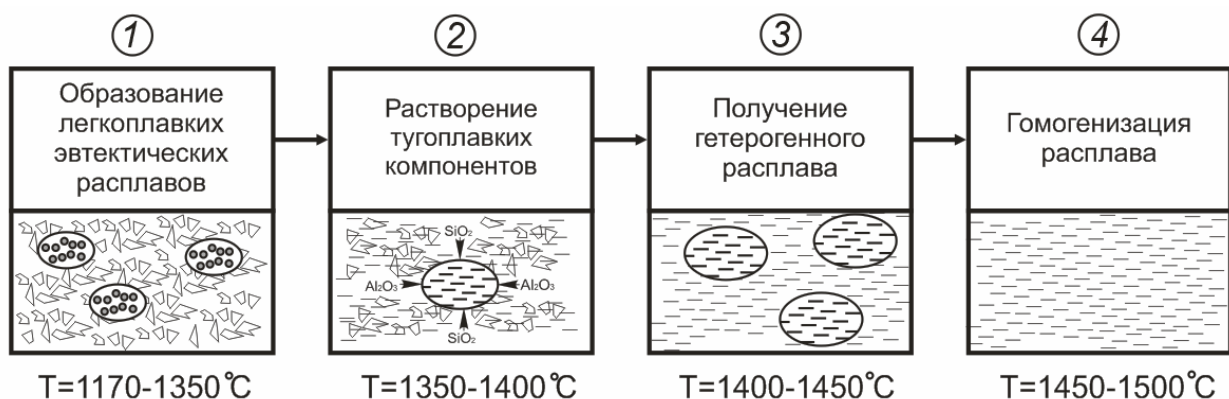


Рисунок 2 – Схема процессов плавления золошлаковых отходов при технических скоростях нагрева

Процесс получения расплава в условиях низкотемпературной плазмы отличается отсутствием отдельных этапов образования первичного эвтектического расплава и растворения оксидов в расплаве.

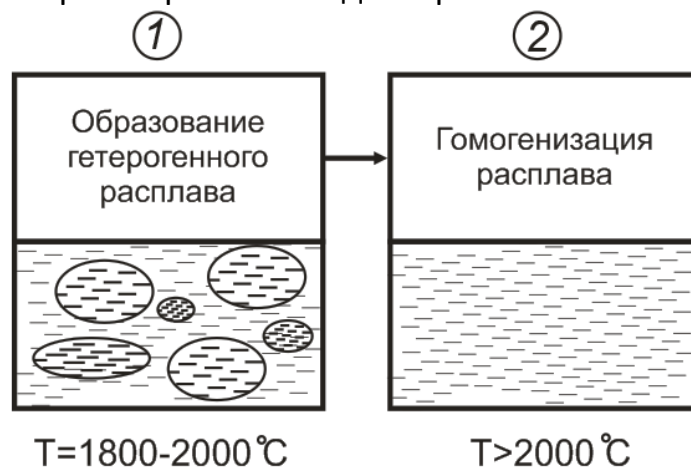


Рисунок 3 – Схема неравновесных процессов плавления золошлаковых отходов в условиях низкотемпературной плазмы

Эти процессы за счет быстрого нагрева шихты протекают одновременно с процессом образования гетерогенного расплава одновременным плавлением всех компонентов, который в итоге, перемешивается, образуя гомогенный силикатный расплав за счет понижения вязкости.

Анализ результатов экспериментов позволил сделать выводы о том, что процесс получения расплава в условиях низкотемпературной плазмы отличается отсутствием отдельных этапов образования первичного эвтектического расплава и растворения оксидов в расплаве. Эти процессы за счет

быстрого нагрева шихты протекают одновременно с процессом образования гетерогенного расплава одновременным плавлением всех компонентов, который в итоге, перемешивается, образуя гомогенный силикатный расплав за счет понижения вязкости. Процесс получения расплава в условиях низкотемпературной плазмы со скоростью нагрева сырьевых материалов более 1000 °С в секунду характеризуется одновременным плавлением всех фаз, в отличие от процессов, протекающих при обычных скоростях нагрева 0,5–1 °С в секунду. Сверхвысокие скорости нагрева сокращают время образования гетерогенного расплава и уменьшают удельные энергозатраты (1,5–2,1 кВт/кг), что в 2–2,5 раза меньше, чем в существующих технологиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. G. G. Volokitin. Technology for producing mineral fibers by recycling ash-sludge and oil-shale wastes / G. G. Volokitin, N. K. Skripnikova, O.G. Volokitin, S. Volland // *Glass and Ceramics*. – 2011. Vol. 68, Pp 239-241.
2. Volokitin G. Complex research of molybdenum ore tailings / G. Volokitin, N. Skripnikova, O. Volokitin, I. Iuriev, V. Shekhovcov // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. – 2015. No. 71.
3. Abzaev Yu. A. Investigation of the Melting of Quartz Sand by Low-Temperature Plasma Yu. A. Abzaev, G. G. Volokitin, N. K. Skripnikova, O. G. Volokitin, V. V. Shekhovtsov // *Glass and Ceramics*. – 2015, Vol. 72, Pp. 225-227.
4. Goswami M. Study of some thermal and mechanical properties of magnesium aluminium silicate glass ceramic / M. Goswami, A. Sarkar, T. Mirza, V.K. Shrikhande, K.R. Sangeeta, K.R. Gurumurthy, G.P. Kothiyal // *Ceram. Internat.* – 2002, No. 28, Pp. 585-592.
5. Durrani S.K. Fabrication of magnesium aluminum silicate glass ceramics by sintering route / S.K. Durrani, M.A. Hussain, S.Z. Hussain, J. Akhtar, A. Saeed, N. Hussain, N. Ahmed // *Materials Science-Poland*. – 2010, No. 28, 459 p.
6. Сулименко Л.М. Общая технология силикатов / Л.М. Сулименко. – М. : Инфра-М, 2004. – 335 с.
7. Ефимов Н.Н. Проблемы комплексной переработки золошлаковых отходов и синтеза на их основе силикатных материалов строительного назначения / Н.Н. Ефимов, В.И. Паршуков, Е.А. Яценко [и др.] // *Техника и технология силикатов*. – 2010. – № 2. – С. 17–21.
8. Джигирис Д.Д. Основы производства базальтовых изделий / Д.Д. Джигирис, М.Ф. Махова. – М.: Теплоэнергетика, 2002. – 412 с.
9. Патент 2503628 Российская Федерация. C03 B37/04. Плазменная установка для получения тугоплавкого силикатного расплава / О. Г. Волокитин, Е. В. Тимонов, Г. Г. Волокитин, А. А. Никифоров, В. К. Чибирков. Опубл. 10.01.2014, Бюл. № 1.

УДК 669.162.1:001.57

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПОСЛІДОВНИМ ЗАВАНТАЖЕННЯМ ПРИЙМАЛЬНИХ БУНКЕРІВ АГЛОМЕРАЦІЙНИХ МАШИН

Н.О. Міняйло¹, Ю.М. Завальна²

¹кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизованого управління технологічними процесами, Запорізька державна інженерна академія, м.Запоріжжя, Україна, e-mail: kafedra_autp@ukr.net

²аспірант кафедри автоматизованого управління технологічними процесами, «Запорізька державна інженерна академія», м.Запоріжжя, Україна, e-mail: kafedra_autp@ukr.net

Анотація. В середовищі «MatLab» виконано моделювання роботи системи управління послідовним завантаженням приймальних бункерів агломераційних машин. Зроблені висновки щодо впливу технічних параметрів розподільного пристрою на процес подачі сипкого матеріалу до ємностей з урахуванням продуктивності агломашин та їх кількості. На основі розробленої моделі можна визначати кількість матеріалу у кожному приймальному бункері в будь-який момент часу та виконувати оцінку стабільності подання агломераційної шихти до спікального відділення.

Ключові слова: агломерація, бункер, шихта, сипкий матеріал, розподільний пристрій, продуктивність, моделювання.

MODELING OF MANAGEMENT SYSTEM OF THE SEQUENTIAL LOADING RECEIVING HOPPERS OF SINTERING MACHINE

Nataliia Miniailo¹, Yuliya Zavalna²

¹Ph.D., associate professor of Automated Control of Technological Department, Zaporizhia State Engineering Academy, Zaporozhye, Ukraine, e-mail: kafedra_autp@ukr.net

²Postgraduate student of Automated Control of Technological Department, Zaporizhia State Engineering Academy, Zaporozhye, Ukraine, e-mail: kafedra_autp@ukr.net

Abstract. The modeling sequential mode of distribution load receiving hoppers sintering machines was made in an environment «MatLab». Were made conclusions about the influence of parameters the dispenser on process of issuing bulk material, taking into account performance of sinter machines and their number. Using this model it can determine the amount of material in each hopper at any time and make assess the stability of supply of sinter charge to the sinter department.

Keywords: agglomeration, hopper, charge, bulk material, dispenser, performance, modeling.

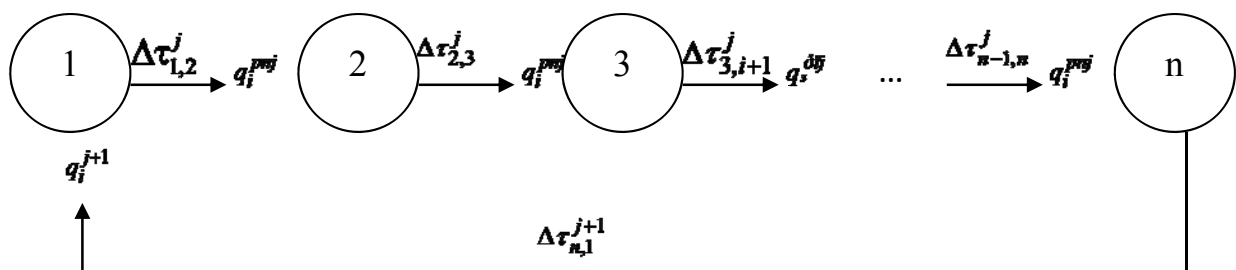
Вступ. На підприємствах, де для виготовлення основної продукції необхідна переробка дрібно та крупно дисперсних сипких компонентів, часто

спостерігаються порушення роботи тракту подачі матеріалу. Для безперервних виробництв, до яких належать агломераційні фабрики, необхідною умовою роботи є постійний запас матеріалів. Це реалізується за допомогою приймальних бункерів, що забезпечують узгоджену роботу шихтового та спікального відділень.

Одним з факторів, що впливає на коливання кількості матеріалу є умови його надходження до приймальних бункерів. Завантаження відбувається в одному з трьох відомих режимів: послідовному, циклічному та «за викликом» [1]. Вибір одного з них обумовлено характеристиками технологічного обладнання, що використовується на спікальних дільницях та умовами конкретного виробництва. Однак, представлені режими не забезпечують високої надійності роботи відділень приймальних бункерів, тому постає питання в необхідності моделювання роботи дільниці приймальних бункерів для визначення оптимальних умов їх завантаження.

Мета роботи. Необхідно розробити модель системи управління для приймальних бункерів спікального відділення аглофабрики, яка дозволить спрогнозувати кількість шихтових матеріалів в ємностях в залежності від параметрів розподільного пристрою, що працює у послідовному режимі.

Матеріал та результати досліджень. Послідовний режим завантаження приймальних ємностей характеризується подаванням матеріалів у послідовності від першого бункера до останнього та повторенням даного завантаження на наступному циклі (рис.1). Даний режим руху шихтових матеріалів реалізується за допомогою плужкових скидачів та катучих конвеєрів [2].



$\tau_{n-1,n}^j$ – час між завантаженням $(n-1)$ -го та n -го бункеру на j -му циклі, с; q_i^{pnj} – продуктивність конвеєра на j -му циклі при завантаженні i -го бункеру, м³/с.

Рисунок 1 – Структурна схема послідовного завантаження приймальних бункерів

Розроблена математична модель системи управління завантаженням приймальних ємностей враховує час між завантаженням бункерів протягом кожного циклу:

$$\tau^u = \sum_{i=1}^n \tau_{i-1,i}^j, \quad (1)$$

де, $\tau_{i-1,i}^j$ – час між завантаженням $(i-1)$ -го та i -го бункерів на j -му циклі, с;
 i – номер бункеру, $i = 1..n$.

Під час руху конвеєра, бункер буде завантажуватись певний час:

$$\tau_i^{zavj} = \frac{Q_i^{\max} - Q_i^{номоч}}{q_i^{pn}}, \quad (2)$$

де, $Q_i^{\max}$ – максимальна кількість матеріалу в i -му бункері, m^3 ; $Q_i^{номоч}$ – поточна кількість матеріалу в i -му бункері, m^3 ; q_i^{pn} – продуктивність стрічкового конвеєра на j -му циклі над i -м бункером m^3/c .

Також, моделю враховується час вивантаження матеріалу з бункеру (3) та кількість матеріалу, що при цьому залишається в ємності (4):

$$\tau_i^{vivj} = \frac{Q_i^{номоч}}{q_i^{жив}}, \quad (3)$$

де, $q_i^{жив}$ – продуктивність i -го живильника m^3/c .

$$Q_i^{зал} = Q_i^{номоч} - \int_0^{\tau_{i,i+1}} q_i^{жив} d\tau, \quad (4)$$

де $Q_i^{зал}$ – кількість матеріалу в i -му бункері під час його вивантаження m^3 ;

$\int_0^{\tau_{i,i+1}} q_i^{жив} d\tau$ – кількість матеріалу, що вивантажується з бункеру за час $\tau_{i,i+1}$, m^3 .

На базі розрахункових формул (1-4) у програмному пакеті «MatLab» за допомогою додатків Simulink та Stateflow було реалізовано модель. В якості розподільного пристрою було обрано плужкові скидачі, так як на відміну від інших засобів, вони характеризуються більшою швидкістю. Вхідними даними для проведення досліджень були кількість агломашин (3-6), їх продуктивність (0,153 – 0,255 т/сек), продуктивність плужкового скидача (0,17-0,34 т/сек) та швидкість руху стрічкового конвеєра (1-2 м/сек).

Визначення відхилення кількості шихтових матеріалів в бункері виконувалось за формулою:

$$\Delta Q_i = \frac{(Q_i^{\max} - Q_i^{номоч}) \cdot 100\%}{Q_i^{\max}}, \quad (5)$$

де ΔQ_i – відхилення матеріалу в i -му бункері, %.

Отримані результати показують, що на підприємствах де працює шість (рис.2,а), п'ять (рис.2,б) та чотири (рис.2,в) агломашини спостерігається значне коливання кількості сипкого матеріалу в бункерах, що призводить до спустошення ємностей і переривання видачі компонентів з бункерів до аглострічок.

З наведених результатів (рис.2 а-г) видно, що при застосуванні на виробництві шести агломашин, розподільний пристрій не забезпечує необхідної кількості матеріалу в бункері починаючи з третього циклу їх завантаження. У випадку використання п'яти приймальних бункерів спустошення ємностей відбувається з четвертого та п'ятого циклу. Використовуючи чотири агломашини, сипкий матеріал залишається в бункерах лише до шостого циклу їх завантаження. При роботі трьох агломераційних машин (рис.2 г) спостерігається стабільна кількість сипких матеріалів у приймальних ємностях.

Також, спостерігається значне коливання у проміжних бункерах (різниця відхилення кількості сипких матеріалів в першому та другому бункерах становитиме понад 5%), що пояснюється відсутністю подачі матеріалів до них протягом часу, який дорівнює часу завантаження інших бункерів.

На виробництві, де функціонує тільки три агломераційні машини, даний режим розподілу сипких матеріалів задовільняє потребу спікального відділення в шихті для подальшої її обробки, підтримуючи необхідний запас матеріалу в бункері (не менше 70% від всього об'єму).

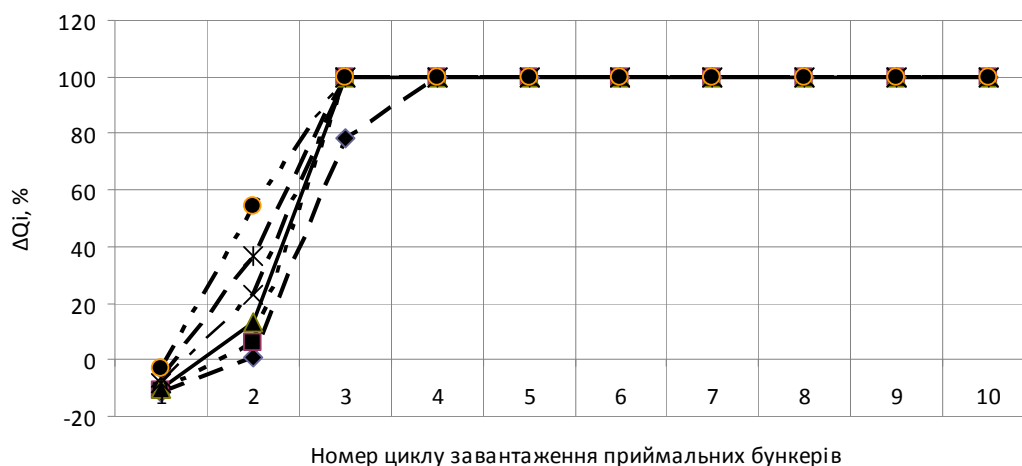
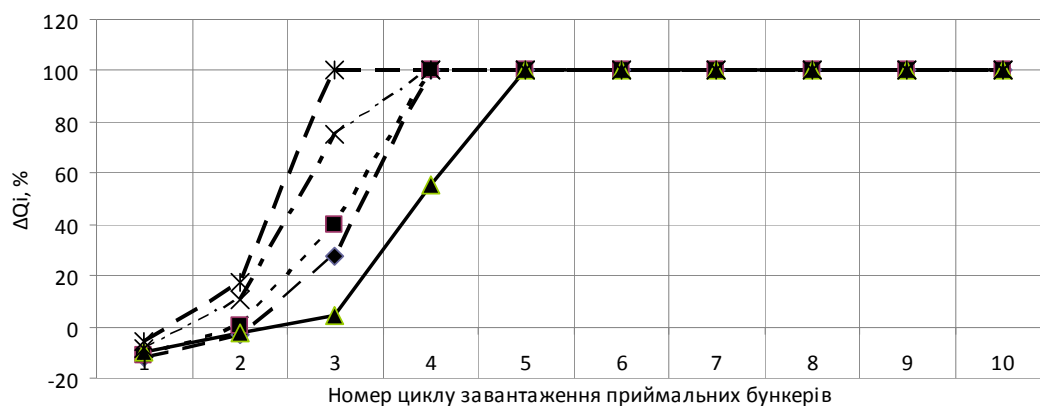
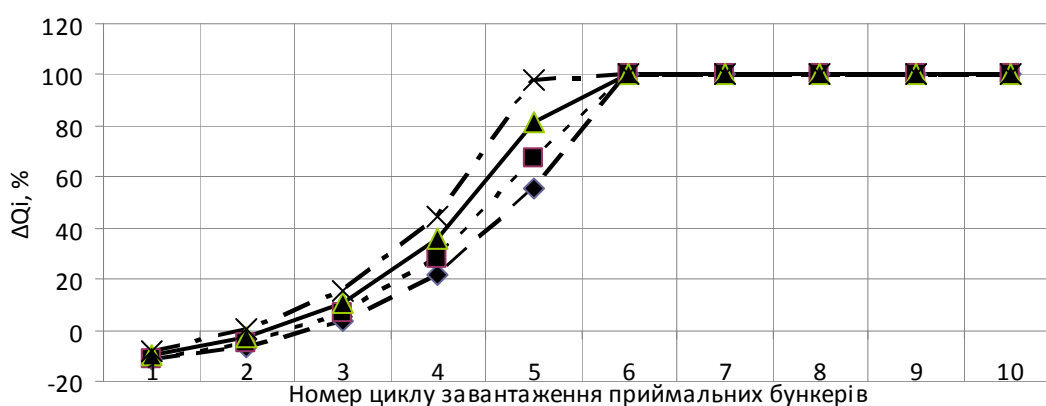


Рисунок 2, а)



б)



в)



г)

—◆— Бункер 1 —■— Бункер 2 —▲— Бункер 3 —×— Бункер 4 —Ж— Бункер 5 —●— Бункер 6

Рисунок 2 – Відхилення кількості матеріалу в бункерах спікального відділення

Висновок. Отже, отримані результати показують, що на підприємствах де працює шість та п'ять агломераційних машин з продуктивністю (100 -



60%) спостерігається значне коливання кількості сипкого матеріалу, що призводить до спустошення бункерів і переривання подачі компонентів шихти до аглострічок. Тому для таких підприємств буде доцільно розглянути інші види розподільних пристроїв та режими завантаження приймальних бункерів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пазюк М.Ю. Управление поточно-транспортными системами железорудных материалов [Текст]/М.Ю. Пазюк, А.А. Полищук. – Запорожье: РИО ЗГИА, 1995. – 120 с.
2. Пожуев В. И. Анализ закономерностей движения сыпучих материалов в разветвляющихся поточно-транспортных системах / В. И. Пожуев, Ю. М. Пазюк //// Збірник наукових праць “Металургія”. – Запоріжжя: ЗДІА, 2002. - Вып. 6. - С. 14 – 20.

УДК 62-9 : 681.2

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТРЕБОВАНИЙ К СТАНКУ С ЧПУ ДЛЯ ПЕЧАТИ ЖИДКИМИ ПОЛИМЕРАМИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

И.Ю. Никулин¹, В.А. Углев²

¹Сотрудник компании «Скай технолоджи», г. Железногорск, Россия, e-mail: DeLengeR@ya.ru

²кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», г. Железногорск, Россия, e-mail: uglev-v@yandex.ru

Аннотация. Описаны возможности использования жидких полимеров при изготовлении печатных плат и способы нанесения покрытий. Рассматривается система требований к автоматизированной программно-аппаратной системе (станок с ЧПУ), позволяющей трассировать печатные платы.

Ключевые слова: полимер, печатная плата, автоматизация, станок с ЧПУ, печать, требования.

FORMING SYSTEM REQUIREMENTS FOR PRINTING CNC MACHINES BY LIQUID POLYMER FOR PCB MANUFACTURING

Igor Nikulin¹, Victor Uglev²

¹An employee of the “Sky Technology” company, Zheleznogorsk, Russia, e-mail: DeLengeR@ya.ru

²Ph.D., associate professor, Federal State Autonomous Educational Institution Higher Education “Siberian Federal University”, Zheleznogorsk, Russia, e-mail: uglev-v@yandex.ru



Annotation. Possibilities of use of liquid polymers in the manufacture of printed circuit boards, and coating methods. The system requirements for automated hardware and software system (CNC), which allows to trace the printed PCBs are described.

Keywords: *polymeric material, printed-circuit board (PCB), automatization, numerical control machine (CNC), printing, requirements.*

Введение. Снижение себестоимости продукции и повышение производительности процессов её изготовления являются в промышленности сложной и многогранной проблемой. При производстве микроэлектроники и приборов широко применяются композиционные материалы. Доминирующим направлением в современном полимерном материаловедении является создание композиционных материалов на базе вновь синтезированных, а также путем модификации уже освоенных промышленностью жидких полимеров [1]. Рассмотрим вопрос применения жидких полимеров при изготовлении печатных плат на базе экономичных станков с числовым программным управлением (ЧПУ) производства фирмы «Скай Технолоджи» ().

Полимеры, как материал, обладают совокупностью специфических свойств, основными из которых является эластичность и низкая температура плавления. Если говорить о растворах полимеров, то они характеризуются высокой вязкостью раствора при малой концентрации полимера. Одним из важнейших технологических методов управления характеристиками поверхностного слоя изделий является нанесение сплошных или выборочных покрытий (включая полимерные) на функциональные поверхности изделий. Виды покрытий: защитно-декоративные лаковые покрытия («паяльная маска»); декоративно-информационные покрытия (маркировка); лужение проводников; химические, иммерсионные или гальванические покрытия фольги проводников; покрытие токопроводящими лаками. После монтажа печатных плат возможно нанесение дополнительных защитных покрытий, защищающих как саму плату, так и пайку и компоненты. Физические процессы, обеспечивающие нанесение полимеров на изделие, можно разделить на следующие основные группы: процессы трения различных тел и сред друг о друга; адгезионные и когезионные процессы; химические и электрохимические процессы; диффузионные процессы; термические процессы [2]. На поверхность платы полимер можно нанести одним из следующих способов:

- нанесение твёрдых полимеров с помощью лазера;
- нанесение жидких фоторезисторов и паяльной маски с использованием полуавтоматической установки;
- нанесение тонера (порошка, используемого при печати в лазерных принтерах) с какой-либо подложки на печатную плату с последующим прогревом;

- ручное нанесение.

Перенос полимера на поверхность изделия – не единственная сложность отработки технологии создания печатных плат. Как показывает практический опыт, для нанесения полимерных покрытий пригодным оказывается весьма небольшое число полимеров. Существующие решения, в основном ориентированы на сплошное покрытие поверхности изделий, что не экономично. Кроме того, стоимость применяемых полимеров, например контурных эмалей Maxlead, достаточно высока.

Цель работы. Сформулируем цель исследования: необходимо создать систему требований, которые лягут в основу технического задания на автоматизированную систему (станок с ЧПУ) и технологию трассировки печатных плат с использованием жидких полимеров.

Материал и результаты исследований. Для формирования требований к технологии и программно-аппаратному комплексу будем опираться на более чем десятилетний опыт компании «Скай Технолоджи» в области создания станков с ЧПУ для нанесения покрытий (рисунок 1) и производства декоративных красок. В частности, в настоящий момент для нанесения покрытий на стекло наша компания использует достаточно дорогие полимеры собственного производства (например, база и отвердитель Maxlead Elegant).



Рис. 1 – Станки с ЧПУ по нанесению покрытий фирмы Скай Технолоджи (модель Leopard CM 0617 слева и Luminar UV 1228 справа) [3]

Сейчас линейка оборудования, которое производит компания «Скай Технолоджи», включает 4 основных модели станков по нанесению покрытий в нескольких модификациях, а также машины для обработки стекла. В качестве направления расширения деятельности компании было решено расширить диапазон применения наших станков и остановиться на трассировке печатных плат с помощью жидких полимеров. Поэтому началась ра-

бота по синтезированию более дешевого полимера для нанесения трассировки на печатные платы. Приведём далее краткое описание технологических требований, аппаратной и программной частям станка с ЧПУ.

Технологические требования можно разделить на три класса:

- к свойствам наносимого полимера на поверхность печатной платы (адгезионные и когезионные, химические, физические, диффузионные, термические).

- к технологии синтеза полимера (состав, последовательность технологических операций и их длительность, и конечно же стоимостные характеристики);

- к технологии нанесения полимера на поверхность печатной платы (способы подготовки поверхности, приведение полимера к рабочему состоянию, трассировка контактных дорожек, режимы и условия фиксации полимера и, при необходимости, его последующего удаления).

Основные требования к аппаратной части включают:

- точность нанесения полимера;
- надёжность конструкции, соответствующей классу электроники Industrial;

- экономичность расхода полимера и потребления электроэнергии;

- транспортируемость конструкции (разборность).

В качестве базового аппаратного решения выбран станок с ЧПУ Designer DM 1425 (рисунок 2). Очевидно, что разрабатываемая модель будет компактнее, а рабочая головка адаптирована к новому виду расходного материала, т.е. к синтезированному для целей покрытия поверхности печатных плат жидкому полимеру [4]. Точность изготовления печатных плат зависит от комплекса технологических характеристик и с практической точки зрения определяет основные параметры элементов печатной платы. В первую очередь это относится к минимальной ширине проводников, минимальному зазору между элементами проводящего рисунка и ряду других параметров.

Предусматривается пять классов точности печатных плат [5], и в конструкторской документации на печатную плату должно содержаться указание на соответствующий класс, который обусловлен уровнем технологического оснащения производства [6, 7]. Для рассматриваемых задач предполагается соответствие точностных характеристик не ниже четвёртого класса.



Рис. 2 – Станок с ЧПУ Designer DM 1425 [3]

Основные *требования к программной* части станка:

- поддержка различных видов управления (позиционного, контурного и многоконтурного);
- перепрограммируемость, т.е. использование микроконтроллера, позволяющего осуществлять перепрошивку программного обеспечения;
- масштабируемость, позволяющая организовать с использованием данного станка не только единичное, но и серийное, универсальное и массовое;
- компактность, обеспечивающую скорость выполнения задач;
- удобство и интуитивно понятный интерфейс системы управления станком, а так же комплект документов (руководства различных классов пользователей);
- поддержка (экспорт) наиболее популярных графических форматов, включая программы автоматического проектирования печатных плат;
- формирование протоколов/отчётов выполнения станком задач.

Детальное описание всех указанных характеристик представлено в техническом задании на изготовление станка.

Выводы. Результатом работы стало формирование технического задания на станок с ЧПУ по нанесению покрытий на поверхность печатных плат жидким полимером. Приведённое выше краткое описание отдельных пунктов задания позволяет сделать ряд обобщений:

- основными акцентами в производстве печатных плат указанным способом и средствами являются технологичность (автоматизация) и экономичность;
- в качестве основы для жидкого полимера будет создано новое основание, принципиально отличающееся от контурных эмалей Maxlead;
- за конструкционную основу будет взят станок с ЧПУ Designer DM 1425.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соснин Н.А., Тополянский П.А., Вичик Б.Л. Плазменные покрытия (технология и оборудование). – СПб. 1992. – 28 с.
2. Валетов В. А., Мурашко В.А. Основы технологии приборостроения: Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2006 – 180 с.
3. Официальный сайт компании «Скай Технолоджи»: режим доступа – <http://www.skyglass.ru>.
4. Никулин И.Ю. Оценка точности установки компонентов и нанесение покрытий при изготовлении печатных плат // Робототехника и искусственный интеллект: Материалы VII Всероссийской конференции. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2016. – С. 29-34.
5. ГОСТ Р 53429-2009 Печатные платы. Основные параметры конструкции. – М.: Стандартинформ, 2010. – 12 с.
6. Овчинников В.А., Васильев А.Н., Лебедев В.В. Автоматизация проектирования и технология производства печатных плат: Учебное пособие – Тверь: ТГТУ, 2009. – 234 с.
7. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат : учебник – М.: Форум, Инфра-М, 2005. – 560 с.

УДК 620.178

**ДЕФОРМАЦИОННОЕ УПРОЧНЕНИЕ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ
ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ****С.А. Пахомова¹, М.А. Макушина², С.В. Коваленко³**¹ кандидат технических наук, доцент, e-mail: mgtu2013@yandex.ru^{2, 3} студент, e-mail: vladisl-2013@yandex.ru^{1, 2, 3} кафедра «Материаловедение» Московский Государственный Технический Университет им. Н. Э. Баумана, Россия

Аннотация. В работе изложено исследование технологии деформационного упрочнения и химико-термической обработки зубчатых колес горнодобывающих машин - важной научной задачи, решение которой приведет к увеличению их эксплуатационного ресурса. Тяжелонагруженные шестерни часто подвергаются воздействию значительных нагрузок, работая в постоянном контакте с загрязненной влажной атмосферой. Кроме того, они должны быть устойчивы к экстремальным изменениям температуры. Поэтому долговечность и надежность зубчатых передач имеют решающее значение для оборудования горнодобывающей промышленности.

Ключевые слова: зубчатые колеса, высокопрочные стали, деформационное упрочнение, газовая цементация, ионная цементация, твердость, контактная выносливость.

DEFORMATION HARDENING OF THE HEAVILY LOADED GEAR SURFACES FOR THE MINING INDUSTRY

S. Pakhomova¹, M. Makushina², S. Kovalenko³

¹ Ph.D., assistant Professor, e-mail: vladisl-2013@yandex.ru

^{2, 3} student, e-mail: mgtu2013@yandex.ru

^{1, 2, 3} Bauman Moscow State Technical University, Materials Department, Russia

Abstract. The deformation hardening, widely used for the increase of operability of carburized gear wheels. The plastic deformation strengthens the weak sites of the structure and complicates the microplastic deformation development in them. The efficiency of deformation hardening depends on initial structural condition of carburized layer.

Keywords: *high-strength steel, Thermochemical Treatment, Plastic Deformation Hardening, Contact Fatigue Strength, Gas Carburization, Ion Carburization, Ion Carbonitriding.*

Введение. Для повышения работоспособности цементованных зубчатых колес широко применяют дробеударное упрочнение. Эффективность дробеударной обработки (ДО) зависит от исходного структурного состояния цементованного слоя, которое кроме химического состава стали определяется технологией химико-термической обработки (ХТО). К числу факторов, зависящих от технологии ХТО, относятся: насыщенность цементованного слоя углеродом; морфология мартенсита и концентрация углерода в нем; объемная доля избыточной карбидной фазы и ее распределение по толщине приповерхностной зоны цементованного слоя; наличие остаточного аустенита [1].

На состав и строение фаз цементованного слоя кроме режимов науглероживания оказывают влияние также обработка холодом и температура послезакалочного отпуска. Первая определяет количество остаточного аустенита в слое, а вторая - концентрацию углерода в твердом растворе и уровень микронапряжений в нем.

Необходимость проведения обработки холодом и возможность повышения температуры отпуска для теплостойких сталей, упрочненных ДО, остаются невыясненными.

Цель работы: установить, какое влияние оказывает исходное структурное состояние цементованного слоя на эффективность последующего деформационного упрочнения.

Методика и объекты исследования.

Объектами исследований служили упрочненные дробью роликовые образцы (диаметром 30,2 мм и шириной 18 мм) из стали 16ХЗНВФМБ-Ш (C=0,19%; Cr=2,9%; Ni=1,3%; W=1,2%; V=0,55%; Nb=0,15%). Химический состав стали определяли методом микрорентгеноспектрального анализа на

растровом электронном микроскопе «Camscan-IV» с микроанализатором «Inca».

Роликовые образцы подвергали газовой цементации (ГЦ), ионной цементации (ИЦ) и ионной нитроцементации (ИНЦ). Образцы проходили типичную для зубчатых колес ХТО: ГЦ, ИЦ или ИНЦ при 930-950°C, отпуск при 650 °C, закалку в масло от 910°C, обработку холодом при – 70°C, низкий отпуск при 280 °C и шлифование, которым удаляли припуск. ГЦ проводили в шахтной печи Ц-105 в атмосфере синтина, ИЦ – в атмосфере ацетилена, разбавленного газовой смесью аргона с водородом, а ИНЦ – в газовой среде ацетилена и диссоциированного аммиака.

После такой ХТО проводили гидродробеструйную обработку шариками диаметром 1,6 мм при расходе 30 кг/мин и давлении масла $0,55 \pm 0,02$ МПа в течение 16 мин. Одну партию образцов после дробеударной обработки (ДО) подвергали отпуску при температуре 200°C в течение 2 ч.

Количественный анализ микроструктуры карбидной (карбонитридной) зоны выполняли на автоматическом анализаторе изображений «Квантитет-720». Распределение углерода по толщине диффузионного слоя оценивали спектральным методом на эмиссионном многоканальном спектрометре фирмы «Baird» с обработкой результатов в соответствии с ГОСТ 18895.

Твердость измеряли по методу Роквелла, регламентированному ГОСТ 9013, алмазным конусом с общей нагрузкой 150 кг.

Испытания на контактную выносливость проводили по схеме качения с проскальзыванием (6 %) по ГОСТ 25.501 на роликовой машине Ш17. В качестве смазочного материала использовали масло дизфирного типа при температуре $175 \pm 5^\circ\text{C}$. За критерий долговечности принимали число циклов до образования выкрашивания на поверхности роликового образца размером не менее ширины рабочей дорожки, равной 8 мм.

Проведение экспериментов и их обсуждение.

1. Влияние способа ХТО на эффективность деформационного упрочнения. Различную насыщенность диффузионного слоя углеродом получали проведением одностадийных (при постоянных технологических параметрах) и двухстадийных режимов. Последний осуществляли при постоянной температуре, но со ступенчатым режимом подачи карбюризатора. Проведение процесса в две стадии устраняет пересыщение поверхности углеродом, снижает плотность карбидов, увеличивает эффективную толщину слоя [2].

Исследования показали, что разная концентрация углерода (рис. 1) в цементованном слое стали 16ХЗНВФМБ-Ш обусловила различное влияние ДО на субструктуру мартенсита, характеристики качества поверхности и

долговечность. Определено, что оптимальным является соотношение длительностей первой и второй стадии процесса газовой цементации 60% и 40%. При этом доля избыточной карбидной фазы в диффузионном слое составляет $\sim 15\%$, а твердость поверхности $\sim 62 HRC$ (табл. 1).

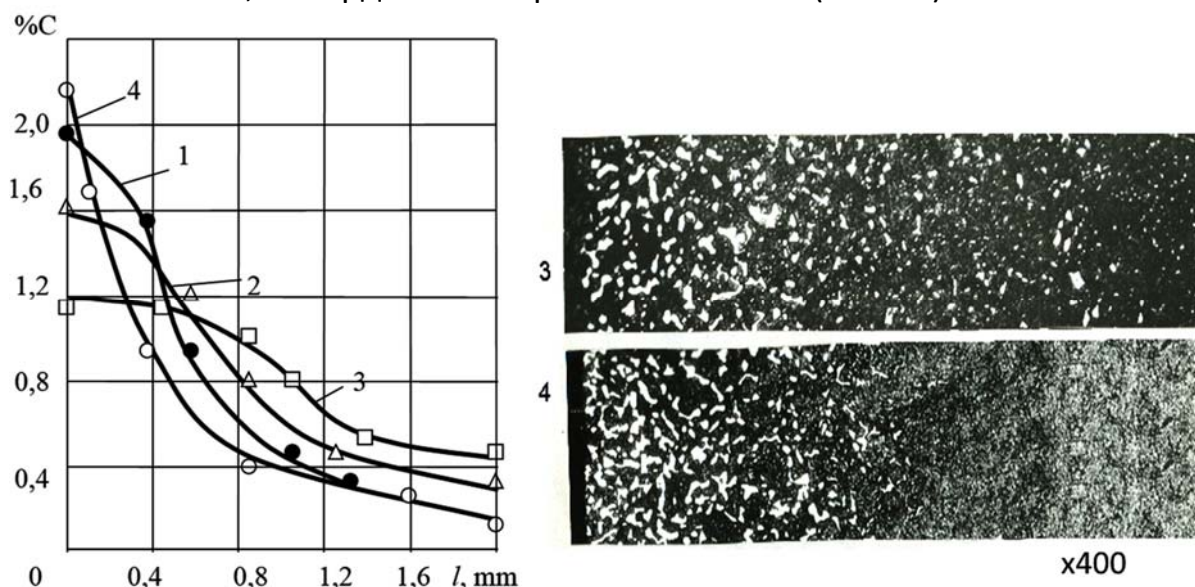


Рисунок 1. – Распределение углерода С по толщине и микроструктура цементованного слоя стали 16ХЗНВФМБ-Ш, после газовой цементации ($t = 940^\circ\text{C}$, общее время $\tau = 10$ ч) с различной продолжительностью второй стадии τ_2 : 1 - 3 ч; 2 - 4 ч; 3 - 5 ч; 4 - 1 ч

Кардинальным решением основных вопросов в области ХТО является применение ионной ХТО: ИЦ или ИНЦ, признанных в Японии, Германии и США наиболее приоритетными процессами формирования несущих диффузионных покрытий. Обработка в плазме тлеющего разряда позволяет не только в несколько раз сократить длительность выдержки и повысить уровень механических свойств, но и достичь при этом принципиально новых эффектов, связанных с возможностью управления фазовым составом и структурой диффузионного слоя. Она обеспечивает равномерное науглероживание за счет точного повторения плазмой тлеющего разряда всех контуров детали и самопроизвольной конвекцией газовой среды, ионизированной разрядом. Исполнительные механизмы установок допускают быстрое изменение по ходу процесса температуры, давления, состава технологической атмосферы и создают условия для проведения различных комбинированных режимов диффузионного насыщения для создания слоя заданной насыщенности.

При однотипных режимах ИЦ и ГЦ, распределение углерода в диффузионном слое (рис. 2), его структура и фазовый состав не отличаются от тех, которые характерны для ГЦ и приведены выше.

Таблица 1. – Контактная выносливость стали 16ХЗНВФМБ-Ш с разной насыщенностью диффузионного слоя после наклепа дробью и отпуска (160-180°C, 2 ч)

№ п/п	Режим ХТО		Объем- ная доля карбидов в слое 0-20 мкм	Твер- дость поверх- ности HRC	Долговечность, $N_{50} \cdot 10^{-6}$ циклов			N_3 / N_1
					без упрочне- ния	после ДО	после ДО и от- пуска	
					N_1	N_2	N_3	
1	ГЦ - 1 стадия		25	63	11	4	32	3
2	ГЦ 2 стадии $t=940^\circ$ $\tau_{\text{общ}}=10\text{ч}$	$\tau_2=3\text{ ч}$	20	63	17	18	40	2,4
		$\tau_2=4\text{ ч}$	15	62	16	24	44	2,7
		$\tau_2=5\text{ ч}$	10	60	8,4	12	24	2,9
3	ИЦ - 1 стадия $t=950^\circ$; $\tau=2,5\text{ ч}$		25	63	12	4	32	2,7
4	ИЦ - 2 стадии $t=950^\circ$ $\tau_1=\tau_2=1,25\text{ ч}$		15	62	16,8	24	48	2,9
5	ИНЦ - 1 стадия $t=950^\circ$; $\tau=2,5\text{ ч}$		20	63-64	18,2	12	50	2,8
6	ИНЦ - 2 стадии $t=950^\circ$ $\tau_1=\tau_2=1,25\text{ ч}$		12	62-63	25	36	58	2,4

Присутствие азота при ИНЦ отражается на фазовом составе и строении избыточных фаз. Наряду с основным карбонитридом $M_3(\text{CN})$, находящимся в смеси с небольшим количеством Cr_7C_3 , в приповерхностном слое формируется мелкодисперсная комплексно-легированная нитридная фаза MN и M_2N на основе нитридов хрома CrN и Cr_2N . Количество нитридной фазы составляет $\sim 3\%$.

При одностадийном режиме ИНЦ формируется диффузионный слой с меньшим пересыщением поверхности углеродом при более пологом его распределении, чем при таком же режиме ИЦ (рис. 3). Это приводит к образованию более протяженной активной карбонитридной зоны с несколько меньшей объемной долей частиц (см. табл. 1). Двухстадийный режим ИНЦ значительно увеличивает эффективную толщину слоя, хотя средние размеры частиц для этих процессов практически одинаковы.

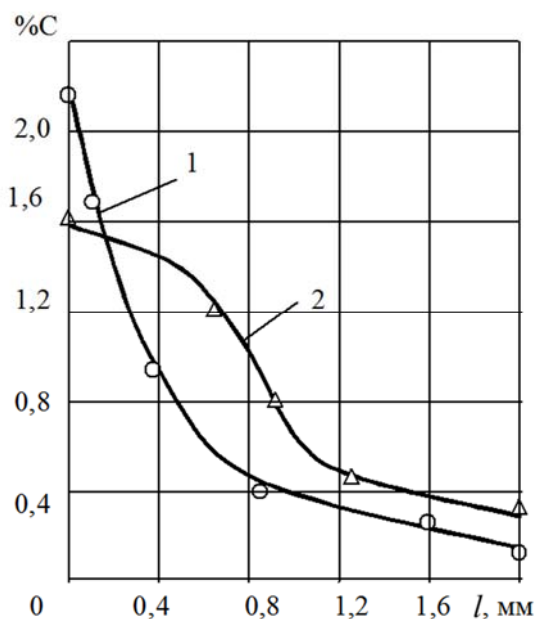


Рисунок 2. – Распределение углерода С по толщине цементованного слоя стали 16Х3НВФМБ-Ш, подвергнутой ионной цементации ($t = 950\text{ }^{\circ}\text{C}$, общее время $\tau = 2,5\text{ ч}$): по одностадийному (1) и двухстадийному ($\tau_1 = \tau_2$) (2) режимам

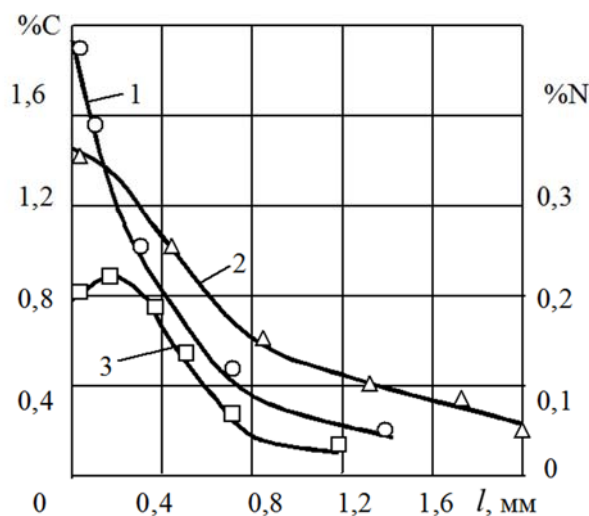


Рисунок 3. – Распределение углерода С (1, 2) и азота N (3) по толщине нитроцементованного слоя стали 16Х3НВФМБ-Ш, подвергнутой ионной нитроцементации ($t = 950\text{ }^{\circ}\text{C}$, общее время $\tau = 2,5\text{ ч}$): по одностадийному (1) и двухстадийному ($\tau_1 = \tau_2$) (2) режимам

Одинаковое структурное состояние стали после равнозначных режимов ГЦ и ИЦ обеспечивает одинаковое изменение структуры и свойств при ДО. Однако, при прочих равных условиях, несколько большая эффективность ИЦ и ИНЦ обусловлена большей равномерностью распределения карбидной фазы в слое, так как при этом уменьшается опасность локализации напряжений в приграничных объемах.

Сформированная при одностадийном режиме ИНЦ активная карбонитридная зона с несколько меньшей объемной долей частиц и мартенситной матрицей, легированной азотом, оказывается более устойчивой к контактными нагрузкам, чем цементованная поверхность.

Технологическая наследственность проявляется у нитроцементованных слоев так же как и у цементованных. После ДО у образцов с большой долей карбонитридной избыточной фазы (после одностадийной ИНЦ) долговечность не повышается, тогда как у образцов с менее развитой избыточной фазой (после двухстадийного режима ИНЦ) после ДО по рациональному режиму долговечность возрастает на 40-50 % (см. табл. 1).

Последеформационный отпуск повышает контактную выносливость сталей, подвергнутых ИЦ и ИНЦ так же как и после ГЦ (см. табл. 1). Его положительное влияние, как отмечалось в работе [3], связано с уменьшением локальных микронапряжений вблизи структурных концентраторов напряжений, а также увеличением степени закрепления дислокаций атомами внедрения. Примесями, блокирующими дислокации при деформационном старении являются в первую очередь атомы углерода (а не азота).

2. Влияние остаточного аустенита цементованного слоя на эффективность ДО. В результате исключения обработки холодом объемная доля и состав карбидной фазы сталей не изменились. Содержание остаточного аустенита на поверхности из-за специфического влияния легирующих элементов изменилось по-разному: у стали 16Х3НВФМБ-Ш увеличилось до ~ 35%, а у стали 20Х3МВФ-Ш - до ~ 15%. Содержание углерода в мартенсите не изменилось. Твердость поверхности несколько уменьшилась и стала для этих сталей соответственно равной 61 HRC и 62 HRC (табл. 2).

Таблица 2. – Контактная выносливость стали 16Х3НВФМБ-Ш в зависимости от наличия или отсутствия обработки холодом после цементации

№	Способ обработки	Твердость поверхности, HRC	Долговечность, $N_{50} \cdot 10^6$ циклов			N_3 / N_1
			Без ДО	После ДО	После ДО и отпуска	
			N_1	N_2	N_3	
1	С обработкой холодом	63	11	4	32	3
2	Без обработки холодом	62	14	24	48	3,4

Электронно-микроскопические исследования показали, что в цементованном слое остаточный аустенит распределен весьма неравномерно и представляет собой либо отдельные микрообласти, либо прослойки между мартенситными кристаллами.

Существенное увеличение доли остаточного аустенита в структуре цементованного слоя стали 16Х3НВФМБ-Ш значительно повысило ее контактную выносливость после ДО, особенно в сочетании ДО с последеформационным отпуском (см. табл. 2).

В стали 20Х3МВФ-Ш, у которой исключение операции обработки холодом почти не увеличило содержание остаточного аустенита, не изменилась и контактная выносливость.

Несмотря на эффективность для контактной выносливости исключения операции обработки холодом, необходимо отметить, что применение такого технологического процесса для зубчатых колес в горнодобывающей промышленности может быть ограничено из-за возможного изменения точности зацепления в условиях эксплуатации при отрицательных температурах. В этом направлении необходимы дальнейшие исследования.

3. Влияние температуры послезакалочного отпуска на свойства цементованного слоя. После трехчасового отпуска при 250, 280, 300, 320 и 350 °C твердость цементованной по одностадийному режиму поверхности была соответственно 63, 62, 61, 61 и 60 HRC, а по двухстадийному - в каждом случае на одну единицу меньше (табл. 3).

Таблица 3. – Контактная выносливость стали 16ХЗНВФМБ-Ш в зависимости от температуры послезакалочного отпуска (3 ч)

№	Температура послезакалочного отпуска, °C	Твердость поверхности, HRC	Долговечность, $N_{50} \cdot 10^{-6}$ циклов			N_3 / N_1
			Без ДО	После ДО	После ДО и отпуска	
			N_1	N_2	N_3	
1	250	62	16	24	44	2,8
2	280	62	18,5	27	48	2,6
3	300	61	7	8	11	1,6
4	320	61	23	34,5	52	2,2
5	350	60	17	25	25	1,5

Повышение пластичности менее пересыщенной мартенситной матрицы при увеличении температуры послезакалочного отпуска несколько повысило долговечность стали 16ХЗНВФМБ-Ш в исходном и деформированном состоянии. Однако из-за одинаково высокой объемной доли карбидной фазы и отсутствия остаточного аустенита, характер кривой изменения долговечности от времени наклепа не зависит от температуры послезакалочного отпуска. С ростом последней лишь уменьшается степень снижения долговечности. Исключение составил послезакалочный отпуск при 300°C, когда долговечность заметно снижается. Возможной причиной служит развитие необратимой отпускной хрупкости у сталей этого типа.

Для стали 16ХЗНВФМБ-Ш доля карбидной фазы имеет преобладающее значение по сравнению с релаксационной способностью самой мартенситной матрицы, регулируемой температурой послезакалочного отпуска. Из таблицы 3 видно, что наилучшие свойства поверхностного слоя теплостойкой стали 16ХЗНВФМБ-Ш формируются при проведении ГЦ по двухстадий-

ному режиму и послезакалочного отпуска при 320°C, $\tau=3$ ч. Снижение долговечности при 350°C очевидно происходит из-за уменьшения общих прочностных характеристик поверхности.

Повышение температуры послезакалочного отпуска приведет и к снижению твердости нецементованных поверхностей. Последнее позволит решить еще одну трудную задачу - улучшить обрабатываемость резанием деталей из сложнообрабатываемых в производственных условиях теплостойких сталей.

Выводы. 1. Эффективность ДО зависит от технологической наследственности, предшествующей ХТО. Для теплостойких сталей ДО становится эффективной, если ГЦ проведена по двухстадийному режиму. Определено оптимальное соотношение длительностей стадий (60% и 40%), при котором контактная выносливость деформационно-упрочненных образцов в 1,5 раза выше, чем при одностадийном процессе насыщения.

2. Предпочтительными являются способы насыщения в тлеющем разряде (ионная цементация и нитроцементация), отличающиеся более равномерным распределением карбидов в слое, возможностью управления процессом насыщения и стабильностью результатов.

3. Существенное увеличение доли остаточного аустенита (до 25%) в поверхностном слое теплостойкой стали 16Х3НВФМБ-Ш, путем исключения операции обработки холодом, в 1,5...2 раза повышает контактную выносливость деформационно упрочненных образцов.

4. Увеличение температуры послезакалочного отпуска способствует повышению свойств. Оптимальным является отпуск при 320°C в течение 3 ч.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарасенко Л.В., Пахомова С.А., Унчикова М.В. Материаловедение. - М.: Инфа-М, 2013 – 267 с.
2. Пахомова С.А. Эффективность деформационного упрочнения теплостойких сталей // Деформация и разрушение металлов. - 2007. - № 1. - С. 17-20.
3. Рыжов Н.М., Фахуртдинов Р.С., Горбалетов Н.В. Управление химическим составом, структурой и свойствами зубчатых колес при ХТО // Вестник машиностроения. - 1985. - № 9. - С. 16-20.

УДК 004.89

МЕТОДИЧЕСКОЕ И АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ «УМНЫЙ ДОМ»

М.О. Яковлева¹, В.А. Углев²

¹магистрант, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», г. Железногорск, Россия, e-mail: msamoshenko@bk.ru

²кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», г. Железногорск, Россия, e-mail: uglev-v@yandex.ru

Аннотация. В работе представлена методика динамического синтеза профиля для управления оборудованием в системе «Умный дом». На примере управления мультимедийной системой показаны принцип составления поля знаний, архитектура базы знаний и её интеграция в ядро управляющей системы в виде продукционной экспертной системы.

Ключевые слова: умный дом, искусственный интеллект, профиль, синтез, методика.

METHODICAL AND ALGORITHMIC SUPPORT OF AN INTELLECTUAL CONTROL SYSTEM “SMART HOME”

Marina Yakovleva¹, Victor Uglev²

¹master student, Federal State Autonomous Educational Institution Higher Education “Siberian Federal University”, Zheleznogorsk, Russia, e-mail: msamoshenko@bk.ru

²Ph.D., associate professor, Federal State Autonomous Educational Institution Higher Education “Siberian Federal University”, Zheleznogorsk, Russia, e-mail: uglev-v@yandex.ru

Abstract. The paper presents a method of dynamic synthesis profile for control of equipment in the system of «smart house». For example, control multimedia system shows the principle of drawing up a field of knowledge, architecture of knowledge base and its integration into the core of the control system in the form of production expert system.

Keywords: smart home, artificial intelligence, profile, synthesis, method.

Введение. Концепция Smart Home («Умный дом», УД) – один из базовых подходов комплексной автоматизации повседневного окружения человека. Главной целью этой концепции является повышение удобства и комфорта [1]. Система управляется УД осуществляется автоматически по профилям жильцов, имеющих индивидуальные настройки и различный при-

ритет, или в «ручном» режиме при помощи пульта. Но профильное управление не может реализовать гибкую подстройку параметров оборудования в УД, не имея собственного интеллектуального модуля [2], создавая риски навредить отдельным категориям граждан, которые ситуационно появляются в контуре управления.

Традиционный подход к управлению УД заключается в настройке профилей, в которых описывается, что должна делать система для каждой конкретной ситуации. Первоначально создается несколько профилей под каждого пользователя (жильца дома), определяющих в каких пределах поддерживать те или иные параметры (температура воздуха, уровень приточной вентиляции, уровень освещенности и т.д.). В процессе эксплуатации каждый пользователь такой системы вынужден вручную перенастраивать свой профиль, а в случае присутствия в одном помещении нескольких жильцов – довольствоваться параметрами микроклимата более приоритетного (доминирующего) профиля [1]. Пока в отдельно взятой комнате находится один человек из числа жильцов или нет уязвимых категорий людей (маленькие дети, беременные женщины, люди с ограниченными возможностями и пр.), такой подход к управлению полностью оправдывает себя. Но он не делает систему управления УД гибкой, когда в присутствии нескольких человек необходимо искать компромисс между комфортом и безопасностью [3].

Цель работы. Опираясь на вышеизложенный материал, была поставлена цель исследования – создание созданию *интеллектуальной системы управления УД*, способной реагировать и принимать адекватные решения в условиях неопределенного стечения обстоятельств, проработав методический и алгоритмический аспекты [4].

Материал и результаты исследований. Методическое и технологическое обеспечение процесса управления настройками системы УД должна опираться на формирование *динамического (ситуационного) профиля* режимов работы активного оборудования. Отметим основные этапы динамического синтеза профиля (настроек оборудования) интеллектуальным ядром системы управления «Умный дом» [5]:

1. Выявление всех присутствующих в помещении людей и их статуса (имеющие профиль или не имеющие его, принадлежащие уязвимым категориям или нет);
2. Инициализация нового профиля, имеющего максимальный приоритет среди присутствующих в помещении людей;
3. Синтез настроек профиля через процедуру разрешения конфликта;
4. Применение настроек для текущего помещения до того момента, пока не произойдет изменение состава присутствующих в помещении.

Для того чтобы реализовать 3 этап нам необходимо использовать специальный подход к принятию решений. Для этого разработаем базу знаний, которая стане основой экспертного управления настройками активного оборудования в составе интеллектуального ядра системы УД. Аспекты, охватываемые базой знаний, предполагают анализ и управление уровнем громкости систем мультимедиа (домашний кинотеатр, усилительные колонки, телевизор и пр.), уровнем освещения (основные и вспомогательные осветительные приборы), температурой системы водоснабжения, активностью точек доступа к электрическим сетям (розетки), интенсивностью отопления, интенсивностью и температурой системы кондиционирования и вентиляции.

Методика формирования знаниевых структур, обеспечивающих логику работы интеллектуального ядра системы УД, предполагает составление поля знаний, его формализации в виде структурированного дерева решений, и затем выявления набора правил логических обобщений [6]. Имея подобные структуры формируется решатель (ядро принятия решений), обеспечивающий алгоритмическую отработку ситуационного обхода дерева решений. Проиллюстрируем фрагмент поля знаний экспертной системы, отвечающий за управление уровнем громкости систем мультимедиа, выделив три уровня обобщения:

1. Первый уровень – категоризация входных данных, определяющих ситуацию выбора настроек мультимедийной системы.
2. Второй уровень – обобщение исходных данных, в форме набора гипотез.
3. Третий уровень – вывод характера управляющего воздействия на мультимедийную систему.

Представим дерево принятия решений в виде графа (рисунок 1), детализировав каждый уровень дерева принятия решений по составу.

На первом уровне будет шесть вершин: «Тип комнаты», «Текущее значение уровня громкости мультимедийной системы», «Предпочтительный уровень громкости приоритетного (хозяйского) профиля», «Наличие в комнате ребенка», «Наличие в комнате беременной женщины» и «Наличие в комнате пожилого человека или человека с ограниченными возможностями».

Детализируем первый уровень. Первой вершиной является «Тип комнаты». Данная вершина может принимать следующие значения: «Кухня»; «Спальня»; «Санузел»; «Гостиная и прочие». Вторая вершина – «Текущее значение уровня громкости мультимедийной системы», которая отражает количественное значение текущей настройки уровня громкости для

системы мультимедиа, которое после фазификации [7] примет одно из следующих состояний: «Тихо»; «Средняя громкость»; «Громко»; «Очень громко». Следующая вершина – «Предпочтительный уровень громкости приоритетного (хозяйского) профиля», принимающее одно из следующих значений: «Тихо»; «Средняя громкость»; «Громко»; «Очень громко». Вершины «Наличие в комнате ребенка/беременной женщины/ пожилого человека или человека с ограниченными возможностями» являются дискретными и относятся исключительно к гостям (тем, кто не имеет настроенного профиля в системе УД).

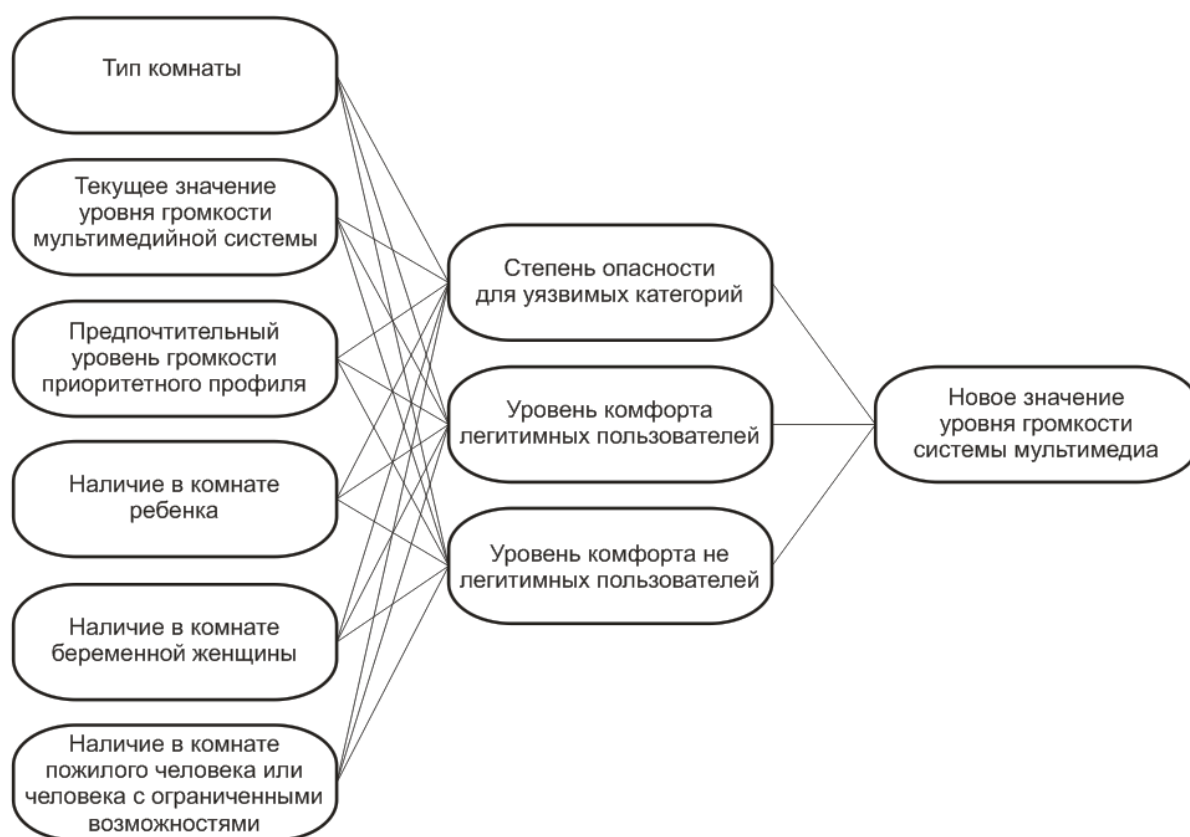


Рис. 1 – Поле знаний для управления уровнем громкости системы мультимедиа в УД

На втором уровне обобщения будут проверяться следующие гипотезы: «Степень опасности для уязвимых категорий», «Уровень комфорта легитимных пользователей» и «Уровень комфорта нелегитимных пользователей». Вершина «Степень опасности для уязвимых категорий» (возможность нанести вред), представлена следующими состояниями: «Не опасно»; «Незначительный»; «Существенный». Следующая вершина – «Уровень комфорта легитимных пользователей» принимает следующие значения: «Соответствует ожиданиям»; «Не соответствует ожиданиям». А вершина «Уровень комфорта нелегитимных пользователей» может принимать значения: «Не учитывается»; «Приемлем»; «Не приемлем».

На третьем уровне (уровне выводов) будет одна вершина – это «Новое значение уровня громкости системы мультимедиа», который имеет следующие значения: «Оставить громкость на текущем уровне»; «Понизить уровень громкости до границы безопасности»; «Повысить громкость до границы комфорта».

Из рисунка 1 видно, при сочетании каких вершин первого уровня получается каждая из вершин второго уровня. А совокупность всех вершин второго уровня определяет значение единственной вершины третьего уровня. Построенное поле знаний представлено в виде коллекции продукционных правил экспертной системы. В качестве оболочки формирования экспертной системы используется программа FLM_Builder (рисунок 2) [8], а в качестве модуля интеграции с ядром управления системой УД – динамически подключаемую библиотеку FLM_Integrator [9].

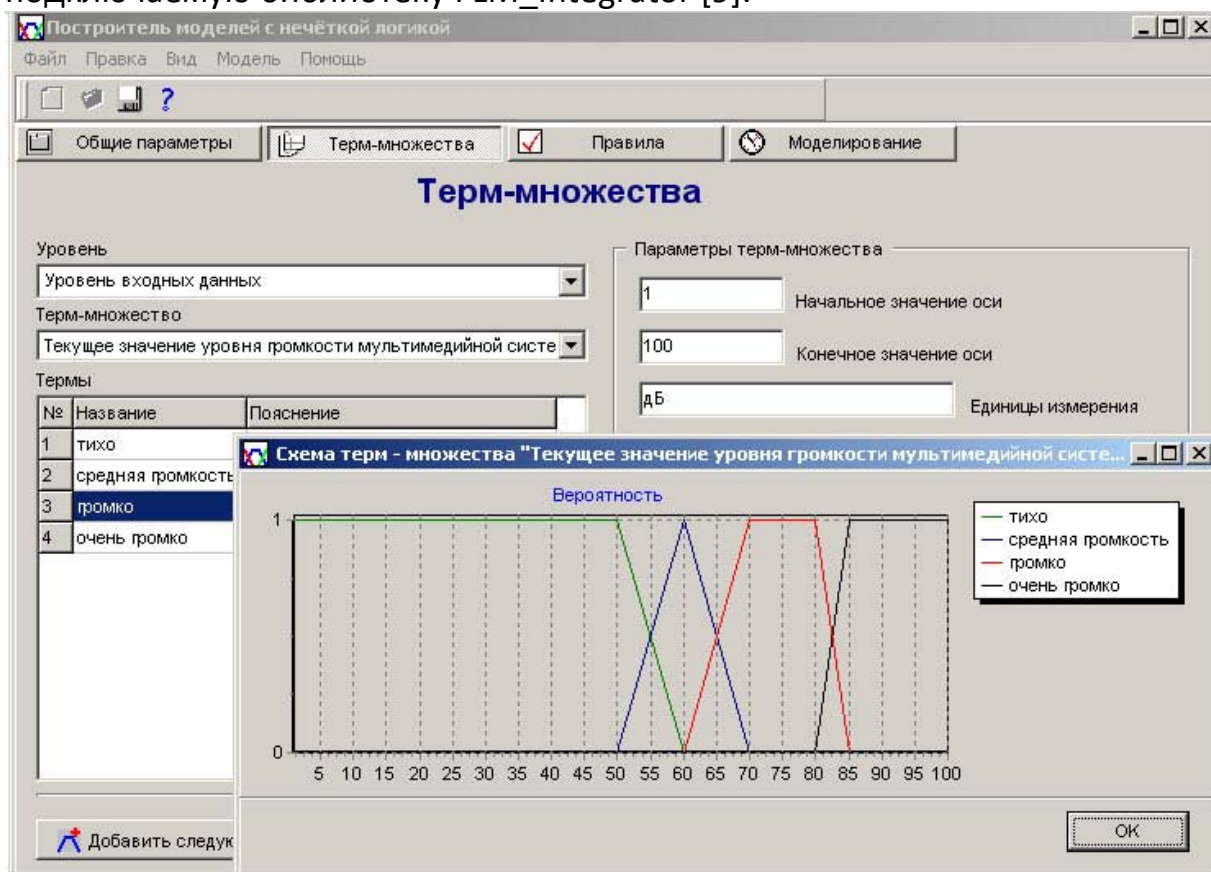


Рис. 2 – Модель экспертной системы для аспекта управления уровнем громкости систем мультимедиа в FLM_Builder

Для проверки адекватности работы интеллектуального ядра системы управления УД, осуществляющего динамический синтез компромиссного профиля, был разработан программный имитатор, а так же методика оценки уровня удовлетворенности и безопасности легитимных пользовате-

лей (хозяев) и гостей. На данном этапе исследования проводится серия экспериментов, направленных как на подтверждение результативности алгоритмов динамического синтеза компромиссного профиля, так и на уточнение содержимого базы знаний.

Выводы. В заключении следует ещё раз подчеркнуть, что технология умный дом – это не только комфорт и экономия, но и безопасность [4]. Поэтому методика создания систем управления и их алгоритмическое обеспечение должны быть качественно проработаны и оттестированы. Технологии smart будут соответствовать их позиционированию в качестве умных только тогда, когда будут выполнены следующие требования:

- база знаний управляющего модуля УД объединит статические профили легитимных пользователей (хозяев) и гостевые (абстрактные);
- ядро управляющей системы УД будет эффективно описывать обстановку каждого помещения, опираясь на компактную базу знаний (например, в виде коллекции продукционных правил или весомой онтологии);
- упор в выборе настроек оборудования УД будет сделан на безопасность наиболее уязвимых категорий граждан.

Очевидно, что в подобных системах «Умный дом» должны быть развиты средства идентификации и аутентификации людей, включая анализ визуального образа с помощью систем технического зрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Харке В. Умный дом. Объединение в сеть бытовой техники и систем коммуникаций в жилом помещении / В. Харке. – М.: Техносфера, 2006. – 288 с.
2. Углев В.А. Автоматизация на базе концепции «Умный дом»: проблемы интеллектуализации / В.А. Углев // Робототехника и искусственный интеллект: Материалы III международной научной конференции. – Красноярск: Центр информации, 2012. – С. 40-44.
3. Углев В.А. К вопросу описания профилей работы оборудования при реализации концепции автоматизации «Умный дом» / В.А. Углев // Интеллект и наука: Материалы XII Международной научно-практической конференции. – Красноярск: Центр информации, 2012. – С. 86-87.
4. Углев В.А. Smart Home: текущее состояние в РФ и перспективные направления исследований / В.А. Углев // Робототехника и искусственный интеллект: Материалы IV Международной научно-технической конференции. – Железногорск: СФУ, 2012. – С. 88-91.
5. Яковлева М.О. Динамический синтез профиля работы системы «Умный дом» / М.О. Яковлева, В.А. Углев // Перспективные методы и средства интеллектуальных систем // Материалы всероссийского научно-практического семинара и школы молодых ученых. – Новосибирск: НГТУ, 2015. – С. 48-49.
6. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.

7. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде. – М.: Мир, 1976. – 168 с.

8. Углев В.А. Разработка экспертных систем с применением внешних модулей / В.А. Углев, Б.С. Добронез // Молодёжь и наука: начало XXI века: Материалы Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных: В 3 ч. Ч. 1. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. – С. 305-306.

9. Углев В.А., Измайлов В.А. Динамически подключаемая библиотека "FLM_Integrator". – М.: Роспатент, 2012. – №2012613119 от 30.03.2012.

УДК 662.7

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ГАЗОПОДІБНИХ ПАЛИВ ДЛЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

В.В. Слободчиков¹, М.М. Балака², М.В. Педоряка³

¹завідувач денним відділенням «Механізація та інформаційні технології», викладач, Миколаївський будівельний коледж Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Миколаїв, Україна, e-mail: xair@ukr.net

²асистент кафедри будівельних машин, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, e-mail: maxim.balaka@gmail.com

³студентка групи ПНМ-31, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, e-mail: marinabgan@bigmir.net

Анотація. В роботі проаналізовано можливість застосування газоподібних палив в якості альтернативних моторних палив. Проведено порівняння фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей традиційних нафтових і газоподібних моторних палив.

Ключові слова: газоподібне паливо, газ, двигун внутрішнього згорання.

THE APPLICATION FEATURES OF GASEOUS FUELS FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Vitaly Slobodchikov¹, Maxim Balaka², Marina Pedoryaka³

¹Head of Mechanization and Information Technology Day Department, Lecturer, Mykolaiv Building College of Kyiv National University of Construction and Architecture, Mykolaiv, Ukraine, e-mail: xair@ukr.net

²Assistant of Building Machinery Department, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: maxim.balaka@gmail.com

³Student of group PNM-31, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: marinabgan@bigmir.net

Abstract. The possibility use of gaseous fuels as an alternative motor fuels are analyzed in the paper. A comparison of traditional oil and gaseous motor fuels on the basic of physico-chemical and performance properties is carried.

Keywords: gaseous fuel, gas, internal combustion engine.

Вступ. Останнім часом спостерігається тенденція до зменшення ролі нафти та нафтопродуктів у світовій економіці, яка пояснюється зниженням темпів видобутку розвіданих запасів нафти, помітному скороченні інвестицій у геологорозвідувальні роботи і підвищенні цін на нафту та нафтові палива. Це створює передумови для застосування альтернативних моторних палив, які відповідатимуть високим вимогам експлуатаційних показників і вирішуватимуть екологічну проблему транспортної енергетики [1].

Мета роботи. Проаналізувати можливість застосування газоподібних палив у двигунах внутрішнього згоряння та провести їх класифікацію. Розглянути види газоподібних палив, які використовуються в якості альтернативного моторного палива, з подальшим їх аналізом та порівнянням з традиційними нафтовими паливами для автомобільних двигунів.

Матеріал та результати досліджень. Вуглеводні з кількістю атомів карбону менше п'яти, що входять до складу природних і промислових газів за нормальної температури та тиску, є газоподібними паливами (ГП). Вперше газ як паливо для двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) запропонував у 1801 р. Ф. Лебон та перші поршневі ДВЗ – двигуни Ж. Ленуара (1861 р.), а також Н. Отто і Е. Лангена (1867 р.) функціонували на ГП.

Перевагами газоподібних моторних палив є:

- наявність значних тільки природних ресурсів, простота їх видобутку і транспортування по трубопроводах;
- можливість застосування додаткового енергоносія, що сприяє збереженню для хімічної промисловості нафти як цінної хімічної сировини;
- висока теплова цінність більшості газоподібних палив;
- легкість подачі, дозування і змішування з повітрям;
- висока детонаційна тривкість;
- повне згоряння з невеликим надлишком повітря без виділення кіптяви, смол і утворення корозійно-активних сполук сульфуру;
- відсутність шкідливого впливу на моторну оливу;
- зменшення зношування деталей ДВЗ;
- низька емісія токсичних компонентів у відпрацьованих газах в порівнянні з традиційними нафтовими моторними паливами.

До недоліків газоподібних палив слід віднести:

- високу вибухонебезпечність;
- отруйність ряду ГП (світільний, генераторний і доменний газу).

Загальна класифікація ГП передбачає розподіл за питомою теплотою згоряння, походженням і агрегатним станом в паливних баках транспорту.

Усі види ГП за об'ємною енергоємністю Q поділяють на три групи [2]:

- низькокалорійні (генераторний, доменний, рудний) до 10^5 кДж/м³;

- середньокалорійні (водяний, світільний, коксовий) від 10^5 до $2 \cdot 10^5$ кДж/м³;

- висококалорійні (природні з газових та газоконденсатних родовищ, нафтові або супутні, що добуті безпосередньо з нафтою з свердловин, а також промислові як продукти переробки нафти на нафтопереробному заводі або її продуктів на нафтохімічних комбінатах) більше $2 \cdot 10^5$ кДж/м³.

Розглянемо тільки висококалорійні гази – природні та нафтові (супутні та промислові), які використовуються в якості моторного палива.

Фізико-хімічні та експлуатаційні властивості нафтовим моторних палив (НМП) і палив з природного газу [3] наведено в таблиці 1.

Порівняння нафтового бензину, метану і пропан-бутану за вмістом токсичних речовин у відпрацьованих газах за критерієм інтегральної екологічної небезпеки [3] наведено в таблиці 2.

Експерти фірми «British Gas» виконали оцінку економічного збитку (ф.ст./км пробігу) з урахуванням екологічних властивостей деяких моторних палив, який складає: для бензину нафтового – 0,01, для дизпалива нафтового – 0,026 і для природного газу – менше 0,002. Значним фактором з розширення застосування природного газу є цінова політика, тобто державне зниження податків на газоподібне паливо порівняно з нафтовим.

Таблица 1 – Фізико-хімічні та експлуатаційні властивості НМП і палив з природного газу

Показник	Нафтові моторні палива		Палива з природного газу	
	бензин	дизпаливо марки Л	КПГ*	СНГ**
Октанове число (дослідне)	80...98	—	100...110	90...110
Цетанове число	—	40...45	—	18...22
Масова енергоемність, МДж/кг	41...44	42...43	49...50	45...46
Питома теплоємність при 20 °С, Дж/кг·град	2,0...2,1	2,9	2,2	1,65
Стехіометрична потреба повітря в процесі згоряння, кг/кг	14...15	14,0... 14,5	17,0...17,5	15,0
Температура (°С) при 0,1013 МПа: застигання (кристалізації) кипіння спалахнення самозаймання	нижче –60	не вище –10	–182	–187
	35...215	160...360	–162	–42
	нижче 0	нижче 40	—	—
	350...400	230...300	650...700	550...600
Відношення С/Н	5,5	6,5	3,0	4,5
Густина при 20 °С, кг/м ³	700...760	810...870	150 при 2 МПа	550 при 2 МПа
Коефіцієнт заміності по відношенню до бензину	1,0	0,75	0,84	0,94
*Компримований природний газ; ** Скраплений нафтовий газ				

Таблиця 2 – Інтегральна екологічна небезпека (ІЕН) моторних палив

Компонент відпрацьованих газів	Коефіцієнт екологі- чної небезпеки	Викид в атмосферу (г/кВт-год) при використанні					
		бензину нафтового		метану		пропан-бутану	
		викид	ІЕН, від.од.	викид	ІЕН, від.од.	викид	ІЕН, від.од.
Карбон (II) оксид	1	10	10	1,5	1,5	2	2
Вуглеводні (без метану)	2	2	4	0,2	0,4	1,5	3
Оксиди нітрогену	70	2	140	1	70	1,6	112
Бензапірен	$3 \cdot 10^6$	0,03	$9 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^{-4}$	900	$3 \cdot 10^{-4}$	900
Оксиди плумбуму	10^4	0,1	100	—	—	—	—
Сума ІЕН, від.од.			90254		972		1017

Компримований (стиснений) природний газ (CNG – Compressed Natural Gas) сьогодні є одним з альтернативних моторних палив, який застосовується в ДВЗ. Поряд з високою масовою енергоемністю (див. табл. 1), низьким вмістом токсичних речовин у продуктах згоряння (див. табл. 2) та високою детонаційною тривкістю, що пом'якшує роботу двигуна і дає змогу форсувати його за ступенем стиску, до позитивних факторів використання компримованого природного газу (КПГ) можна віднести [4]:

- підвищення на 35...40 % моторесурсу двигуна порівняно з бензиновими ДВЗ;
- збільшення у 2...3 рази терміну використання моторної оливи і на 30...40 % терміну служби свічок запалювання.

Але поряд з перевагами цей вид палива має суттєві недоліки [3, 4]:

- підвищення вартості машини (за наявності газобалонної апаратури) в середньому на 27 %;
- зниження потужності ДВЗ на 18...20 % за рахунок зменшення енергоемності паливоповітряної суміші і коефіцієнта наповнення циліндрів у порівнянні зі скрапленими природним і нафтовим газами;
- збільшення тривалості розгону на 24...30 % і зниження максимальної швидкості на 5...6 % за рахунок погіршення тягово-динамічних властивостей транспортного засобу;
- зменшення вантажопідйомності машини на 9...14 % за рахунок значної маси (до 90 кг) балонів високого тиску (до 20 МПа) об'ємом 50 л;
- необхідності ретельного очищення КПГ від вологи (для запобігання замерзання апаратури при дроселюванні газу), та від ціану (CN)₂ (для запобігання руйнування стінок балонів від міжкристалічної корозії);
- збільшення на 7...8 % трудомісткості техобслуговування та ремонту.

Але з урахуванням того, що питома вартість витраченого палива різко знижується, транспорт, який працює на КПГ, все-таки більш економічний.

Нижче наведено різноманітні можливості пристосування сучасних ДВЗ для живлення їх компримованим природним газом .

- Модернізація, завдяки введенню нових елементів, належить до модифікації існуючих двигунів, яка проводиться шляхом зміни або введення нових елементів, що створюють можливість використання в якості палива КПГ. Виробник транспортного засобу не дає гарантії на такі двигуни.
- Нові двигуни – це стосується двигунів, вироблених на заводі та фабрично пристосованих до живлення КПГ.
- Спеціальні двигуни, пристосовані виключно для живлення КПГ (модернізовані або нові двигуни).
- Двопаливні двигуни з відкритою системою керування – стосується винятково конверсії дизельних двигунів. У цих двигунах збережена існуюча паливна система і додана паливна система КПГ. Застосовується два палива та їх взаємні пропорції змінюються в залежності від навантаження двигуна. 100 % споживання дизпалива, але неможливе 100 % споживання КПГ.
- Двопаливні двигуни з замкнутою системою керування – модифікація двигуна, що живиться двома паливами, причому об'ємна частка дизпалива невелика і обмежується джерелом запалення для КПГ. Двигун, що живиться винятково дизпаливом, може працювати на холостому ходу, але не може досягти повної потужності.
- Двигуни, які працюють на двох паливах, належать до двигунів, що можуть заправлятися по черзі бензином і КПГ, але ніколи двома паливами одночасно. Вибір палива здійснюється за допомогою механічного або автоматичного перемикача.

Для роботи на КПГ пристосовані автомобілі марок ЗИЛ-138А, ГАЗ-52-27, КамАЗ-53208...КамАЗ-53218, автомобілі-самоскиди ЗИЛ-ММЗ-54054, автомобілі-фургони ГЗСА-37042 (для перевезення хліба), ГЗСА-8991В (для перевезення промислових товарів), ГЗСА-893Б (для перевезення меблів), машини міського комунального господарства, автобуси ЛиАЗ-677Г, ЛиАЗ-695П, ЛАЗ-695НГ тощо [4]. Автомобільні газонаповнюючі компресорні станції рентабельні (АГНКС) при об'ємах реалізації КПГ 7...8 млн.м³/рік [3].

Скrapлений природний газ (LNG – Liquefied Natural Gas). Особливістю використання СПГ є дуже низька температура його кипіння – мінус 162 °С, що створює певні складності під час його добування і зберігання. Однак нині розроблені установки для отримання СПГ з використанням технології виробництва рідких водню та кисню для ракетної техніки, які можуть бути розташовані на АГНКС і газоредукуючих станціях (ГРС); продуктивність цих установок забезпечує отримання 400...1000 кг СПГ за годину [3].

Для збереження на борту транспортного засобу будь-якого скрапленого газу необхідна установка спеціальних криогенних ізотермічних балонів,

які мають подвійну оболонку – внутрішню з легованої сталі, а зовнішню – з вуглецевої сталі, простір між якими вакуумований або заповнений теплоізоляційним матеріалом. Внутрішня оболонка вкрита декількома шарами тепловіддзеркалювальної фольги. Така конструкція балона дозволяє зберігати скраплений газ протягом 5 діб практично без втрат, однак значно збільшує вартість балону в порівнянні зі звичайними балонами для КПГ.

Скраплення природного газу дозволяє зменшити його об'єм в 600 разів, масу й об'єм балону для зберігання – в 3...4 та 1,5...2 рази відповідно.

Порівняння паливних систем і основних характеристик на прикладі автомобіля ЗИЛ-138А при використанні різних моторних палив [3] наведено відповідно в таблицях 3 і 4.

Таблиця 3 – Порівняння паливних систем автомобіля ЗИЛ-138А

Показник	КПГ	СПГ	Відношення КПГ/СПГ
Запас газу, кг	75	75	1
Місткість балонів, л	400	175	2,28
Робочий тиск, МПа	20	0,15	130
Кількість балонів	8	1	8
Маса балонів, кг	740	85	8,71
Об'єм простору, який необхідний для розташування балонів, м ³	1,4	0,6	2,33
Питома металоемність балонів, кг/кг газу	9,86	1,13	8,73

Таблиця 4 – Основні характеристики автомобіля ЗИЛ-138А при використанні різних моторних палив

Показник	Бензин нафтовий	КПГ	СПГ
Надлишковий тиск у балоні, МПа (max)	0,03	20	0,5
Об'єм балону на $4 \cdot 10^4$ кДж, л	1,30	6,20	1,95
Корисна вантажопідйомність, кг	6000	5500	6000
Маса автомобіля при повному заправленні, кг	4300	4900	4450
Викид карбон (II) оксиду в атмосферу, кг/рік	1200	400	400

Порівняння техніко-економічних показників КПГ і СПГ:

- енергоемність їх виробництва приблизно однакова;
- при широкомасштабному виробництві питомі капіталовкладення на СПГ нижчі на 20...30 %, собівартість в розрахунку на 1000 м³ газу нижче на 20...40 %, а питомі приведені витрати на виробництво, доставку і розподіл нижчі на 10...30 % у порівнянні з КПГ.

За умов розробки високонадійних криогенних балонів і газодизельних двигунів з турбонадувом СПГ може стати перспективним паливом для важковантажних автомобілів (наприклад тягач Mack CH/LNG, який працює на СПГ, є самим «чистим» вантажним автомобілем в США [3]). Це дозволить щорічно замінити декілька млн. тон дизельного палива.

Скrapлений нафтовий газ (LPG – *Liquefied Petroleum Gas*). Основними компонентами СНГ є пропан (C_3H_8) та бутан (C_4H_{10}), вміст яких в пропан-бутані залежить від його призначення та марки.

Критична температура пропану дорівнює $97\text{ }^{\circ}\text{C}$, а бутану – $126\text{ }^{\circ}\text{C}$; при тиску відповідно 0,716 та 0,103 МПа і температурі нижчій від критичних ці вуглеводні легко скраплюються до бензоподібної рідини (густина СНГ становить – близько 600 кг/м^3). Октанові числа пропану і бутану дорівнюють відповідно 105 і 94, що забезпечує форсування двигунів вантажних автомобілів зі ступенем стиску до 8,5...9,0 і дає змогу збільшити їх потужність.

Джерелами виробництва скрапленого нафтового газу є:

- переробка на газопереробному заводі природного газу газових та газоконденсатних родовищ, а також супутніх газів нафтових родовищ;
- різні процеси переробки нафти на нафтопереробних заводах;
- різні процеси органічного синтезу, які реалізовані на нафтопереробних заводах і нафтохімічних комбінатах.

Для автомобільного транспорту в країнах СНД за ГОСТ 27578-78 виробляється дві марки СНГ: ПА – пропан автомобільний (застосовується взимку при температурах повітря від -20 до $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$) та ПБА – пропан-бутан автомобільний (використовують в усіх кліматичних зонах при температурі повітря не нижче $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Приміром у Польщі СНГ для транспортних засобів містять влітку 40 % мас. пропану і 60 % мас. бутану, а взимку ця пропорція протилежна [4]. Це пов'язано з тим, що тиск насиченої пари бутану при $37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ дорівнює 0,26 МПа, а пропану – 1,2 МПа, що впливає на здатність переходу цих складових СНГ у газоподібний стан.

Для виявлення можливого витіку СНГ він повинен мати характерний запах одоранту, оскільки не всі гази мають запах і колір, через що виявити їх витікання із паливної системи буває важко. Концентрація одоранту у повітрі в кількості 20 % від нижньої межі завогнення повинна чітко розпізнаватися. Як одорант до СНГ найчастіше використовують етилмеркаптан, що має температуру кипіння $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ і різкий неприємний запах; його відчують при концентрації в повітрі $1,9 \cdot 10^{-4}\text{ г/м}^3$ [5].

Експлуатаційні якості автомобілів, двигуни яких працюють на СНГ (порівняно з бензином) оцінюють таким чином [4]:

- при правильному регулюванні й нормальному режимі роботи системи подачі СНГ знижується токсичність відпрацьованих газів, а саме за карбон оксидами (CO_x) в 3...4 рази, за нітроген оксидами (NO_x) в 1,2...2,0 рази, а неспаленими вуглеводнями (C_xH_y) в 1,2...1,4 рази і більше;
- за рахунок високого октанового числа СНГ можливо підвищити ступінь стиску ДВЗ і відповідно його потужність і паливну економічність (у протилежному випадку ДВЗ, які працюють на СНГ знижують потужність на міжміських магістралях на 7...15 % та збільшують об'ємну витрату палива на 15...20 % за рахунок більш низької густини палива);

- термін заміни моторної оливи збільшується в 2,0...2,5 рази;
- трудомісткість техобслуговування і ремонту зростає на 3...5 %, але їх витрати покриваються збільшенням міжремонтного пробігу в 1,2...1,4 рази.

На сьогодні промисловість країн СНД випускає газобалонні автомобілі для роботи на СНГ двох типів:

- зі спеціальними двигунами, розрахованими для роботи на газу з резервною системою живлення для термінової роботи на бензині (ЗИЛ-138, ЗИЛ-138В, ЛиАЗ-45023, ЛиАЗ-677Г, ГАЗ-53-07, ЛАЗ-695П);
- з універсальними двигунами, що допускають тривалу роботу як на бензині, так і на газу (ГАЗ-52-07, ГАЗ-52-08, ГАЗ-24-07).

Незважаючи на високі експлуатаційні властивості СНГ та їх екологічну ефективність частка автомобілів за кордоном, яка працює на СНГ невелика та складає: в Німеччині – 0,03 %, США – 0,25 %, Японії – 0,70 %, Бельгії – 1,73 %, Франції – 0,23 %, Данії – 2,20 % і Нідерландах – 7,50 % [3].

Висновки. Альтернативні моторні палива на сьогодні – це ефективні заміники традиційних нафтових палив, застосування яких дозволяє поліпшити екологічні та експлуатаційні властивості автомобільного транспорту. Однак, використання газоподібних палив у двигунах внутрішнього згоряння, зокрема компримованого і стиснутого природного газів та стисненого нафтового газу, вимагають модернізації конструкції двигуна, переобладнання машини і суворого дотримання правил техніки безпеки. Водночас важелем розширення застосування газоподібного палива порівняно з традиційним нафтовим моторним паливом є державна цінова політика.

ЛІТЕРАТУРА

1. Слободчиков В. В. Моторні палива з альтернативних енергетичних ресурсів / В. В. Слободчиков, М. М. Балака // Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2015 : материалы Международ. науч.-практ. конф., 21–22 мая 2015 г. – Д. : НГУ, 2015. – С. 250–254.
2. Тереньев Г. А. Моторные топлива из альтернативных сырьевых ресурсов / Г. А. Тереньев, В. М. Тюков, Ф. В. Смаль. – М. : Химия, 1989. – 272 с.
3. Емельянов В. Е. Альтернативные экологически чистые виды топлива для автомобилей. Свойства, разновидности, применение / В. Е. Емельянов, И. Ф. Крылов. – М. : Астрель, АСТ, 2004. – 128 с.
4. Полянський С. К. Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельно-дорожніх машин / С. К. Полянський, В. М. Коваленко. – К. : Либідь, 2005. – 504 с.
5. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение : [справочник] / [И. Г. Анисимов, К. М. Бадаштова, С. А. Бнатов и др.] ; под ред. В. М. Школьников. – [2-е изд.]. – М. : Техинформ, 1999. – 596 с.

УДК 004.438

СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО САЙТА ПО ПОДГОТОВКЕ К ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ

Р.И. Абдуллина¹

¹студент факультета «Математики и информационных технологий», группа АИС-41, Стерлитамакский филиал «Башкирский государственный университет», г. Стерлитамак, Россия, e-mail: andakm@rambler.ru

Аннотация. В работе рассматривается процесс создания информационного сайта для выпускников сдающих ЕГЭ с Web-интерфейсом. Рассматриваются стадии разработки проекта сайта на основе системы управления содержимым Joomla!. Подробно рассматриваются возможности Joomla!.

Ключевые слова: сайт, Web-интерфейс, Joomla!

CREATION OF INFORMATION SITE PREPARATIONS FOR USE IN MATHEMATICS

Rufina Abdullina¹

¹student of the Faculty "Mathematics and Information Technologies", group of AIS-41, Sterlitamak Branch "Bashkir State University", Sterlitamak, Russia, e-mail: andakm@rambler.ru

Abstract. The paper deals with the process of creating an information website for the graduates who give the exam Web-based. Consider the stage of development of the site of the project on the basis of the content management system Joomla!. More possibilities rassmatrivayustya Joomla!.

Keywords: site, Web-interface, Joomla!

Введение. В двадцать первом веке, с развитием информационных технологий, появились средства, без которых мы, казалось бы, уже не можем обходиться. Интернет – одно из таких средств. Это не просто система поиска информации. Интернет сегодня – это среда для ведения нового бизнеса, в условиях рыночной экономики и жесткой конкурентной борьбы, имеющая свою специфику, но подчиняющаяся общим законам бизнеса.

В глобальной сети Интернет любой комплексный веб-ресурс превращается в разработку, стоящую на стыке таких областей, как дизайн, технология баз данных, скриптовое программирование, системное и техническое администрирование.

Для создания сайтов в домашних условиях достаточно использовать популярные программы например как Adobe Dreamweaver или конструктор сайта Joomla. CMS Joomla включает в себя различные инструменты для разработки веб-сайта.[1].

В условиях стрессовых ситуаций при подготовке школьников к выпускным итоговым экзаменам, важным является понятная и наглядно доступная практическая реализация подобных заданий ЕГЭ и ОГЭ. Сегодня информация, размещенная в Интернет, доступна, удобна и востребована большинством пользователей. В связи с этим, разработка значимого содержания сайта с видеокурсом подготовки к выпускным экзаменам становится актуальной.

Цель работы. Предметом исследования является процесс создания информационного сайта для выпускников сдающих ЕГЭ с Web-интерфейсом.

Для достижения поставленной цели предстоит решить ряд задач:

- сбор информации о подготовке к выпускным экзаменам;
- анализ полученной информации;
- выбрать программные средства для разработки сайта;
- разработать проект сайта на основе системы управления содержанием Joomla!;
- заполнить информацией разработанную структуру сайта;
- тестирование созданного сайта.

Материал и результаты исследований. Joomla! – это Система Управления Содержимым или CMS. Название Joomla! является фонетической транскрипцией слова Jumla! из языка Суахили, что означает «все вместе» или «единое целое». Оно было выбрано, поскольку разработчики оказались единодушны в желании защитить интересы создателей и сообщества, которое и является истинной причиной успеха проекта [2].

Это название было выбрано среди тысяч предложенных сообществом, и в добавок прошло серьезную проверку профессионалами брендинга и маркетинга, которые также решили, что Joomla! – это лучший выбор.

Главное отличие Joomla! от других систем – это стремление разработчиков сохранить управление настолько простым, насколько это возможно, в то же время обеспечивая максимальную функциональность. В итоге, не имея специального образования, можно полностью контролировать свои сайты, вместо того чтобы платить чрезмерно большие суммы денег за закрытое, являющееся чьей-то собственностью программное обеспечение.

Joomla! – это больше, чем просто программа, это люди. Сообщество Joomla! включает в себя программистов, дизайнеров, системных администраторов, переводчиков, технических писателей, и что самое важное, конечных пользователей.

Joomla! очень сильно отличается от обычных порталных систем. Для начала, она не сложна. Joomla! была разработана для широкой публики.

Она распространяется по лицензии GNU/GPL, легка в установке и управлении, и очень надежна. Joomla! не требует от пользователя или администратора системы знаний HTML для управления и работы с ней.

Возможности Joomla!:

- полное управление компонентами базы данных и сайта;
- разделы новостей, товаров или сервисов полностью доступны для управления и редактирования;
- темы разделов могут быть добавлены при сотрудничестве авторов;
- полная настройка расположения блоков, включая левые, правые и центральные блоки меню;
- загрузка изображений браузером в свою собственную библиотеку, для использования на сайте;
- динамические модули форумов, опросов, голосований с показом результатов;
- совместимость с Linux, FreeBSD, MacOSX server, Solaris и AIX;
- изменение порядка объектов, включая новости, часто задаваемые вопросы, статьи и т. д.;
- генератор важных новостей сайта;
- возможность отправки авторами новостей, статей, FAQ и ссылок;
- иерархия объектов – возможно создание разделов, категорий и страниц в желаемом порядке;
- библиотека изображений – возможность хранения своих документов в форматах PNG, PDF, DOC, XLS, GIF и JPEG прямо на сайте для облегчения дальнейшего использования;
- автоматическое исправление путей. Вставьте изображение и дайте Joomla! исправить ссылку;
- менеджер новостных лент. Выберите интересные новости из множества различных служб со всего света;
- менеджер архива. Можно поместить старые новости и статьи в архив, не удаляя их с сайта;
- каждый материал сайта можно «Отправить по почте другу» или «Распечатать»;
- встроенный текстовый редактор, похожий на Word Pad;
- возможность настраивать доступ пользователей к определенным функциям;
- создание опросов и голосований как для отдельных страниц, так и для всего сайта;
- модули персональных страниц – возможность «оживить» свой сайт;

- менеджер шаблонов. Возможность скачать шаблоны и установить их на сайт за несколько секунд;
- возможность предварительного просмотра материалов перед публикацией;
- система управления баннерами.

При решении поставленных задач в процессе работы были использованы методы анализа тренировочных вариантов и создания подробно разобранных видеоуроков.

Структура сайта должна быть понятной, не содержать логических противоречий, позволять посетителю сайта легко найти всю опубликованную информацию.

Исходные данные для web-сайта:

- деятельность организации;
- контакты для связи.

Сайт должен обеспечивать выполнение следующих функций:

- демонстрация предоставляемой информации;
- перемещение по страницам без обновления меню и оформления;
- просмотр без установки дополнительных программ и шрифтов;
- просмотр на различных браузерах;
- разработка интерфейса портала;
- разработка дизайна портала;
- вывод сведений о средствах связи с администратором;
- поиск по сайту;
- тренировочные варианты;
- FAQ;
- курсы видеоуроков.

Логически связанные друг с другом страницы сайта должны иметь взаимные ссылки, что позволяет посетителю легко получать доступ к необходимой информации.

Навигация на сайте должна быть представлена в виде меню, которое должно обеспечивать простой и понятный доступ ко всем страницам сайта.

Тексты на сайте не должны содержать грамматических и стилистических ошибок.

Дизайн должен быть выполнен в единой цветовой гамме, без включения элементов, не сочетающихся с ней по цвету.

Для начала работы необходимо установить Денвер, скачать его можно с официального сайта <<http://www.denwer.ru/>> предварительно зарегистрировавшись. Сама установка дистрибутива занимает не больше минуты. После этого нужно установить Joomla на Локальный сервер Денвер.

В первую очередь сайт должен нести в себе информацию, актуальную его тематике. Так как сайт разрабатывается для подготовки выпускников к экзаменам, он должен содержать новости, пробные, варианты, обучающие видео-уроки.

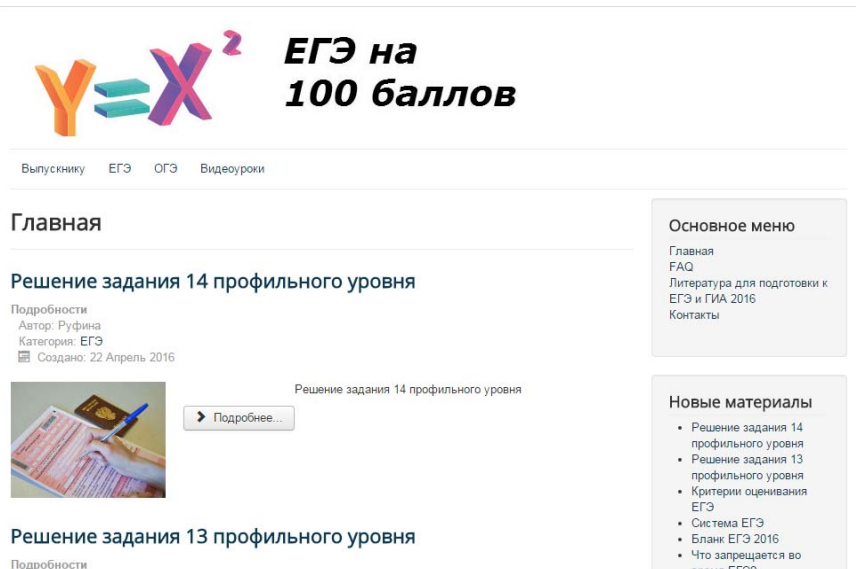


Рис.1. – Главная страница.

В пункте EGЭ размещены варианты EGЭ, задания по темам и шпаргалки.

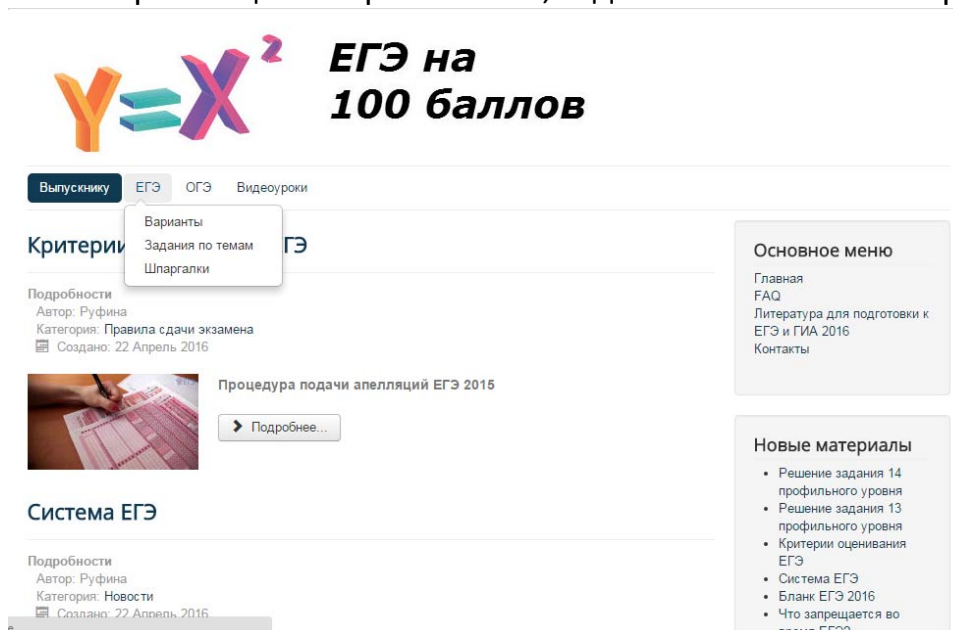


Рис.2. – EGЭ.

В данной работе спроектирован и реализован информационный сайт для подготовки к выпускным экзаменам с удобным интерфейсом, позволяющий легко просматривать информацию о пробных заданиях, произво-

дить поиск по определенным темам, рассматривать различные тренировочные варианты, список формул необходимых для сдачи экзамена, а также смотреть и скачивать видеоуроки для изучения той или иной темы.

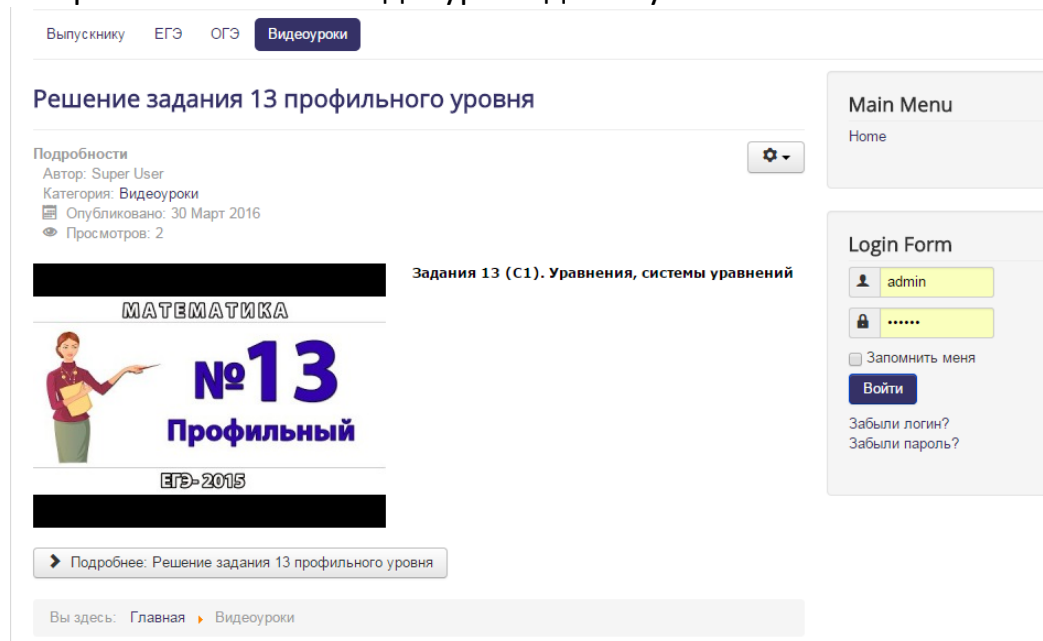


Рис.3. – Вкладка видеоуроки

В пункте Контакт размещена вся контактная информация о создателе, а также форма обратной связи.

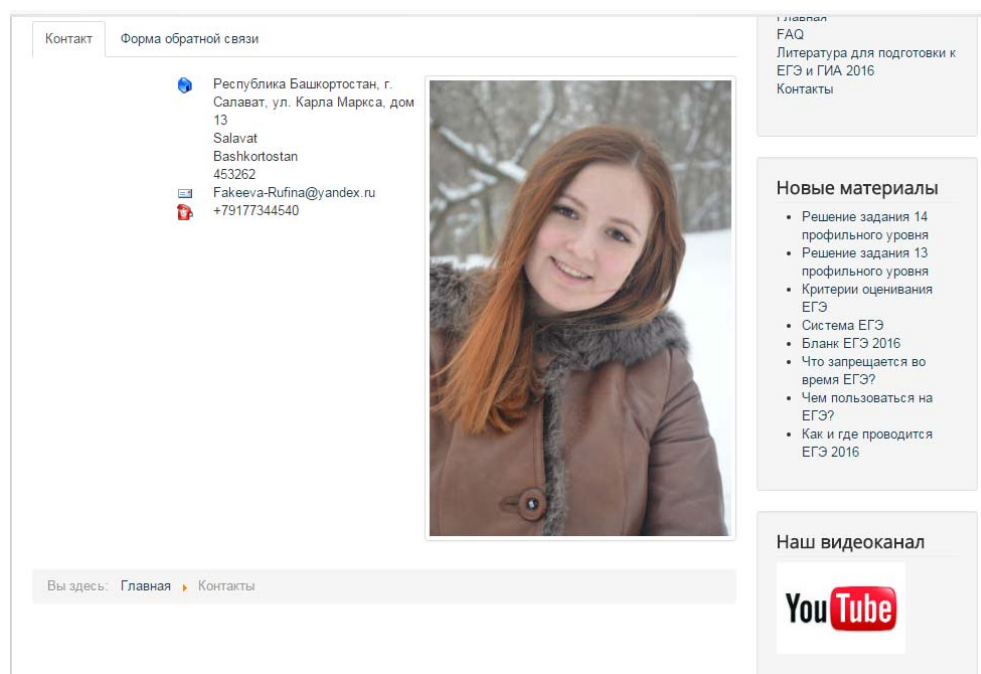


Рис.4. – Контакт

На главной странице отображены дополнительные ссылки на канал на YouTube, группу Вконтакте, а также добавлена реклама.

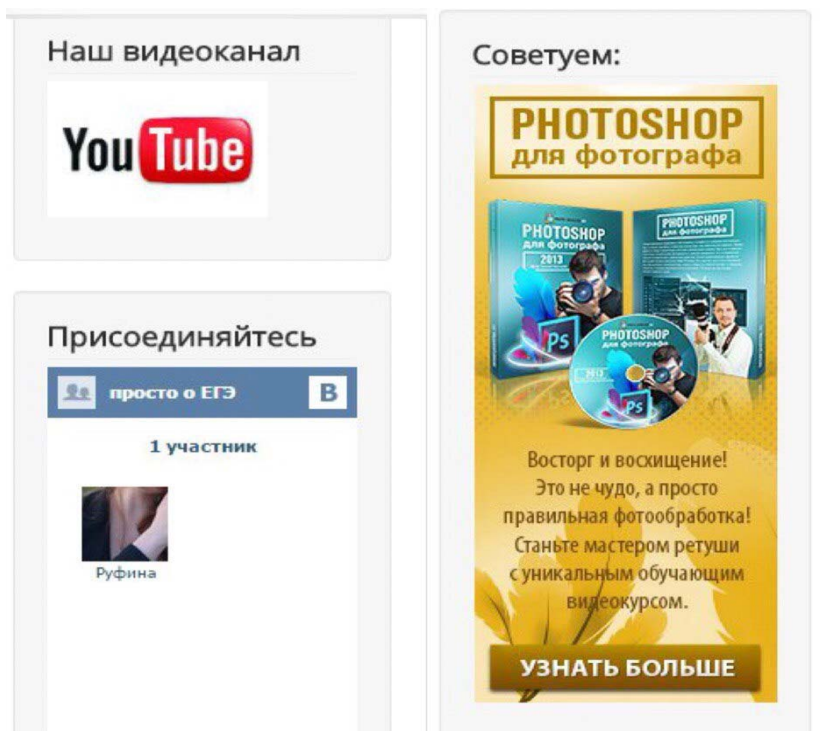


Рис.5. – Дополнительные ссылки

В разделе Ответы на частые вопросы размещены ответы на самые актуальные вопросы.

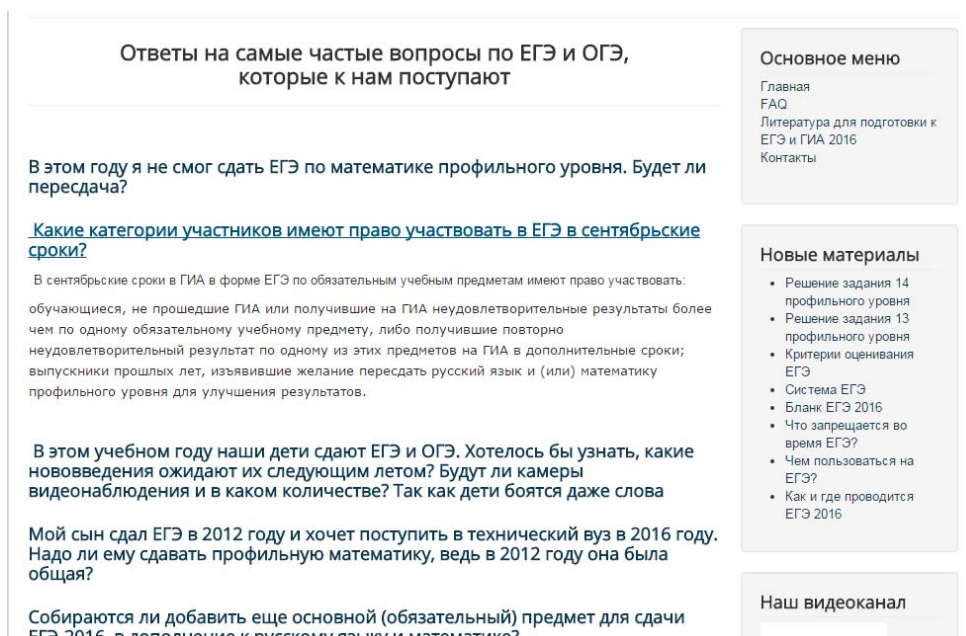


Рис.6. – FAQ

В результате выполнения данной работы были решены следующие задачи:

- Изучены виды и классификация информационных ресурсов;

- Проведен сбор информации по сдаче государственного экзамена и исходя из этих сведений, созданы видеопособия для самостоятельного изучения;
- Изучены программные продукты, такие как Denwer, Joomla, с помощью которых создаются Web-сайты;
- Изучены инструменты создания Web-сайтов;
- Построена структура сайта, по которой он и был создан;
- Реализована возможность готовиться к экзаменам не выходя из дома;

Вывод. Хотелось бы отметить, что вне зависимости от технологий создания сайта, общие правила для него всегда одинаковы. Сайт должен быть удобным, функциональным, красиво оформлен. А информация на сайте должна в свою очередь быть легко доступной для пользователя.

С помощью сайта учителя и учащиеся могут рассматривать пробные варианты заданий, формулы для подготовки, видеоуроки.

При разработке сайта были проанализированы современные web-технологии, позволяющие создавать интерактивные web-страницы. Наиболее подходящим для выполнения поставленной задачи оказался пакет Joomla версии 3.5.0.

Разработанный сайт внедрен в глобальную сеть Интернет.

Работа выполнена под научным руководством к.ф.-м.н., доц. Акимов А.А.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хусаинова Г.Я.. Разработка автоматизированного рабочего места менеджера по продаже автомобилей/ Г.Я. Хусаинова, И.Г. Хусаинов // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. –2014. –Т. 1. –№ 7. – С. 126-128
2. Акимов А.А. Электронное учебное пособие «Информационные технологии в решении экономических задач»/ А.А. Акимов, Г.Р. Галиаскарова, Р.Г. Идрисов // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. – 2014. – №10(65). – С. 30.

УДК 681.518

ДИНАМИЧЕСКАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕПЬЮ ПОСТАВОК

С.Л. Беляков¹, М.Н. Савельева²

¹ доктор технических наук, профессор кафедры информационно-аналитических систем безопасности, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», г. Таганрог, Россия, e-mail: beliacov@yandex.ru

² кандидат технических наук, ассистент кафедры информационных измерительных технологий и систем, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», г. Таганрог, Россия, e-mail: marina.n.savelyeva@gmail.com

Аннотация. В работе приведено теоретическое описание информационного моделирования для управления цепями поставок. Выявлены существующие проблемы при моделировании процессов управления цепями поставок. В следствие чего разработана модель, учитывающая динамику и изменчивость внешнего мира, а именно, динамическая геоинформационная модель для управления цепью поставок. Также разработано ее математическое описание.

Ключевые слова: информационное моделирование, динамическая геоинформационная модель, управление цепью поставок, логистическая сеть.

DYNAMIC GEOINFORMATION MODEL FOR SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Stanislav Belyakov¹, Marina Savelyeva²

¹PhD, Professor of Information Security System Department, Southern Federal University, Taganrog, Russia, e-mail: beliacov@yandex.ru

²PhD in Technical Sciences, Assistant of Information Measuring Technology and System Department, Southern Federal University, Taganrog, Russia, e-mail: marina.n.savelyeva@gmail.com

Abstract. In this paper we present a theoretical description of information modeling for supply chain management. We have identified the existing problems in the process modeling of supply chain management. In consequence of that was developed a model that takes into account the dynamics and variability of the outside world, namely, dynamic geoinformation model for supply chain management. It was developed a mathematical description.

Keywords: information modeling, dynamic geoinformation model, supply chain management, logistics network.

Введение. Цепи поставок широко используются для организации и управления производством [1,2]. Управление цепью поставок требует информационного моделирования процессов и объектов различных уровней [3]. Управление цепью поставок входит в разряд сложных систем, включающие множество различных факторов. Причем в условиях современной действительности необходимо учитывать неточность и неопределенность параметров, входящих в систему, а также изменчивость этих параметров во времени. Поэтому необходимо провести информационное моделирование подобного рода систем.

Целью исследования является выявление проблем при управлении цепью поставок, представление информационной модели для управления цепью поставок и проведение анализа предложенной модели.

Материал и результаты исследований. Информационное моделирование цепей поставок ставит своей целью информационную поддержку процесса принятия решения [4,5]. На рисунке 1 показана схема управления цепью поставок. Объект управления – цепь поставок – подвержен воздействию внешней среды, реализуя при этом заданные (плановые) параметры проекта. Состояние цепи поставок определяется потоками (материальными и финансовыми) и событиями, отражающими логистический процесс [6,7]. Информационная модель цепи поставок:

- воспроизводит поведение цепи поставок, предоставляя информацию о состоянии объекта в любой момент времени;
- генерирует адекватное представление информации для принятия решений;
- вырабатывает оптимальные стратегии поведения цепей поставок в заданных условиях.

Последняя функция информационной модели цепей поставок чрезвычайно важна при разработке, реализации и динамике внешней среды. Математическое, натурное, имитационное моделирование в этом случае сталкивается с объективными трудностями. Информационные модели, комбинируя упомянутые подходы, дают рациональные решения за счет применения интеллектуальных методов обработки информации.

В результате проведенного анализа [1-7] было выделено 5 классов информационных моделей для управления цепями поставок:

1. Информационные модели простейших цепей поставок;
2. Информационные модели цепей поставок с временным планированием;
3. Информационные модели цепей поставок с контролем воздействия внешней среды;
4. Информационные модели цепей поставок, содержащие геоинформационную модель.

Результаты исследования показали, что остаются малоизученными принципы построения геоинформационных моделей, которые изменяют свои параметры во времени, а именно динамические геоинформационные модели. В частности, требуют анализа вопросы моделирования оптимальных стратегий перемещения потоков и использования опыта принятия решения в геоинформационной модели, зависящей от времени.

Схема информационных моделей цепей поставок, включающая в себя динамическую геоинформационную модель, показана на рисунке 2. Ее включение в состав системы дает следующие преимущества:

- возрастает объем информации о внешнем мире, полезной для принятия решения;

- возникает возможность оперировать разнородной информацией, ссылки на которую содержит геоинформационная модель;
- растет достоверность принятия решений при недостатке информации за счет использования опыта наблюдения внешнего мира.



Рисунок 1 – Схема управления цепью поставок

Одним из основных компонентов модели прогнозирования стратегий поведения цепей поставок является модель управления потоками с временной зависимостью. Наличие этого компонента во многом определяет эффективность всей цепи поставок. В связи с этим необходимо разработать динамическую геоинформационную модель, содержащую описанные выше элементы.

Математическое описание элементов динамической геоинформационной модели позволит увидеть основные структурные элементы и описать связи и поведение внутри разрабатываемой модели.

Геоинформационная модель в управлении цепями поставок – это информационная модель картографического представления компонентов и связей в цепи поставок.

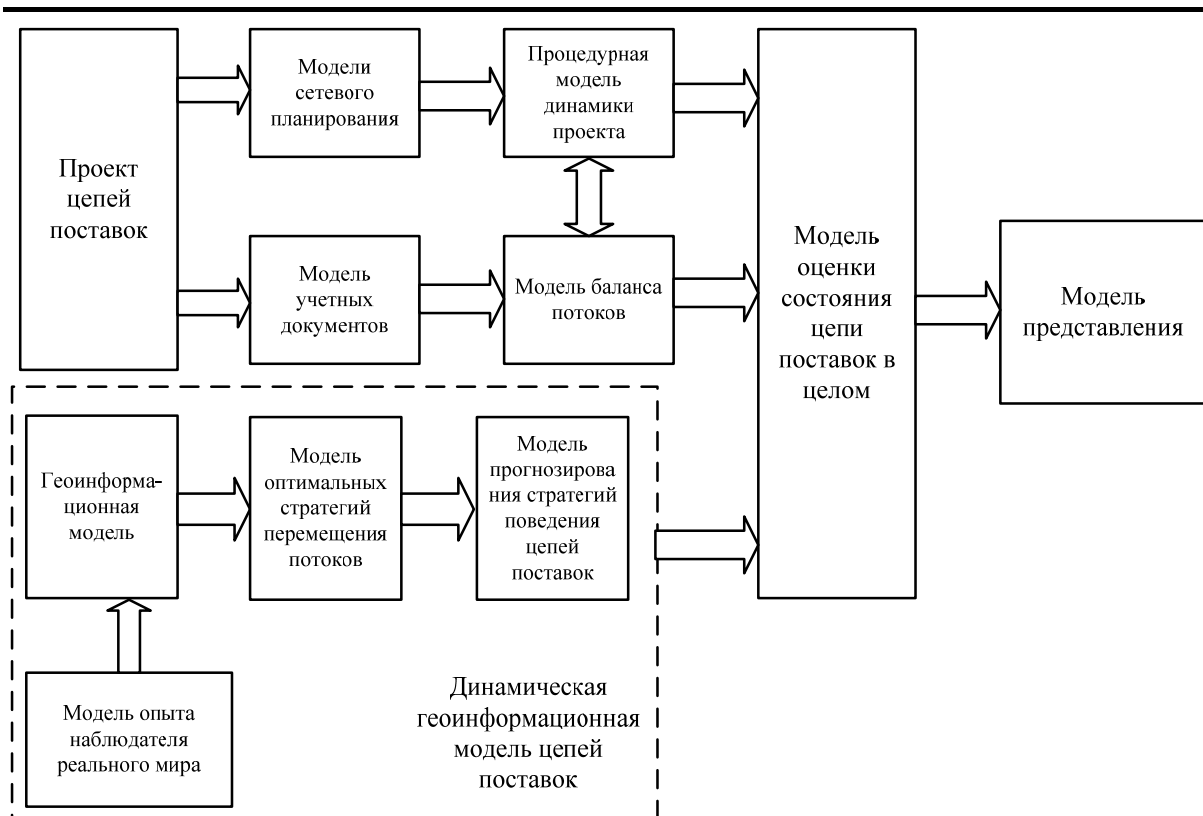


Рисунок 2 – Информационные модели цепей поставок, включающие динамическую геоинформационную модель

Динамическая геоинформационная модель создается для информационной поддержки процессов управления цепями поставок. Модель описывает информационный объект, позволяющий решать задачи анализа и синтеза цепей поставок. Модель включает в себя четыре элемента:

$$W_D = \langle M, \Omega, R, Q \rangle, \text{ где} \quad (1)$$

M – представление цепи поставок в виде логистической сети,

Ω – множество картографических объектов и пространственных отношений картографической базы данных геоинформационной системы,

R – привязка логистической сети к картографической основе, т.е.

$$M \times \Omega \rightarrow R, \quad (2)$$

$Q = \{Q_P, Q_T, Q_R, Q_M\}$ – набор процедур оценки показателей качества цепи поставки. Здесь

Q_P – затраты на выполнение запланированных поставок;

Q_T – время необходимое для выполнения запланированных поставок;

Q_R – риск выполнения запланированных поставок;

Q_M – затраты на модификацию цепи поставок из-за изменения внешних условий.

Все перечисленные процедуры функционально зависят от параметров картографических объектов и отношений. Параметры любого объекта или отношения зависят от времени и делятся на три группы:

$$\omega_i(\bar{X}(t), \bar{T}, \bar{A}(t)) \in \Omega, i = \overline{1, n} \quad (3)$$

где ω_i – картографический объект или отношение;

$\bar{X}(t)$ – параметры пространственной привязки,

$\bar{T}$ – параметры временной привязки,

$\bar{A}(t)$ – семантические атрибуты.

Таким образом,

$$Q = F(\bar{X}(t), \bar{T}, \bar{A}(t)). \quad (4)$$

Данное выражение определяет полноту предлагаемой модели. Полнота рассматривается как возможность моделировать четыре практически необходимые ситуации управления цепью поставок:

1) обеспечить минимум затрат на поставку в заданные сроки (Q_T^*), требуемом уровне риска (Q_R^*) и ограничении возможных потерь (Q_M^*)

$$Q_P \rightarrow \min \quad (5)$$

$$Q_T < Q_T^*, Q_R < Q_R^*, Q_M < Q_M^*$$

2) добиться оперативной работы цепи поставок, имея ограниченный объем ресурсов (Q_P^*), соблюдая ограничения риска (Q_R^*) и возможных потерь (Q_M^*)

$$Q_T \rightarrow \min \quad (6)$$

$$Q_P < Q_P^*, Q_R < Q_R^*, Q_M < Q_M^*$$

3) реализовать надежную цепь поставок при ограниченных ресурсах, в заданные сроки и возможных потерях:

$$Q_R \rightarrow \min \quad (7)$$

$$Q_P < Q_P^*, Q_T < Q_T^*, Q_M < Q_M^*$$

4) придать цепи поставок устойчивость при имеющихся ресурсах, заданном уровне риска и временных рамках поставки:

$$Q_M \rightarrow \min \quad (8)$$

$$Q_P < Q_P^*, Q_T < Q_T^*, Q_R < Q_R^*$$

Логистическую сеть, представляющую цепь поставки, предлагается описывать следующим образом:

$$M = \langle A, B, \Lambda, \Gamma, T \rangle, \text{ где} \quad (9)$$

$A = \{A_i, \Lambda^i, O_i, \tau_i^A\}, i = \overline{1, n}$ – это множество узлов (вершин) преобразования материального потока, в которых выполняются разнообразные логистические операции и без совершения которых невозможна транспортировка.

$\{A_i\}, i = \overline{1, n}$, – узел преобразования материального потока.

$\Lambda^i = \{\Lambda_j^i\} \neq \emptyset, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$ – подмножество логистических операций, совершаемых в узле преобразования материального потока A_i (возможно присутствие нескольких логистических операций в одном узле преобразования материального потока). В каждом узле преобразования материального потока существует хотя бы одна логистическая операция. Одна и та же логистическая операция может выполняться несколько раз в узле преобразования материального потока.

$$\Lambda_j^i = \Lambda_{j+1}^i \quad (10)$$

$\{\Lambda^i\} \subset \Lambda$ – подмножество логистических операций, совершаемых в узле преобразования материального потока всегда входит в множество логистических операций.

$\{O_i\}, \overline{1, n}$ – свойства материального потока в узле A_i , которые изменяются после выполнения операций.

$\{\tau_i^A\}, i = \overline{1, n}$ – общее время необходимое для выполнения всего подмножества логистических операций в узле A_i .

$B = \{B_{uv}, P_{uv}, \Pi_{uv}, \tau_{uv}^R\}, u = \overline{1, n}, v = \overline{1, n}$ – множество связей (дуг) между узлами преобразования материального потока. Каждая из связей представляет собой участок транспортной сети. Участок может быть самостоятельной сетью. На участке реализован какой-либо алгоритм маршрутизации. Алгоритм может не совпадать с алгоритмом, применяемым для всей сети.

$\{B_{uv}\}, u = \overline{1, n}, v = \overline{1, n}$ – дуга между узлами преобразования материального потока, где u, v – концевые узлы дуги из множества $\{A_i\}$, концевые узлы дуги не могут совпадать.

$$u = A_u, v = A_v; A_u, A_v \in A_i; A_u \neq A_v. \quad (11)$$

$\{P_{uv}\}, u = \overline{1, n}, v = \overline{1, n}$ – расстояние между узлами преобразования материального потока.

$\{\Pi_{uv}\}, u = \overline{1, n}, v = \overline{1, n}$ – пропускная способность сети между узлами преобразования материального потока.

$\{\tau_{uv}^R\}, u = \overline{1, n}, v = \overline{1, n}$ – время, затрачиваемое для прохождения по дуге B_{uv} .

$\Lambda = \{\Lambda_j\}, j = \overline{1, m}$ – множество логистических операций, используемых в динамической геоинформационной модели управления цепями поставок.

$T = \{T_k\}, k = \overline{0, l}$ – интервалы постоянства весов дуг.

$$T_k \cap T_{k+1} = \emptyset, k = \overline{0, l-1} \quad (12)$$

$\Gamma = \{\Gamma^s, \tilde{\Gamma}^t\}$ – множество пространственных объектов геоинформационной модели.

$\{\Gamma^s\}$ – подмножество статических пространственных объектов, не зависящие от времени.

$\{\tilde{\Gamma}^t\}$ – подмножество динамических пространственных объектов, т.е. объектов, изменяющих свои атрибуты со временем.

$$\Gamma^s \cap \tilde{\Gamma}^t = \emptyset \quad (13)$$

Статические объекты не переходят в множество динамических объектов.

Анализируя предложенную модель, необходимо отметить следующее:

- 1) информационные компоненты модели M, Ω и R определяют сложность реализации геоинформационных систем для конкретных цепей поставки. Указанные компоненты отображают темпоральные зависимости логистических операций от внешней среды. Степень неполноты и неопределенности значений параметров напрямую определяет качество результата геоинформационного моделирования;
- 2) процедурный компонент модели Q ориентирован на оценку параметров сетевой структуры, которая возникает в процессе привязки компонента M к карте Ω ;
- 3) процедуры компонента Q сводятся к решению задачи маршрутизации в темпоральных сетях, поскольку компонент M описывает перемещение единичных материальных объектов или материальных потоков;
- 4) процедуры компонента Q компенсируют неполноту, неопределенность и неточность описания параметров элементов M, Ω и R , которая существует в реальных условиях эксплуатации цепей поставки.

Вывод. Представленная обобщенная структурная схема для управления цепями поставок и проведенный анализ в этой предметной области показал, что для информационной поддержки принятия решения необходимо использование геоинформационных моделей. Применение подобного рода моделей позволит повысить достоверность информационной базы принятия решений. Учитывая изменчивость реального мира адекватным способом является использование динамической геоинформационной модели для управления цепью поставок. Модель описывает картографическое представление цепи поставок, включая в себя сеть логистических операций. Отличительной особенностью модели является учет динамики изменения внешней среды и операций логистической сети. Использование модели позволит повысить качество принимаемых с помощью геоинформационных систем решений.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ №14-01-00032, 15-07-00185

ЛИТЕРАТУРА

1. Король, А.Н. Управление цепями поставок / А.Н. Король // Известия ИГЭА. – 2008. – №6 (62). – С. 86-89.
2. Бауэрсокс, Д.Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок / Д.Дж. Бауэрсокс. - М.: Олимп-Бизнес, 2008. - 450 с
3. Иванов, Д. А. Управление цепями поставок / Д.А. Иванов.- СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. - 660 с.
4. Бочкарев, А.А. Планирование и моделирование цепи поставок: Учебно-практическое пособие / А.А. Бочкарев – М.: Альфа-пресс. – 2008.

5. Schroeder, R. G. Operations Management in the Supply Chain: Decisions and Cases / R. G. Schroeder, S. M. Goldstein, M. J. Rungtusanatham – Irwin: McGraw-Hill, 2013.

6. Кравченко, В.Н. Моделирование процессов взаимодействия предприятия в цепи поставок/ В.Н. Кравченко //Новое в экономической кибернетике. –Донецк: ДонНУ. – 2008. – №. 2. – С. 62-71.

7. Демченко А.И. Процессно-ориентированные подходы к проектированию и моделированию логистических цепей [Текст] // Вестник Южно-уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2014. - Т.8 (4): 169-178.

УДК 004.42

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАЗРАБОТКИ РАСПИСАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПРИГОРОДНЫМ ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ

А.Р. Гибадуллин

студент 4-го курса кафедры автоматизированной системы обработки информации и управления, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Российская Федерация, e-mail: gibadullin.albert@gmail.com

Аннотация. В данной работе представлена методология функционального моделирования и графическая нотация, предназначенная для формирования и описания автоматизированной информационной системы разработки расписания движения пригородного водного транспорта.

Ключевые слова: автоматизированная информационная система, пригородный водный транспорт, расписание движения.

THE AUTOMATED SYSTEM DEVELOPMENT SCHEDULE OF LOCAL WATERWAYS

Albert Gibadullin

Student, department of automated systems of information processing and management, Kazan National Research Technical University A. Tupolev - KAI, Kazan, Russian Federation, e-mail: gibadullin.albert@gmail.com

Abstract. This paper presents a methodology for functional modeling and graphical notation for forming and descriptions of automated information system - bath development Schedule of local waterways.

Keywords: automated information system, the suburban water transport timetables.

Введение. Сегодня пассажирские суда преимущественно используются для перевозки туристов и пассажиров в труднодоступные районы, что особенно подчеркивает значение речного транспорта в транспортной системе.

Конечно, существуют и другие альтернативные виды транспорта, такие как автомобиль, электрички, автобусы и другие. Именно такие виды транспорта составляют высокую конкуренцию речным судам из-за большой скорости движения. Это одна из причин возможной непопулярности данного вида транспорта. Другой причиной может служить неудобное расписание судов для пассажиров.

В данной работе осуществляется поиск путей оптимизации работы предприятия по перевозке пассажиров речного порта на водном транспорте на малые расстояния за счет введения автоматизированной системы разработки расписания движения пригородного водного транспорта. Данная система разрабатывается экономистами, логистами, а в завершении подписывается руководством.

Цель работы. Целью разработанной автоматизированной системы является повышение прибыли за счет совершенствования расписания.

Использование предлагаемой автоматизированной системы позволит решить следующие задачи:

- 1) выявление наиболее оптимального вида транспорта для каждого рейса в зависимости от пассажиропотока;
- 2) определение количество рейсов в зависимости от спроса;
- 3) прогнозирование объема реализации билетов с учетом сезонности;
- 4) разработка наиболее эффективного расписания;
- 5) формирование стоимости перевозки.

Материал и результаты исследований. Для повышения прибыли за счет совершенствования расписания необходимо решить следующие задачи:

- прогнозирование объема реализации билетов с учетом сезонности;
- выбор транспорта;
- определение количества рейсов;
- формирование стоимости перевозки;
- разработка расписания.

В разделе описываются основные функции организации и показатели эффективности ее деятельности до внедрения информационной системы [1-4].

1. Название диаграммы А-0 «Управление пригородным водным транспортом».

2. Внешние связи организации.

2.1. Входящая информация: не перевезённые пассажиры, пассажиропоток, прейскурант, эксплуатационные затраты, направление движения, количество транспортного средства, время года, день недели, время суток.

2.2. Выходящая информация: перевезенные пассажиры, расписание, бухгалтерский баланс.

2.3. Нормативно — справочная информация: нормативы по предоставлению скидок, нормативы технической эксплуатации, техническая характеристика транспортного средства, техническая характеристика пункта маршрута, маршрут движения (карта), должностная инструкция.

3. Процессы, процедуры, связи между процессами и процедурами: при получении информации о пассажиропотоке, технической документации транспорта, маршрутного расписания и стоимости проезда формируется расписание.

По данным, полученным о расписании, производится подготовка транспортного средства к отплытию в рейс.

В случае неисправности транспортного средства, формируется акт выявления неисправности судна, который направляется логистам для выбора другого транспортного средства и корректировки расписания.

Иначе, производится погрузка пассажиров и багажа на судно и осуществляется перевозка их к месту назначения согласно сформированного расписания.

4. Оборудование, инструменты, программы: судна.

5. Персонал, лица принимающие решения: логисты, судовые команды, технический персонал по обслуживанию судов, экономисты, руководитель.

На рис. 1 представлена диаграмма A-0 процесса управления пригородным водным транспортом.

На рис. 2 представлена диаграмма A1 процесса управления транспортом. При получении расписания происходит причаливание судна к причалу речного порта. Технический персонал производит обслуживание и проверку транспортного средства.

В случае неисправности транспортного средства, формируется акт выявления неисправности судна, который направляется логистам для выбора другого транспортного средства и корректировки расписания.

Иначе формируется свидетельство о годности судна к плаванию, судовые команды производят погрузку пассажиров и их багажа и осуществляется отправка в рейс. По прибытию к месту назначения производится разгрузка судна.

1. Название диаграммы A1 «Управление транспортом».

2. Внешние связи организации.

2.1. Входящая информация: не перевезённые пассажиры, расписание.

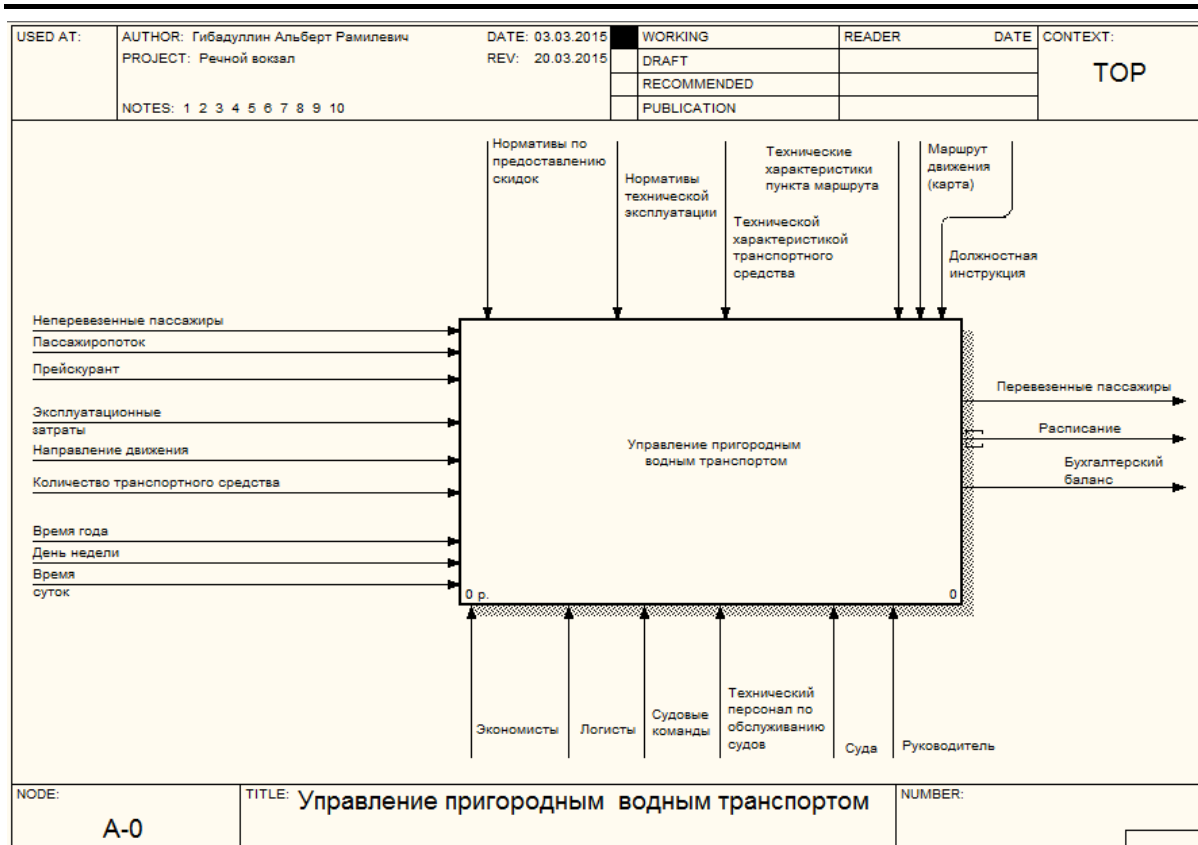


Рисунок 1 – Диаграмма A-0 процесса управления пригородным водным транспортом.

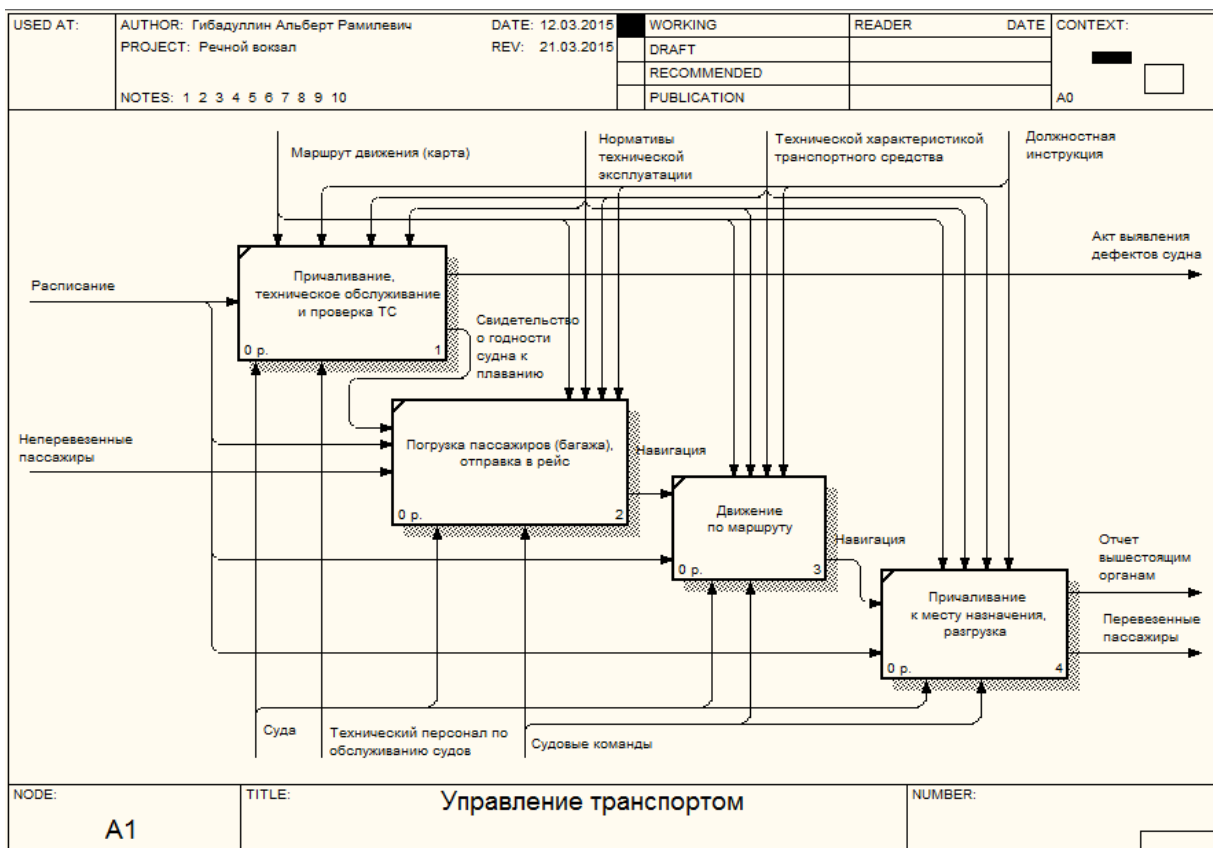


Рисунок 2 – Диаграмма A1 процесса управления транспортом.

2.2. Выходящая информация: перевезенные пассажиры, акт выявление дефектов судна, отчет вышестоящим органам.

2.3. Нормативно — справочная информация: нормативы технической эксплуатации, техническая характеристика транспортного средства, маршрут движения (карта), должностная инструкция.

3. Процессы, процедуры, связи между процессами и процедурами: свидетельство о годности судна к плаванию, навигация.

4. Оборудование, инструменты, программы: судна.

5. Персонал, лица принимающие решения: судовые команды, технический персонал по обслуживанию судов.

На рис. 3 представлена диаграмма A2 процесса разработки расписания.

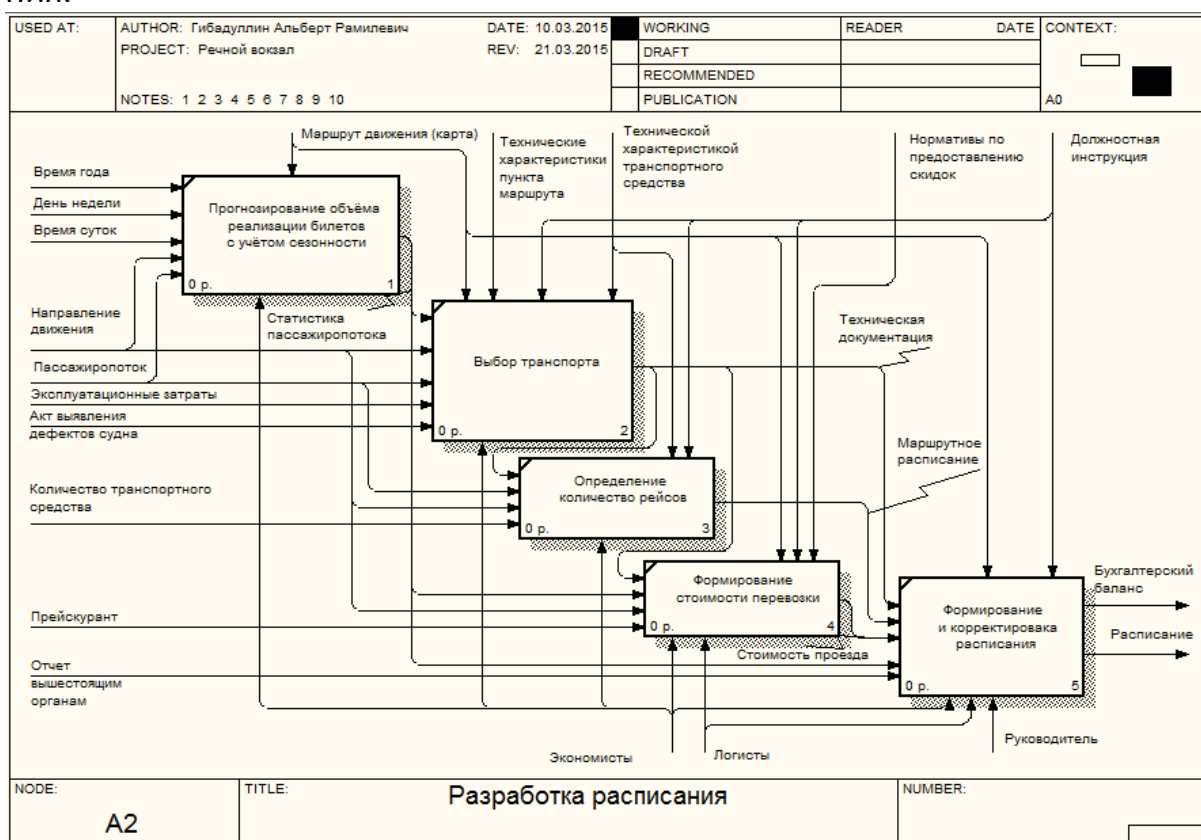


Рисунок 3 – Диаграмма A2 процесса разработки расписания.

На данном этапе происходит формирование расписания. Экономисты на основании прогноза объема реализации билетов формируют статистику пассажиропотока.

Основываясь на этом, логисты осуществляют выбор транспорта и определяют количество рейсов по данному маршруту, формируется техническая документация и маршрутное расписание.

После выбора транспорта, экономисты устанавливают стоимость проезда по заданному маршруту.

В результате получения всех документов: статистики пассажиропотока, технической документации, маршрутного расписания, стоимости проезда – производится формирование расписания.

1. Название диаграммы А2 «Разработка расписания».
2. Внешние связи организации.
 - 2.1. Входящая информация: пассажиропоток, эксплуатационные затраты, направление движения, количество транспортного средства, время года, день недели, время суток, корректировка расписания, преysкурant, отчет вышестоящим органам.
 - 2.2. Выходящая информация: расписание, бухгалтерский баланс.
 - 2.3. Нормативно — справочная информация: нормативы по предоставлению скидок, техническая характеристика транспортного средства, техническая характеристика пункта маршрута, маршрут движения (карта), должностная инструкция.
3. Процессы, процедуры, связи между процессами и процедурами: статистика пассажиропотока, техническая документация, маршрутное расписание, стоимость проезда.
4. Оборудование, инструменты, программы: отсутствуют.
5. Персонал, лица принимающие решения: логисты, экономисты, руководитель.

Вывод. Была разработана автоматизированная информационная система разработки расписания движения пригородным водным транспортом. В результате применения разработанной автоматизированной системы, предприятию удастся извлечь максимальную прибыль без существенных затрат посредством регулирования пассажиропотока с использованием предлагаемого расписания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суздальцев В.А., Осипова А.Л., Зарайский С.А., Проектирование информационных систем. Учебное пособие. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2007. – 86 с.
2. Ризаев И.С. , Теория принятия решений. Учебное пособие. – Казань, Изд-во «Мастер Лайн», 2014. – 132 с.
3. Ризаев И.С., Яхина З.Т. Базы данных/Лабораторный практикум. – К., «Мастер Лайн», 2003.
4. Суздальцев В.А., Осипова А.Л., Зарайский С.А., Основы проектирования автоматизированных систем. Учебное пособие по курсовому проектированию. Казань, 2013. – 103 с.

УДК 681.3.06

ИНТЕРНЕТ-СЕРВИС ОЦЕНКИ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ СОБЫТИЙ**В.А. Горбатко¹, С.Л. Беляков²**

¹студент, Южный федеральный университет, г. Таганрог, Россия, e-mail: mediumforse@ya.ru

²доктор технических наук, профессор кафедры информационно-аналитических систем безопасности, Южный федеральный университет, г. Таганрог, Россия, e-mail: beliacov@yandex.ru

Аннотация. В работе рассматривается задача определения местоположения объектов и событий, относящихся к поставленной задаче принятия решения. Сформулирована задача максимизации полезности картографического представления результатов поиска. Приведена архитектура интернет-сервиса для оценки местоположения событий. Указаны достоинства и недостатки методов определения местоположения событий с использованием источников информации, методов геокодирования и классификатора событий.

Ключевые слова: геоинформационные системы, интернет-сервис, геокодирование, поиск местоположения, принятие решений.

THE INTERNET SERVICE FOR THE ASSESSMENT OF THE EVENTS LOCATION**Vladislav Gorbatko¹, Stanislav Belyakov²**

¹Students, Southern Federal University, Taganrog, Russia, e-mail: mediumforse@ya.ru

²Ph.D., Professor of Information and Analytical Systems Security Department, Southern Federal University, Taganrog, Russia, e-mail: beliacov@yandex.ru

Abstract. This paper considers the problem of determining the location of objects and events related to the task of decision-making. The problem of maximizing the usefulness of cartographic presentation of search results. The architecture of the Internet service for the assessment of the events location. Shown advantages and disadvantages of the event location determination methods, using information sources, geocoding methods and classifier of the events.

Keywords: geo-information systems, the internet service, geocoding, search for location, make decisions.

Введение. Принятие решений при информационной поддержке со стороны геоинформационных сервисов представляет несомненный практический интерес [1]. Пространственные, временные и семантические координаты событий, явлений и процессов реального мира дают целостное представление о предметах анализа в задачах, которые приходится решать в условиях неполноты, противоречивости и неоднозначности исходных

данных. Ситуационное управление как метод предусматривает построение ситуационной модели – совокупности существенно важных объектов и отношений между объектами, отражающими суть решаемой проблемы. Полнота и непротиворечивость модели определит достоверность принятых впоследствии решений. Под достоверностью понимается степень соответствия решения реальной ситуации внешнего мира. При недостаточной достоверности возникает ущерб, снизить величину которого можно лишь за счет информационного обогащения картины действительности, которая формируется геоинформационной системой или сервисом для принятия решений.

Картографирование внешнего мира по объективным причинам не выполняется в реальном масштабе времени. Это обусловлено особенностями картографического производства, необходимостью выполнения не автоматизируемых интеллектуальных процедур. По этой причине карты геоинформационных сервисов никогда не являются абсолютно достоверными. Однако, информационное наполнение сети Интернет гораздо динамичнее и может использоваться для актуализации карт при решении конкретных прикладных задач. Для этого необходим механизм оперативного поиска и отображения на картах данных, полученных из некартографических источников – тестов, гипертекстов, новостных лент, сообщений, и т.д.

Современные геоинформационные Интернет-сервисы (Яндекс, Google, 2ГИС, Sputnik и многие другие) уже давно строятся как «учитывающие местоположение». Это выражается в том, что предоставляемая клиенту сервиса информация локализуется рабочей областью карты. Рабочая область ограничена либо контекстом поиска, либо координатами местоположения мобильного устройства, использующего сервис. В любом случае база данных сервиса хранит тематические слои и карты с объектами, которые отображаются по прямому (например, «Показать аптеки») либо косвенному запросу (например, «Показать рядом»). Недостатком подобных сервисов является невозможность поиска событий, явлений и объектов заданной смысловой направленности в указанной рабочей области. Решение подобной задачи позволило бы поднять ситуационный анализ на качественно более высокий уровень.

Цель работы. Цель настоящей работы – анализ формальной модели и архитектуры Интернет-сервиса, предназначенного для поиска и оценки местоположения событий.

Рассмотрим задачу, решаемую Интернет-сервисом в общем виде. Обозначим через Ω множество картографических объектов карты геосервиса, через S_{ext} – множество ссылок на внешние источники

информации в Интернет. Клиент сервиса создает в сеансе рабочую область $R_W \subseteq \Omega$, которая необходима для решения некоторой прикладной задачи. Сервис на основе анализа рабочей области отбирает полезные для решения задачи ссылки $S_c \subseteq S_{ext}$ и отображает их в рабочей области, расширяя ее новыми картографическими объектами посредством процедуры картографирования $H(S_c)$. Картографирование должно быть выполнено так, чтобы максимизировать полезность полученной рабочей области:

$$\begin{cases} I(R_W') \rightarrow \max, \\ R_W' \subseteq \Omega, \\ R_W' = R_W \cup H(S_c), \\ S_c \subseteq S_{ext}. \end{cases} \quad (1)$$

Анализ формальной постановки. Задача (1) является формальной основой работы геосервиса оценки местоположения событий. Анализируя ее, необходимо отметить следующие особенности организации сервиса:

1) результатом работы сервиса является карта, на которой отображены полезные для решения задачи объекты. Функция полезности $I(R_W')$ определяет то, как будут отображены объекты. Очевидно, что решающее значение придается не отдельным элементам рабочей области, а ее общей логичности и завершенности;

2) наличие процедуры картографирования $H(S_c)$ указывает на необходимость решать задачу (1) с привлечением элементов машинного интеллекта [2,3]. Для адекватного картографического отображения должны использоваться знания о корректности отображения отдельных элементов, генерализации рабочей области карты в целом;

3) в процессе решения задачи сервис должен осуществлять поиск и анализ информационного содержания ссылок $S_c \subseteq S_{ext}$, оценивая их полезность. Процесс оценивания является двухшаговым: на первом шаге отбираются наиболее полезные ссылки, исходя из их отношения к решаемой задаче, на втором – с учетом возможностей картографирования информации в рабочей области.

Описание архитектуры сервиса. В предлагаемой модели интернет-геосервиса предполагается использовать два способа нахождения событий: «сверху вниз» и «снизу вверх». Последовательность операций для каждого из них приведена на рис. 1.

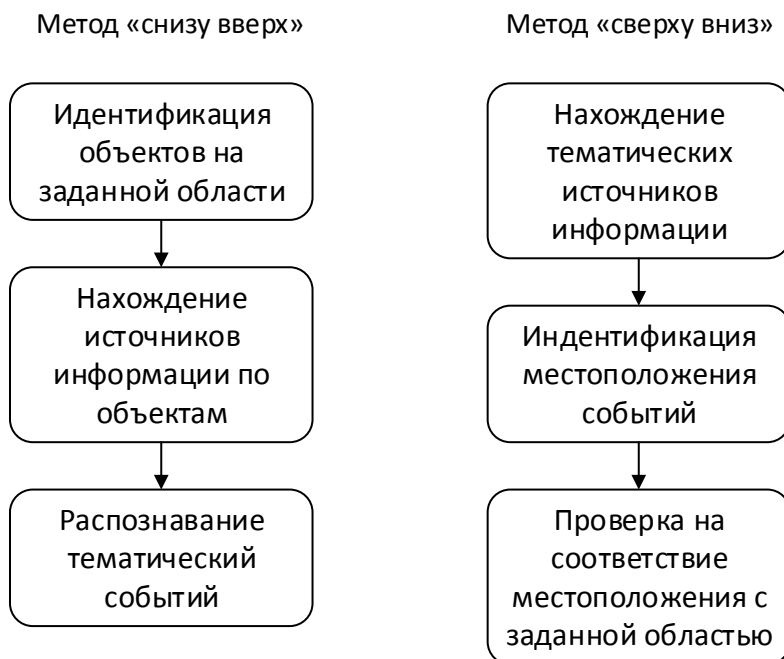


Рисунок 1 – Схема работы методов нахождения событий

Метод «снизу вверх» заключается в нахождении в заданной на карте области, всех объектов, где могут происходить события. После этого для найденных объектов производится поиск источников новостей откуда можно будет извлечь информацию о происходящих на объекте событиях. Среди найденных источников отбираются только те события, которые удовлетворяют заданной тематике. Эти события и можно будет считать конечным результатом работы этого метода.

Метод «сверху вниз» предполагает, что для заданной тематики производится поиск источников событий, из которых может быть извлечена информация о местоположении этих событий. Затем методами прямого геокодирования, соотносятся найденные события с искомой областью и, если их местоположения совпадают – то такие события и будут результатом работы этого метода.

Оба способа имеют свои достоинства и недостатки.

Для метода «снизу вверх» можно отметить следующие достоинства:

- 1) идентификация всех объектов в указанной области. Во время работы метода, перебираются все объекты расположенные на заданной области;
- 2) возможность поиска событий не только по области на карте, но и по отдельным объектам. Это связано с тем что сам поиск событий отталкивается от источников, связанных с отдельными объектами выбранной области на карте;

3) высокая точность определения местоположения событий. Источники событий из которых берутся сами события, изначально уже имеют какое-то местоположение, в процессе их анализа это местоположение уточняется что позволяет увеличить точность.

Среди его недостатков стоит выделить следующие:

1) требуется база данных объектов на карте. Для того чтобы узнать какие объекты присутствуют на заданной области требуется производить обратное геокодирование, перебирая координаты точек. Для снижения времени работы, следует использовать уже готовую карту объектов и дополнять ее в случае необходимости;

2) трудоемкий процесс обхода всех идентифицированных объектов в указанной области на карте. При обработке больших областей на карте время работы метода, резко возрастает. Это связано с поиском взаимосвязей между объектами и источниками информации.

Достоинствами метода «сверху вниз» являются следующие:

1) возможность структурировать особым образом данные, знания и источники информации. Например, данные для поиска могут быть представлены в виртуальных смысловых пространствах со специфическими измерениями и координатными единицами;

2) в отличие от метода «снизу вверх», область поиска не ограничена картографическим представлением объектов в заданной области;

3) ценные сведения могут быть получены из информационных источников, непрерывно накапливающих актуальные знания. Например, таковыми являются профессиональные сообщества социальных сетей.

Недостатками метода можно считать:

1) невысокую точность пространственной привязки результата поиска. Это объективно определяется недостатком информации о пространственных и временных координатах публикуемых в Интернет сведений;

2) игнорирование источников новостей для объектов в анализируемой области. Это связано с тем что поиск событий идет изначально не от объектов, а от источников, не связанных с ними;

3) результат сильно зависит от заданной области на карте. В случае задания области с малым количеством объектов следует использовать метод «снизу вверх».

Поскольку оба метода не являются идеальными, следует использовать их в совокупности, а не давать предпочтение лишь одному из них и реализовывать в системе только его.

В зависимости от входных данных система должна выбрать метод, которому будет отдано предпочтение. Для областей с малым количеством объектов рекомендуется использовать метод «снизу вверх». Для больших областей, следует применять оба метода.

Предлагаемая архитектура геоинформационного интернет-сервиса показана на рис. 2. Используя описанные выше методы нахождения событий, следует включить в архитектуру интернет-сервиса следующие модули:

- 1) математический модуль;
- 2) модуль геокодирования;
- 3) модуль нахождения источников информации;
- 4) модуль распознавания событий.

Математический модуль предназначен для обработки области на карте заданной пользователем. Для этого могут понадобиться алгоритмы, применяемые в компьютерной графике, такие как триангуляция полигона и тесселяция треугольников.

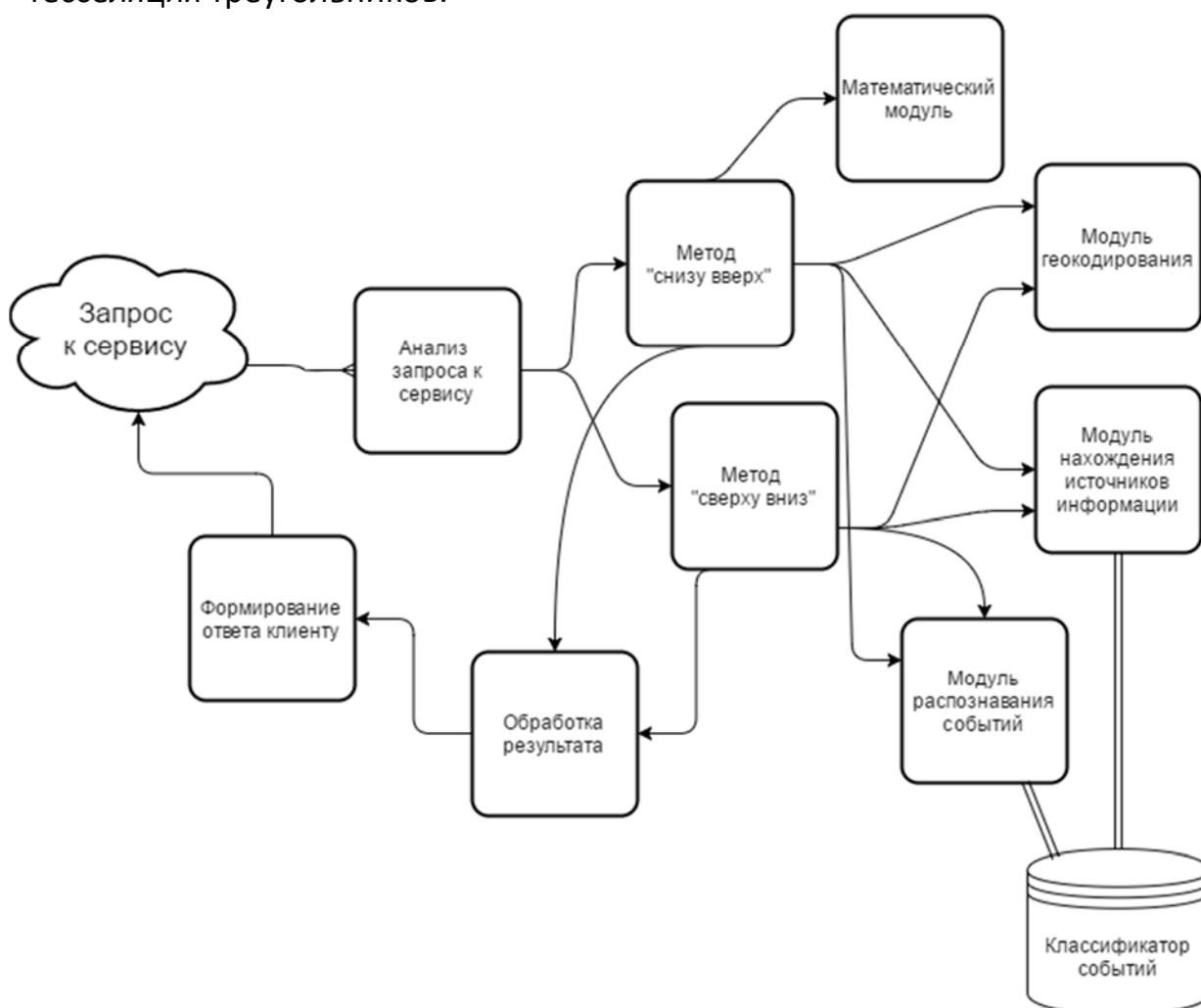


Рисунок 2 – Архитектура интернет-сервиса

Модуль геокодирования предназначен для соотношения географических объектов с их географическими идентификаторами. Это может быть, как обращение к внутренней базе данных в которой уже собрана такая информация, так и обращение к другим геосервисам предоставляющим возможность геокодирования.

Модуль нахождения источников информации позволяет соотносить объекты или тематики событий с источниками информации из сети интернет.

Модуль распознавания событий, позволяет оценивать найденные события из источников информации и фильтровать их по тематикам.

Помимо названных модулей в архитектуру интернет-сервиса должен быть заложен классификатор событий. Классификатор событий — это база данных которая связывает тип события со списком сайтов, где можно найти полезную информацию и списком ключевых слов для поиска информации. Наполнением классификатора событий следует заниматься вручную, поскольку именно от его качества зависит качество и всей системы в целом. В случае автоматизации этого процесса, рекомендуется проводить тщательную премодерацию для исключения ошибок автоматизированного сбора информации.

Вывод. Благодаря описанной в работе архитектуре интернет-сервис имеет следующие достоинства: во-первых, использует разные методы нахождения событий. Система построена так, что сама оценивает и решает какой метод лучше использовать, что дает хорошие результаты на разных задачах принятия решения. Во-вторых, сервис использует картографическое представление результатов, что обеспечит их высокое информационное наполнение благодаря картографической основе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляков С.Л. Геоинформационный сервис ситуационного центра / Беляков С.Л., Белякова М.Л., Самойлов Д.С. // Информационные технологии. – Москва, 2011. – № 8. – С. 29-32.
2. Беляков С.Л., Розенберг И.Н. Программные интеллектуальные оболочки геоинформационных систем. – М.: Научный мир. – 2010.
3. Belyakov S.L. Model Of Intellectual Visualization Of Geoinformation Service / Bozhenyuk A.V., Belykova M.L., Rozenberg I.N. // Proc. 28th European Conference on Modeling and Simulation ECMS 2014. – Brescia, 2014. – P.326-333.

УДК 681.518

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЛИЗОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРЕЦЕДЕНТОВ

Л.В. Гордиенко¹, Л.К. Самойлов²

¹ кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры информационных измерительных технологий и систем, Институт нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета, г. Таганрог, Россия, e-mail: lgordienko@sfedu.ru

² доктор технических наук, профессор кафедры информационных измерительных технологий и систем, Институт нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета, г. Таганрог, Россия, e-mail: ksamoilov@sfedu.ru

Аннотация. Работа посвящена исследованию модели определения близости логистических прецедентов в среде геоинформационной системы (ГИС) на основе нечетких данных. Отличительной особенностью данной модели является нечеткое описание данных о ситуации. Использование данной модели позволяет повысить качество принимаемых решений.

Ключевые слова: геоинформационные системы, логистический прецедент, нечеткое множество.

GEOINFORMATION MODEL FOR DEFINITION OF PROXIMITY OF LOGISTIC PRECEDENTS

L.V. Gordienko¹, L.K. Samoylov²

¹Ph.D., Senior lecturer of Department of information and measuring technology and systems, Institute of Nanotechnology, Electronics and Instrumentation of Southern Federal University, Taganrog, Russia, e-mail: lgordienko@sfedu.ru

²Ph.D., Professor of Department of information and measuring technology and systems, Institute of Nanotechnology, Electronics and Instrumentation of Southern Federal University, Taganrog, Russia, e-mail: ksamoilov@sfedu.ru

Abstract. The work is devoted to study model determine the proximity of the logistics of precedents in the environment of geographic information system (GIS) based on fuzzy data. A distinctive feature of this model is the fuzzy description of the data about the situation. The use of this model allows to improve the quality of decisions.

Keywords: geographic information system, logistic precedent, fuzzy set.

Введение. Логистический прецедент в ГИС представлен разнородной информацией, основой которой являются пространственные данные. На практике зачастую информации о самой ситуации недостаточно, она пред-

ставлена в неполной форме. Наиболее приемлемой является нечеткая модель описания близости. Для этого ситуации задаются совокупностью признаков, представленных в виде нечетких множеств, которые могут быть получены различными способами:

- В результате опроса экспертов;
- В результате анализа картографической информации.

Целью данной работы является исследование геоинформационной модели определения близости объектов, основанной на нечетком описании данных о ситуации.

Пусть задано базовое множество Y . Под нечетким подмножеством $\tilde{A}$ на множестве Y понимается множество пар $\tilde{A} = \{(\mu_{\tilde{A}}(x_i)/x_i)\}$, где $\mu_{\tilde{A}}(x_i)$ - степень принадлежности элемента x_i нечеткому подмножеству $\tilde{A}$.

В настоящее время существуют различные методы, позволяющие определить меру сходства между двумя нечеткими множествами. К ним относят меры сходства по Заде, по Лукасевичу, по площади [1].

Мера сходства Заде

$$z(\tilde{A}, \tilde{B}) = \min(\max(1 - \mu_{\tilde{A}}(x_i), \mu_{\tilde{B}}(x_i)), \max(\mu_{\tilde{A}}(x_i), 1 - \mu_{\tilde{B}}(x_i))), \quad i = \overline{1, n} \quad (1)$$

Мера сходства Лукасевича

$$l(\tilde{A}, \tilde{B}) = 1 - \max|\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i)|, \quad i = \overline{1, n} \quad (2)$$

Геоинформационная система предоставляют расширенную информацию о логистическом прецеденте: координаты, семантическая информация (включает время события, описание и т.д.), топологии. Логистический прецедент в среде геоинформационной системы описывается следующим множеством:

$$P = \langle M, T, S, TL, I \rangle,$$

где M – подмножество данных о месте возникновения прецедента, представленных в виде критической области логистического прецедента;

T – информация о времени возникновения прецедента;

S – описание ситуации;

TL – подмножество данных о топологии;

I – решение логистического прецедента, включающее область решения.

Для оценки близости прецедентов необходимо проанализировать как связаны между собой логистические прецеденты по каждому из составляющих.

Одним из существенных вопросов является определение близости топологий двух прецедентов [2]. Использование топологий определяет специфику геоинформационной системы. Существуют различные виды топологических отношений:

- Изолированность;
- Пересечение;
- Вложенность;
- Соседство;
- Близость;
- Удаленность.

Например, прецедент P_1 произошел из-за плохой видимости (рис. 1).

Причиной прецедента P_2 также была плохая видимость. Однако топология P_2 имеет следующий вид (рис. 2).

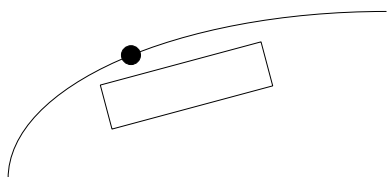


Рисунок 1 - Топология прецедента P_1

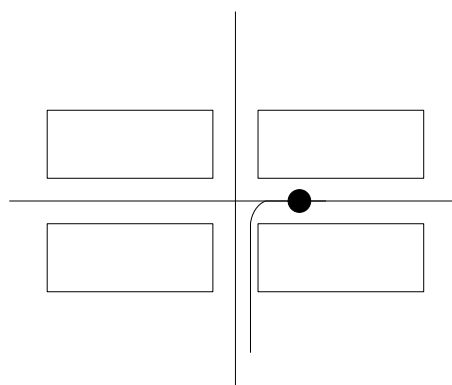


Рисунок 2 - Топология прецедента P_2

В топологии прецедента P_1 прямая дорога, а в топологии прецедента P_2 - перекресток. Однако, в топологическом смысле в обоих случаях есть объект, который нарушает видимость. В этом смысле в некоторой степени есть определенное топологическое сходство.

Топологические свойства фигур не изменяются при любых деформациях, производимых без разрывов или соединений. Поэтому с топологической точки зрения следующие модели эквивалентны (рис. 3):

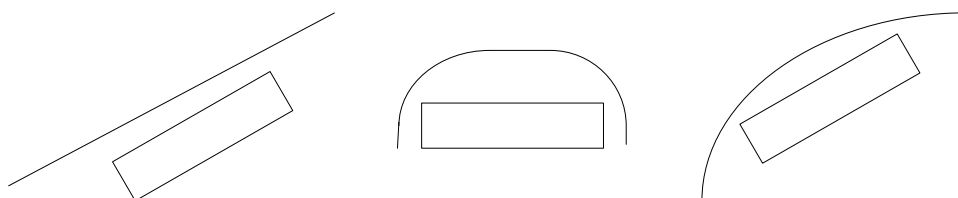


Рисунок 3 - Эквивалентные топологии

Для определения сходства подобных конструкций выработаем правила. Для рассматриваемого примера: рядом с линией находится картографический объект, который имеет высоту. Поэтому с топологической точки зрения эти ситуации похожи в определенной степени.

Важным этапом в сравнении топологий является оценка расстояния и взаимного расположения их объектов в пространстве.

Уточним описание объекта в геоинформационной системе применительно к данной задаче:

$$V_{obj} = (I, Class, P, T, A_1, \dots, A_N),$$

где *Class* – признак, характеризующий размерность объекта и принимающий следующие значения $Class = \{точка, интервал, плоская фигура, объемная фигура\}$; *P* – геометрическая составляющая, которая принимает значения $P = \{d_{max}, d_{min}, h, o'\}$, где d_{max} – длинная сторона объекта, d_{min} – короткая сторона объекта, h – высота, o' – выделяет ориентацию объекта (длинная сторона, передняя сторона и т.п.).

В качестве базового отношения взаимного расположения объектов в пространстве применительно к данной задаче, выделим следующие [3]:

- φ_1 – находиться слева;
- φ_2 – находиться справа;
- φ_3 – находиться выше;
- φ_4 – находиться ниже;
- φ_5 – находиться на одинаковом уровне;
- φ_6 – быть между;
- φ_7 – соприкасаться;
- φ_8 – быть дальше;
- φ_9 – быть перпендикулярно;
- φ_{10} – быть параллельно.

Из базовых отношений с помощью обычных логических операций можно получить нужные производные отношения:

- φ_{11} – не соприкасаться $(O_1 \overline{\varphi_7} O_2) \rightarrow O_1 \varphi_{11} O_2$;
- φ_{12} – находиться сбоку $(O_1 \varphi_1 O_2 \cup O_1 \varphi_2 O_2) \cap (O_1 \varphi_7 O_2 \cup O_1 \varphi_{11} O_2) \rightarrow O_1 \varphi_{12} O_2$;
- φ_{13} – быть поперек $(O_2(d_{min}) \varphi_9 O_1) \cap (O_1 \varphi_7 O_2 \cup O_1 \varphi_{11} O_2) \rightarrow O_1 \varphi_{13} O_2$;
- φ_{14} – быть вдоль $(O_2(d_{max}) \varphi_{10} O_1) \cap (O_1 \varphi_7 O_2 \cup O_1 \varphi_{11} O_2) \rightarrow O_1 \varphi_{14} O_2$.

В качестве базового отношения расстояния выделим следующие:

- r_1 – вплотную;
- r_2 – очень близко;
- r_3 – близко;
- r_4 – не далеко и не близко;
- r_5 – далеко;
- r_6 – очень далеко;
- r_7 – очень – очень далеко.

Результат оценки близости топологий будем описывать нечеткой переменной *Степень_близости_топологий* [4].

Геоинформационная модель оценки близости топологий критических областей логистических прецедентов, содержащих линейные и полигональные объекты:

1. Определить количество примитивов $T_1(pr_1, pr_2, \dots, pr_s)$ и $T_2(pr_1, pr_2, \dots, pr_d)$. Перейти к п.2.

2. Определить типы картографических объектов $T_1(L_1, L_2, \dots, L_p, POL_1, POL_2, \dots, POL_t)$ и $T_2(L_1, L_2, \dots, L_r, POL_1, POL_2, \dots, POL_h)$. Перейти к п.3.

3. Определить характер взаимного расположения объектов $L_i^1 \phi_k POL_t^1$ и $L_x^2 \phi_k POL_y^2$, $k = \overline{1 \dots 14}$. Перейти к п.4.

4. Определить расстояние между объектами $L_i^1 r_m POL_t^1$, $L_x^2 r_m POL_y^2$, $L_{i_1}^1 r_m L_{i_2}^1$, $POL_{t_1}^1 r_m POL_{t_2}^1$, $L_{x_1}^2 r_m L_{x_2}^2$, $POL_{y_1}^2 r_m POL_{y_2}^2$, $m = \overline{1 \dots 7}$. Перейти к п.5

5. По следующим правилам на основе знаний экспертов оценить близость топологий:

1) ЕСЛИ $(s=d)$ И $(L_p^1 = L_r^2)$ И $(POL_t^1 = POL_h^2)$ И $(L_i^1 \phi_{k_1} POL_t^1)$ И $(L_x^2 \phi_{k_2} POL_y^2)$ И $(k_1 = k_2)$ И $(L_{i_1}^1 r_{m_1} POL_{t_1}^1)$ И $(L_{x_1}^2 r_{m_2} POL_{y_1}^2)$ И $(m_1 = m_2)$ ТО *Степень_близости_топологий* = 1;

2) ЕСЛИ $(s \neq d)$ И $(L_p^1 \neq L_r^2)$ И $(POL_t^1 \neq POL_h^2)$ И $(L_i^1 \phi_{k_1} POL_t^1)$ И $(L_x^2 \phi_{k_2} POL_y^2)$ И $(k_1 \neq k_2)$ И $(L_{i_1}^1 r_{m_1} POL_{t_1}^1)$ И $(L_{x_1}^2 r_{m_2} POL_{y_1}^2)$ И $(m_1 \neq m_2)$ ТО *Степень_близости_топологий* = 0;

3) ЕСЛИ $(s \neq d)$ И $(L_p^1 = L_r^2)$ И $(POL_t^1 < POL_h^2)$ И $((L_i^1 \phi_4 POL_t^1)$ И $(L_{i_2}^1 r_2 POL_{t_1}^1)$ ИЛИ $L_{i_3}^1 r_3 POL_{t_1}^1))$ И $((L_x^2 \phi_4 POL_y^2)$ И $(L_{x_3}^2 r_3 POL_{y_1}^2)$ ИЛИ $(L_{x_2}^2 r_2 POL_{y_1}^2)$ ИЛИ $L_{x_3}^2 r_3 POL_{y_1}^2))$ ТО *Степень_близости_топологий* = 0,45;

Вывод. Отличительной особенностью предложенной геоинформационной модели определения близости логистических прецедентов является использование нечетких данных пространственно-временных, топологических отношений и накопленного опыта. По сравнению с известными, предложенная геоинформационная модель позволяет получать решения, адекватные опыту наблюдения реальных ситуаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств: Пер. с франц. – М.: Радио и связь, 1982.

2. Гордиенко Л.В. Описание топологических отношений объектов в геоинформационной системе при управлении материальными потоками // Межотраслевой институт «Наука и образование» Ежемесячный научный журнал. 2014. № 3. С. 26 – 27.

3. Представление и использование знаний / под ред. Х. Уэно, М. Исидзука; пер. с яп. И. А. Иванова под ред. Н. Г. Волкова. - М.: Мир, 1989.

4. Берштейн Л.С., Боженюк А.В. Введение в теорию нечетких графов: учеб. пособие. - Таганрог : Изд-во ТРТУ, 1999.

УДК 622.023.23:627.514:004

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ ГИДРОГЕОМЕХАНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОГРАЖДАЮЩЕЙ ДАМБЫ ХВОСТОХРАНИЛИЩА

А.И. Калашник

кандидат технических наук, заведующий лабораторией, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук, г. Апатиты, Россия, e-mail: kalashnik@goi.kolasc.net.ru

Аннотация. Разработана гидрогеомеханическая 3D модель ограждающей дамбы хвостохранилища, отличительной особенностью которой является принцип интегрирования геолого-геометрических, геомеханических и гидрогеологических условий. Это позволяет, наряду с геомеханическими расчетами, выполнять и гидравлические, а также оценку устойчивости дамбы. Результаты исследований модели на примере одного из крупных хвостохранилищ Кольского региона получили заверку данными комплексных натурных наблюдений и ежемесячного мониторинга.

Ключевые слова: *дамба, хвостохранилище, гидрогеомеханическая модель.*

DESIGN OF COMPUTER HYDRO-MECHANICAL MODEL FOR TAILINGS EMBANKMENT DAM

Anatoly Kalashnik

PhD (Eng.), head of laboratory, Mining Institute KSC RAS, Apatity, Russia; e-mail: kalashnik@goi.kolasc.net.ru

Abstract. A hydro-mechanical 3D model has been designed for a tailings embankment dam, which distinguishing property is a principle of integrating geological-geometric, geomechanical and hydrogeological conditions. This allows both geomechanical and hydraulic calculations and a dam stability assessment. The model research results through the case study of a large tailing at the Kola region have been verified by the data of complex in-situ observations and monthly monitoring.

Keywords: *dam, tailing, hydro-mechanical model.*

Введение. Принципы применения информационных технологий для решения оперативных и стратегических задач освоения минеральных ресурсов Кольского региона были сформулированы в работах [1, 2]. При этом внимание в основном уделялось вопросам предметно-ориентированного моделирования на основе создаваемых баз горно-геологических и горно-технических параметров. Вместе с тем следует отметить, что создаваемые модели горнотехнических объектов, в частности, для решения задач прочности и устойчивости, исследовались в упругой постановке, на основе геометрических параметров, физико-механических свойств пород и внешних нагрузок. Это в достаточной мере является адекватным для массивов скальных пород, но для техногенно перемещенных и водонасыщенных пород необходимы соответствующие модели, которые должны исследоваться в упругопластической и упруго-вязко-пластической постановке, и должны учитывать, в комплексе с механическими, гидравлические условия.

В данной статье рассмотрены подходы к разработке компьютерной гидрогеомеханической 3D модели ограждающей дамбы на примере одного из крупных хвостохранилищ Кольского региона.

Цель работы. Известно, что характер распределения напряжений и перемещений в массивах породных грунтов и их величины зависят от многих факторов, но для ГТС хвостохранилища, представляющего собой массивы породных грунтов, насыщенных водой, уместно выделить следующие основные группы:

- геологическое строение подстилающих массивов породных грунтов;
- гидрогеологический режим района ГТС хвостохранилища;
- структура и инженерно-геологические свойства насыпных ограждающих дамб;
- физико-механические свойства породных грунтов ограждающих дамб и основания-подстилающего массива;
- гидростатические и гидродинамические характеристики системы «хвостохранилище-ограждающие сооружения – основание»;
- геометрические параметры хвостохранилища: объем, мощность хвостовых отложений и приповерхностной воды, конфигурация хвостохранилища в плане, высота и ширина ограждающих дамб, углы наклона склонов, рельеф района расположения хвостохранилища;
- наличие, параметры, ориентация и местоположение в подстилающем основании блочных геологических структур;
- силовые граничные условия: вес воды (уровень воды в хвостохранилище) и налегающих толщ пород, гидростатическое давление, гидродинамическое влияние, боковой отпор, эффективные напряжения, величина и направление основных водных масс района, давление грунтовых вод и т.п.

Учитывая вышесказанное и в целях, по-возможности, максимально большего учета факторов, разработана объемная гидрогеомеханическая 3D модель ограждающей дамбы хвостохранилища.

Гидрогеомеханическая модель. В разработанной гидрогеомеханической 3D модели ограждающей дамбы хвостохранилища реализован принцип интегрирования геолого-геометрических (геологические и пространственные характеристики породных грунтов), геомеханических (механические свойства и действующие нагрузки), гидростатических (степень водонасыщения породных грунтов, геометрический и пьезометрический напор, а также скоростной напор вследствие дренирования воды) (рис. 1а) и гидродинамических (образование зон фильтрации, скоростной напор и давление потока) (рис. 1б) условия. Это позволяет, наряду с геомеханическими расчетами (определение напряжений и деформаций в исследуемом объекте), выполнять и гидравлические (изменение уровня и давления дренирующейся воды, формирование зон повышенной фильтрации и развитие их во времени: увеличение поперечных размеров, повышение скорости и давления фильтрационного потока).

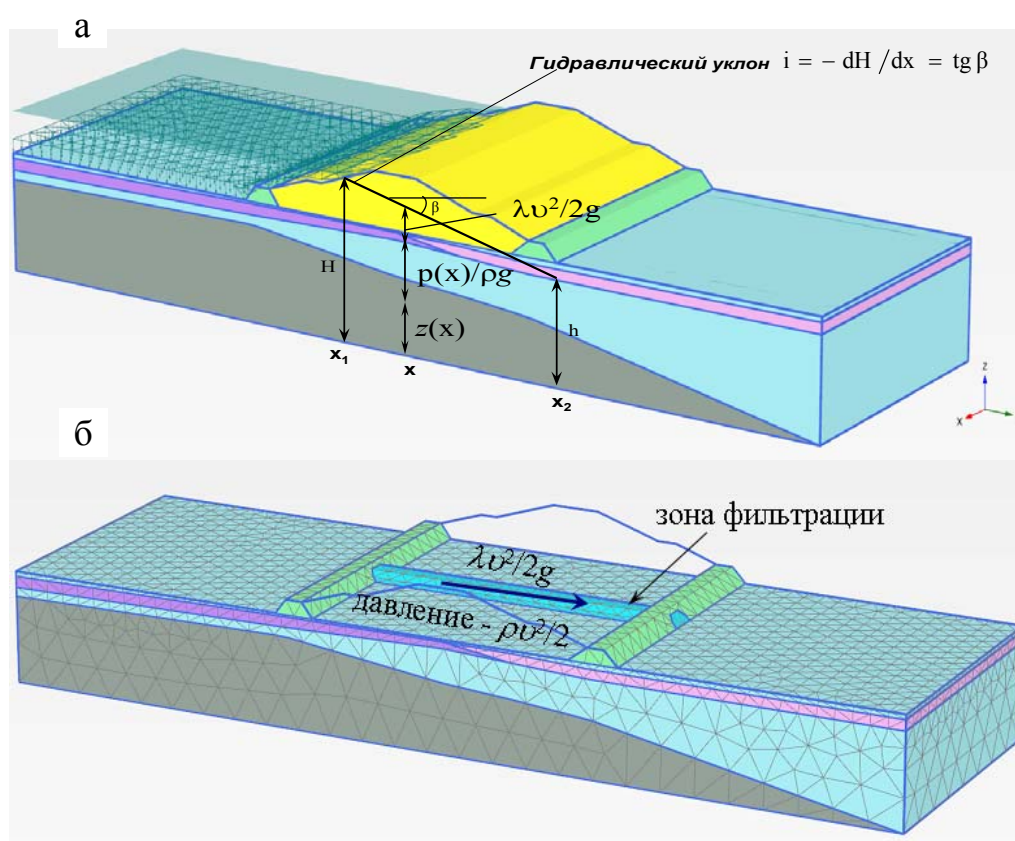


Рисунок 1 - Схема, отражающая учет в гидрогеомеханической модели 3D гидростатических (а) и гидродинамических (б) условий

Гидростатическое воздействие может быть описано графически уравнением Бернулли [3] (рис. 1а), где: H и h – высота уровня воды на верхнем и нижнем склоне, соответственно; $z(x) = H - h$ – геометрический напор в сечении x ; $p(x)/\rho g$ – пьезометрический напор; $\lambda v^2/2g$ – скоростной напор дренирования; λ – коэффициент гидравлического сопротивления; v – скорость дренирования воды; g – ускорение силы тяжести; β – угол гидравлического уклона; ρ – плотность воды; x – рассматриваемое сечение.

В случае формирования зон (условно «каналов») повышенной фильтрации, дополнительно генерируется гидродинамическое воздействие [4] (рис. 1б), которое имеет скоростные ($\lambda v^2/2g$) и динамические ($\rho v^2/2$) характеристики. Кроме того, гидродинамическое давление действует на стенки зоны повышенной фильтрации и, преодолевая силы тяжести грунта, приводит к его разжижению. При этом возможно вымывание грунта вместе с водой – механическая суффозия, вследствие чего увеличиваются поперечные размеры зоны фильтрации.

Особенности модели. Отличительной особенностью разработанной гидрогеомеханической 3D модели является дифференцированное использование для различных породных грунтов соответствующей модели (упругой, упругопластической, упруго-вязко-пластической, консолидационной) их деформирования (поведения под нагрузкой), принимаемой в соответствии с исходными гидрогеологическими данными (рис. 2).

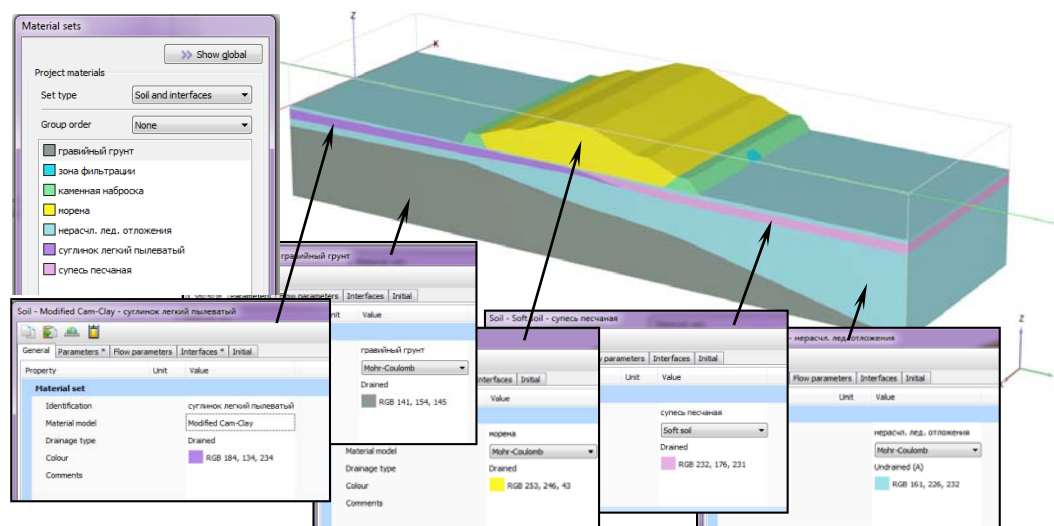


Рисунок 2 - Гидрогеомеханическая 3D модель ограждающей дамбы хвостохранилища

Это позволяет, наряду с геомеханическими расчетами (определение напряжений и деформаций в теле дамбы и подстилающем основании), выполнять и гидравлические (изменение уровня и давления дренирующей

воды, формирование зон повышенной фильтрации и развитие их во времени: увеличение поперечных размеров, повышение скорости и давления фильтрационного потока).

Верификация модели. Компьютерные исследования разработанной гидрогеомеханической 3D модели ограждающей дамбы хвостохранилища выполнены применительно к одному из крупных хвостохранилищ Кольского региона. Верификация расчетных значений выполнялась на основе сопоставительного анализа с данными полевых наблюдений: георадарное зондирование, пьезометрические определения, геодезические измерения [5-7]. Установлено, что полученные расчетные результаты имеют хорошее подтверждение данными комплексных натурных наблюдений и ежемесячного мониторинга.

Выводы. Разработана гидрогеомеханическая 3D модель ограждающей дамбы хвостохранилища, отличительной особенностью которой является принцип интегрирования геолого-геометрических (геологические и пространственные характеристики породных грунтов), геомеханических (механические свойства и действующие нагрузки) и гидрогеологических (гидростатические и гидродинамические параметры) условий. Это позволяет, наряду с геомеханическими расчетами (определение напряжений и деформаций в исследуемом объекте), выполнять и гидравлические (изменение уровня и давления дренирующейся воды, формирование зон повышенной фильтрации и развитие их во времени: увеличение поперечных размеров, повышение скорости и давления фильтрационного потока). Отличительной особенностью разработанной модели также является дифференцированное использование для различных породных грунтов и степени их водонасыщения соответствующей модели их деформирования (поведения под нагрузкой): упругой, упругопластической, упруго-вязко-пластической, консолидационной. Результаты исследований модели на примере одного из крупных хвостохранилищ Кольского региона получили заверку данными комплексных натурных наблюдений и ежемесячного мониторинга.

Исследования выполнены в рамках гранта РФФИ № 15-05-05835.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калашник А.И. Методология применения информационных технологий при освоении минерально-сырьевых ресурсов Кольского полуострова / А.И. Калашник // Наука и образование. 10 лет вместе. – Апатиты: КНЦ РАН, 2005. – С. 132-139.
2. Козырев А.А. Информационные технологии в горном деле / А.А. Козырев, Н.Н. Чаплыгин, А.Д. Вассерман, О.Е. Чуркин, А.И. Калашник., и др. – Апатиты: КНЦ РАН, 1998. – 380 с.
3. Лурье М.В. Задачник по трубопроводному транспорту нефти, нефтепродуктов и газа / М.В.Лурье – М.: ООО Недра-Бизнесцентр, 2003. – 349 с.

4. Ландау Л.Д. Гидродинамика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц - М.: Наука, 1988. – 736 с.
5. Мельников Н.Н. Инновационные георадарные технологии изучения подповерхностной структуры и состояния природно-технических систем / Н.Н. Мельников, А.И. Калашник // Вестник Кольского научного центра РАН. – Апатиты, 2010. - № 3. - С. 4-8.
6. Данилкин А.А. Мониторинг состояния ограждающей дамбы в зоне отработки техногенного месторождения Ковдорского ГОКа / А.А. Данилкин, А.И. Калашник, Д.В. Запорожец, Д.А. Максимов // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2014. - № 7. - С. 344-351.
7. Калашник А.И. Идентификация фильтрационно-деформационных процессов в теле ограждающей дамбы хвостохранилища / А.И. Калашник, Д.В. Запорожец, Н.А. Калашник // Вестник Кольского научного центра РАН. - 2013. - № 2. - С. 13-16.

УДК 622.271.63:627.514:004

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ И ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ ОГРАЖДАЮЩЕЙ ДАМБЫ ХВОСТОХРАНИЛИЩА

Н.А. Калашник

научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук, г. Апатиты, Россия, e-mail: kalashnik@goi.kolasc.net.ru

Аннотация. На основе объемного моделирования ГТС хвостохранилища выявлены параметрические зависимости перемещений грунтов дамбы от ее геометрических и гидродинамических характеристик. Для оценки ее механической прочности и противofильтрационной функциональности предварительно определены значения надежности (безопасности). Полученные результаты предоставляют научную основу, например, для решения обратной задачи оценки устойчивости дамбы хвостохранилища по результатам геодезических и геометрических измерений.

Ключевые слова: хвостохранилище, моделирование, перемещения грунтов, надежность.

COMPUTER MODELING OF MECHANICAL STRENGTH AND IMPERVIOUS FUNCTIONALITY OF TAILINGS EMBANKMENT DAM

Nadezhda Kalashnik

researcher, Mining Institute KSC RAS, Apatity, Russia; e-mail: kalashnik@goi.kolasc.net.ru

Abstract. 3D modeling of tailing's hydro-technical system was applied to reveal parametrical dependencies of a dam's soils movement upon its geometric and hydrodynamic characteristics. Values of reliability (safety) have been preliminary determined in order to assess the dam's mechanical strength and impervious functionality. The results obtained can

be a scientific basis for the dam's stability assessment inversion based on the survey and geometric measurements results.

Keywords: *tailing, modeling, soil movement, reliability.*

Введение. Обеспечение противофильтрационной устойчивости ограждающих дамб хвостохранилищ осложняется тем обстоятельством, что в теле дамбы формируются зоны повышенной фильтрации, идентифицировать которые на их начальной стадии традиционными визуальными и инструментальными методами не представляется возможным.

Натурные измерения. Режимными еженедельными георадарными определениями на одном из крупных хвостохранилищ на Кольском полуострове были выявлены несколько зон неоднородностей в теле дамбы, одна из которых была идентифицирована и прослежена в динамике развития как зона суффозионного размыва [1]. Первоначальными измерениями было определено, что структура данного участка дамбы является относительно однородной и уровень грунтовых вод располагался на глубине 4,5-5,0 м. Спустя три недели измерениями было выявлено изменение картины ниже уровня грунтовых вод, а еще через неделю было установлено общее изменение волновой картины, к наиболее существенным отличиям которой следует отнести «прерывистость» или «размытость» уровня грунтовых вод на интервале около 10 м. Последующими определениями была прослежена общая динамика формирования зоны повышенной фильтрации протяженностью до 10 м и вертикальными размерами около 6 м.

Представляется уместным отметить, что проведенные Горным институтом КНЦ РАН тестовые исследования применимости георадарного зондирования для оценки состояния ограждающей дамбы хвостохранилища показали их высокую информативность и достаточную для решения практических задач локализации депрессионной плоскости и зон повышенной фильтрации разрешающую способность [1, 2].

Цель исследований. В целях выявления особенностей формирования зоны повышенной фильтрации была разработана гидрогеомеханическая модель ГТС хвостохранилища и, на этой основе, создана объемная (3D) компьютерная модель, учитывающая неоднородность структуры ограждающей дамбы, строение подстилающего основания, геометрию дамбы, уровни заполнения хвостохранилища и условия дренирования [3]. На сопряжении нижней части тела дамбы и подстилающего основания имитировалась трапецеидальная зона с размерами: нижняя граница -10 м, верхняя – 6м, высота- 3,5 м (условно названная «одинарная») с

последующим ее практически двукратным увеличением до размеров 20, 10 и 4 м, соответственно (условно названная «двойная»).

Компьютерное моделирование. Выполнено многовариантное компьютерное моделирование фильтрационно-деформационных процессов, формирующихся в теле дамбы. В качестве изменяющихся внешних параметров были приняты уровни воды на нижнем и верхнем склонах и мощность хвостовых отложений, а внутренних: деформационные свойства грунтов (сцепление, угол внутреннего трения), а также скорость и давление фильтрации дренирующейся воды. При этом для каждого слоя грунтов дамбы и подстилающего ее основания задавалась, с учетом исходных гидрогеологических данных, соответствующая модель деформирования: упругопластическая, упруго-вязко-пластическая, фильтрационной консолидации.

Результаты моделирования. По результатам расчетов для различных вариантов были определены напряжения и деформации, реализующиеся в перемещениях грунтов) в теле дамбы и подстилающем основании, а также выявлены закономерности особенностей изменений эффективных напряжений в скелете грунтов и порового давления воды, как активного, так и избыточного. Проведение гидравлических расчетов позволило выявить особенности формирования зон повышенной фильтрации и развития фильтрационно-деформационных процессов.

На рисунке 1 показана динамика полных перемещений дамбы вследствие увеличения размеров зоны фильтрации при прочих равных условиях. Можно видеть, что возникновение зоны фильтрации приводит к существенному изменению картины перемещений, а увеличение ее размеров вдвое меняет эту картину кардинальным образом.

Обсуждение результатов. На основе моделирования было выявлено, что изменение гидродинамических характеристик (скорости и давления дренирующейся воды на породные грунты) в зоне фильтрации сказывается в результирующих значениях и нелинейном характере полных перемещений поверхности дамбы (рис. 2). Даже незначительное увеличение скорости и, соответственно, давления фильтрующейся воды приводит к краткому возрастанию перемещений грунтов, которые для рассмотренных условий могут достигать 60 см на гребне дамбы.

Для прогнозной оценки механической прочности и противофильтрационной функциональности грунтов дамбы компьютерным моделированием в объемной постановке определены значения надежности (безопасности) как интегральной функции заданных в исследуемой модели параметров в зависимости от продольного (по оси зоны фильтрации) коэффициента фильтрации K_f (таблица). Автор считает

необходимо отметить, что полученные значения носят предварительный прогнозный характер и для их уточнения необходимы дополнительные исследования и заверка экспериментальными определениями.

Таблица 1 - Расчетные значения надежности исследуемой ограждающей дамбы

Продольный коэффициент фильтрации (K_{ϕ})	Зона фильтрации	
	«Одинарная»	«Двойная»
0,03	1,18	1,17
10	1,18	1,07
100	1,17	1,01
500	1,08	0,93
600	1,03	0,75
800	1,02	0,55
900	1,01	0,48

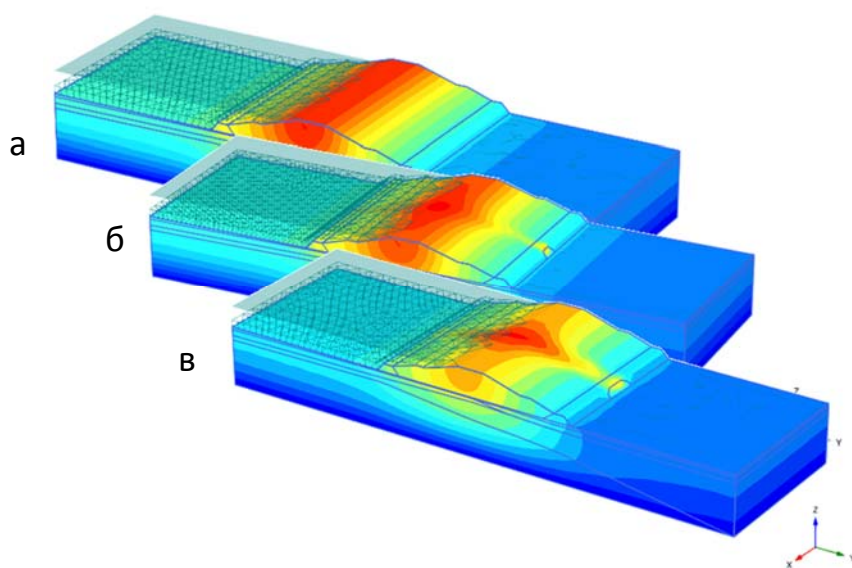


Рисунок 1 - Динамика полных смещений дамбы вследствие увеличения размеров зоны фильтрации:

- а - без фильтрации;
- б – «одинарная»;
- в – «двойная»

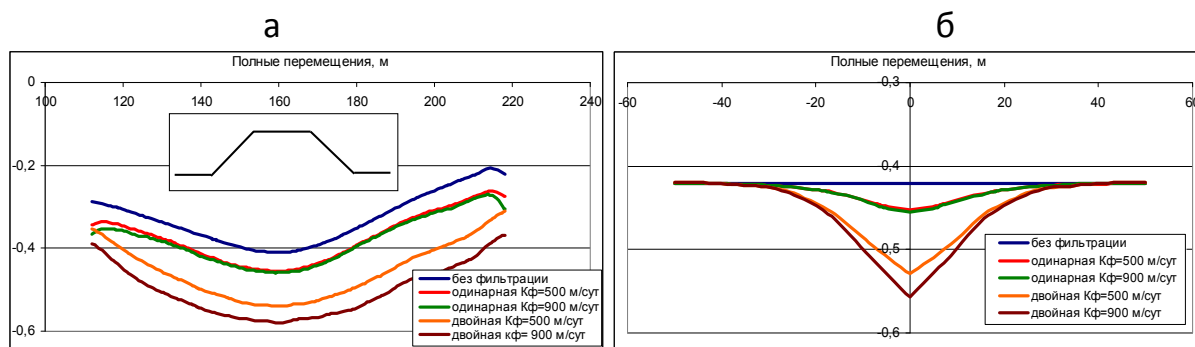


Рисунок 2 – Графики полных перемещений для различной степени фильтрации: а – горизонтальное сечение над зоной фильтрации; б – продольное сечение по центру гребня дамбы

Выводы. Выполненным компьютерным моделированием ГТС хвостохранилища выявлены параметрические зависимости перемещений поверхности ограждающей дамбы от геометрических и гидродинамических характеристик потенциально формирующейся зоны повышенной фильтрации. Для прогнозной оценки ее механической прочности и противофильтрационной функциональности в объемной постановке предварительно определены значения надежности (безопасности) как интегральной функции заданных в исследуемой модели параметров в зависимости от коэффициента фильтрации по продольной оси зоны. Полученные результаты предоставляют научную основу, например, для решения обратной задачи оценки устойчивости дамбы хвостохранилища по результатам геодезических и геометрических измерений.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ № 14-05-98810 и Правительства Мурманской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калашник А.И. Идентификация фильтрационно-деформационных процессов в теле ограждающей дамбы хвостохранилища / А.И. Калашник, Д.В. Запорожец, Н.А. Калашник // Вестник Кольского научного центра РАН. - 2013. - № 2. - С. 13-16.
2. Мельников Н.Н. Инновационные георадарные технологии изучения подповерхностной структуры и состояния природно-технических систем / Н.Н. Мельников, А.И. Калашник // Вестник Кольского научного центра РАН. – Апатиты, 2010. - № 3. - С. 4-8.
3. Калашник Н.А. Моделирование гидротехнических сооружений при ведении горных работ / Н.А. Калашник // Горное дело: Технологии. Оборудование. Спецтехника. – Екатеринбург, 2011. - С. 197.

УДК 004.5

ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРАЦИИ СЕРВИСА BING MAPS В ПРИЛОЖЕНИЕ WPF**Н.В. Карпенко¹, Д.С. Попов²**

¹кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электронных вычислительных машин, Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: karpenko_nadija@mail.ru

²студент группы KI-13-1, кафедра электронных вычислительных машин, Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: sonarnoir@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены варианты интеграции онлайн карт, разработки пользовательских элементов управления, с подключением надстроек в приложение, созданное с использованием технологии Windows Presentation Foundation.

Ключевые слова: WPF, онлайн карты, элементы управления, слои, интеграция

PECULIARITIES IN BING MAPS SERVICES INTEGRATION INTO WPF-APPLICATION**Nadiia Karpenko¹, Dmitriy Popov²**

¹ Ph.D. in Physics and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of Computer, Dnipropetrovs'k National University named by Oles Honchar, Dnipropetrovs'k, Ukraine, e-mail: karpenko_nadija@mail.ru

² student, Department of Computer, Dnipropetrovs'k National University named by Oles Honchar, Dnipropetrovs'k, Ukraine, e-mail: sonarnoir@gmail.com

Abstract. The article describes the various options for integrate online map, developing control API.

Keywords: WPF, online map, layers, integration, control API

Введение: В настоящее время существует множество картографических сервисов и поисково-информационных приложений, например, Яндекс.Карты, Рамблер-Карты, Карты Google и др. Для полноценной работы с этими сервисами необходимо подключение к сети Интернет, что не всегда осуществимо. К тому же хотелось бы иметь возможность добавления личных заметок (текста, медиа-контента и др.) к маршруту или месту на карте в любое удобное для пользователя время или, вообще, использовать карты как дополнение к приложению, основной функцией которого вовсе не является работа с картами.

В настоящее время наиболее интересной технологией для создания как автономных, так и запускаемых в браузере Windows-приложений

является Windows Presentation Foundation (WPF). Благодаря применению стилей и шаблонов, решена проблема настройки элементов управления, что позволяет создать приложение с насыщенным пользовательским интерфейсом [1]. Исходя из этого, хотелось бы рассмотреть особенности интеграции сервиса Bing Maps в приложение, созданное с использованием технологии WPF.

Цель работы: Интегрировать сервис в приложение WPF, разработать пользовательский интерфейс взаимодействия с приложением, использовать надстройки и слои для расширения функционала приложения.

Материалы и результаты исследования: Для работы с онлайн сервисами карт (технология Microsoft Bing Maps) необходимо выполнение ряда условий:

- ✓ наличие аккаунта разработчика Bing Map [2];
- ✓ наличие уникального ключа картографического сервиса – необходимо заполнить информацию о цели использования картографических сервисов, ссылки на приложение, выбрать тип ключа;
- ✓ наличие .NET Framework версии 4.0 и выше и Windows SDK.

Рассмотрим процесс интеграции картографического сервиса в стандартное приложение WPF. Для начала необходимо загрузить динамическую библиотеку классов Microsoft.Maps.MapControl.WPF.dll (поставляется в комплекте при установке Bing API) и добавить ссылку на библиотеку в проекте. Далее работаем с кодом XAML:

1. Следует сделать объявление:

```
xmlns:m="clr-namespace:Microsoft.Maps.MapControl.WPF;assembly=Microsoft.Maps.MapControl.WPF"
```

2. Добавить следующий код, чтобы поместить карту в поле Grid:

```
<Grid>  
    <m:Map x:Name="myMap" CredentialsProvider="INSERT_YOUR_BING_MAPS_KEY"  
    Mode="Aerial"/>  
</Grid>
```

где вместо фразы "INSERT_YOUR_BING_MAPS_KEY" следует указать ранее полученный ключ разработчика.

Теперь можно выбрать режим отображения карты. Существует три стандартных режима отображения: Road, Aerial, AerialWithLabels. Режим отображения можно указать в XAML коде приложения, например, Mode="AerialWithLabels", но гораздо практичнее будет объявить режим карты при инициализации приложения, что позволит в будущем изменять режим карты без вмешательства в код XAML:

```
public MainWindow()  
{
```

```
InitializeComponent();  
myMap.Mode = new AerialMode(true);  
}
```

После проведенных манипуляций карта появилась в приложении (рис. 1), однако у нас еще нет интерфейса для взаимодействия с ней. Чтобы исправить это, необходимо создать пользовательский интерфейс и передать подключенной карте право захватывать нажатия клавиш. Это делается добавлением строки

```
myMap.Focus();
```

Теперь нажимая клавиши "+" и "-" карту можно приблизить и отдалить.



Рисунок 1 – Отображение карты в приложении WPF

Для реализации центрирования карты на определенные страны (города, улицы) необходимо передать следующие параметры:

1. Координаты – именно они задают условную точку центрирования;
2. Степень увеличения (зумирования);
3. Степень разворота карты (не используется).

Существует два способа реализации центрирования по заданной координате: через код XAML, либо через код C#:

Код XAML :

```
<Button x:Name="btnNewYork" Click="ChangeMapView_Click" Tag="40.7199,-  
74.0030,0.0000 12.0000" Margin="5">
```



```
<TextBlock>New York</TextBlock>
</Button>
```

Код WPF:

```
private void ChangeMapView_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    string[] tagInfo ;
    if (comboBox1.SelectedIndex == 0)
    {
        tagInfo = "48.4618,35.0224,0 16".Split(' ');
        Location center = (Location)locConverter.ConvertFrom(tagInfo[0]);
        double zoom = System.Convert.ToDouble(tagInfo[1]);
        myMap.SetView(center, zoom);
    }
}
```

В переменную tagInfo можно поместить любую координату, после чего произвести центрирование по ней. Второй вариант более практичен и функционален.

С помощью BingMaps можно отображать различные фигуры на слое поверх карты, для этого необходимо указать начальную и конечную точку линии, а так же её толщину (в виде координат), например:

```
<m:MapPolyline Stroke="Blue" StrokeThickness="5"
    Locations="47.6424,-122.3219 47.8424,-122.1747 47.5814,-122.1747
47.67856,-122.130994"
    Opacity="0.7"/>
```

Либо же можно использовать функцию, которая будет создавать линии в зависимости от выбранных точек, что опять же, будет более практично:

```
void addNewPolyline()
{
    MapPolyline polyline = new MapPolyline();
    polyline.Stroke = new System.Windows.Media.SolidColorBrush(System.Windows.Media.Colors.Blue);
    polyline.StrokeThickness = 5;
    polyline.Opacity = 0.7;
    polyline.Locations = new LocationCollection() {
        new Location(47.6424, -122.3219),
        new Location(47.8424,-122.1747),
        new Location(47.67856,-122.130994)};
    myMap.Children.Add(polyline);
}
```

В поля new Location() можно передавать параметры, тем самым задавая точки, через которые будет проведена линия.

Для упрощения процесса создания ломаных линий, можно привязать задание точек к двойному клику мыши. Для этого необходимо создать событие: `MapWithPolygon_MouseDoubleClick` и описать функцию для «отлавливания» текущего положения курсора:

```
Point mousePosition = e.GetPosition(this);
```

и передачи координаты в функцию задания точки:

```
Location polygonPointLocation = MapWithPolygon.ViewportPointToLocation(mousePosition);
```

Сервис `BingMaps` поддерживает многослойность картографического приложения, значит можно использовать данную особенность для отображения медиа контента на слое поверх карты. Для этого необходимо привязать к пользовательскому событию, например клику по кнопке «Добавить», функцию добавления изображения. Следует обратить внимание на то, что можно указывать источник изображения в виде `Url` адреса изображения:

```
BitmapImage myBitmapImage = new BitmapImage();  
myBitmapImage.BeginInit();  
myBitmapImage.UriSource = new Uri("http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d4/Golden_Gate_Bridge10.JPG");
```

...

```
imageLayer.AddChild(image, location, position);  
myMap.Children.Add(imageLayer);
```

Изображение будет размещено на дочернем слое. Каждый новый слой при перекрытии скрывает предыдущий, однако сохраняет его функционал.

Помимо изображений также можно добавлять видео:

```
MediaElement video = new MediaElement();  
video.Source = new Uri(@"http://mschnl-  
ine.vo.llnwd.net/d1/ch9/9/2/9/9/1/4/TCS2NBCOlympics_ch9.wmv",
```

```
UriKind.RelativeOrAbsolute);
```

Одной из востребованных функций является создание заметок прямо на карте. Как и в примерах выше, можно привязать функцию с захватом координаты в положении курсора к событию двойного щелчка мышью.

Для отображения, например, названий улиц (рис. 2), следует использовать надстройку (новый слой). Для этого необходимо подгружать надстройку к карте, а значит необходимо указать адрес к ней:

```
TileSource tileSource = new TileSource();  
tileSource.UriFormat = "{UriScheme}://ecn.t0.tiles.virtualearth.net/tiles/r{quad-key}.jpeg?g=129&mkt=en-us&shading=hill&stl=H";
```

Теперь с картой можно полноценно работать.

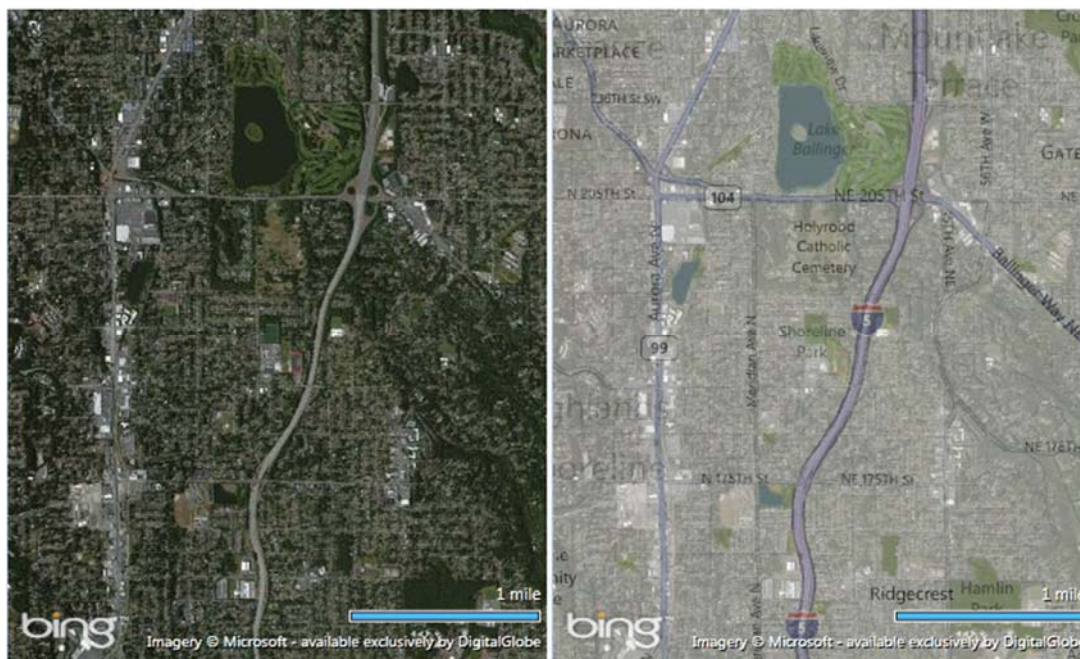


Рисунок 2 – Отображение названий улиц

Для нахождения местности по названию следует воспользоваться внешней надстройкой. Это означает, что поисковый запрос будет отправлен в виде строки, а надстройка будет возвращать результат поиска – координаты. Следует учесть то, что поисковый сервис работает лишь с региональным стандартом. Таким образом, в поисковом запросе необходимо заменить запятые на точки. Пример генерации запроса:

```
public XmlDocument Geocode(string addressQuery)
{
    string geocodeRequest = "http://dev.virtualearth.net/REST/v1/Locations/" + addressQuery + "?o=xml&key=" + BingMapsKey;
    XmlDocument geocodeResponse = GetXmlResponse(geocodeRequest);
    return (geocodeResponse);
}
```

Получение результата запроса:

```
System.Diagnostics.Trace.WriteLine("Request URL (XML): " + requestUrl);
HttpRequest request = WebRequest.Create(requestUrl) as HttpRequest;
using (HttpWebResponse response = request.GetResponse() as HttpWebResponse)
{
    if (response.StatusCode != HttpStatusCode.OK)
        throw new Exception(String.Format("Server error (HTTP {0}: {1}).",
            response.StatusCode,
            response.StatusDescription));
    XmlDocument xmlDoc = new XmlDocument();
}
```

```
xmlDoc.Load(response.GetResponseStream());
return xmlDoc;
}
```

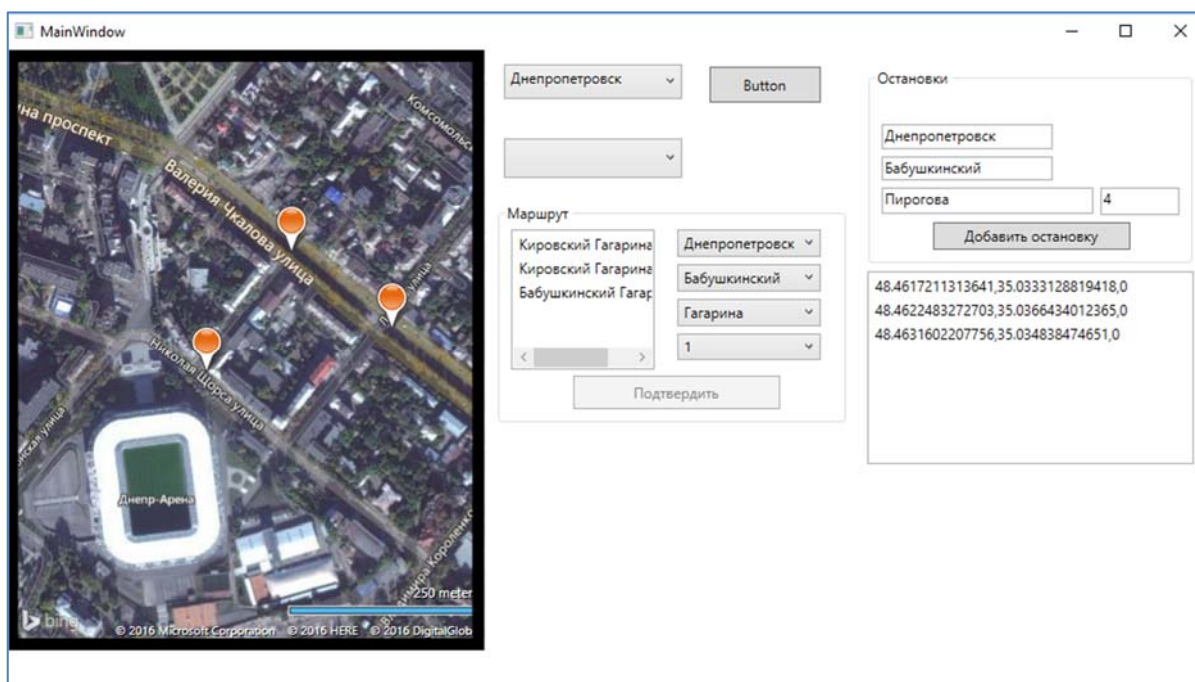


Рисунок 3 – Приложение WPF с интегрированным сервисом BING MAPS

Выводы: Выполняя вышеперечисленные действия можно интегрировать картографический сервис BING MAPS в WPF-приложение. С помощью данного приложения можно генерировать маршруты, производить поиск улиц/городов, создавать заметки к этим маршрутам, добавлять медиа контент.

ЛИТЕРАТУРА

1. Натан А. WPF 4. Подробное руководство. - Пер. с англ. - СПб.: Символ-Плюс, 2011. - 880 с.
2. Bing Maps Dev Center [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bingmapsportal.com/> — Загл. с экрана.
3. Техническая документация, поставляемая с пакетом BingMap API
4. Пользовательские элементы контроля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh750210.aspx> — Загл. с экрана.

УДК 004.09

ТАБЛИЧНЫЕ МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СЕРЫХ УСЛОВИЯХ**А.А. Косолапов**

доктор технических наук, профессор кафедры электронных вычислительных машин, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: kosolapof@i.ua

Аннотация. В работе описаны разработанные автором табличные модели, которые позволяют автоматизировать и упростить процесс принятия решений в серых условиях.

Ключевые слова: серые системы, табличные модели, автоматизация принятия решений

TABLE MODEL TOOLS FOR DECISION MAKING UNDER GREY CONDITIONS**Anatolii Kosolapov**

Ph.D., Professor of Computer Department, Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lasaryan, Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: kosolapof@i.ua

Abstract. The paper describes the author developed table models that help automate and simplify the process of decision-making under grey conditions.

Keywords: grey system, table model, the automation of decision-making.

Введение. Современные автоматизированные системы управления предприятиями в промышленности и на транспорте представляют собой многоуровневые, территориально и функционально распределённые организационно-технологические системы с сетевой архитектурой, взаимодействующие в режиме реального масштаба времени [1, 2]. Создание таких систем осуществляется на основе комплексных методик системного проектирования, в которых оценка эффективности и поиск наилучших вариантов связаны с проблемой принятия решений по нескольким критериям [3, 14]. При этом многие критерии, как правило, являются словесными или нечеткими.

В этой ситуации, когда нет никакой числовой информации о критериях, говорят о системе как о «чёрном ящике». Если есть полный набор числовых данных о критериях и ограничениях – говорят о «белом ящике» с возможным единственным оптимальным решением. На самом деле, между этими крайностями находятся системы, которые называют серыми,

туманными или нечёткими. По [8, 9] серой называется такая система, которая частично известна и частично неизвестна (с неполным описанием).

В реальных системах и технологиях неопределенность всегда существует, и они находятся всегда посередине, где-то между крайностями от черного до белого, то есть в серой зоне. Серые системы дают разнообразие доступных решений, а серый анализ позволяет найти не оптимальное решение, а хорошее, соответствующее решению реальных проблем [5].

Поэтому в серых системах вместо традиционного аналитического метода анализа иерархий АНР [15] используют нечеткий АНР [14], который основывается на расчетах энтропии веса [13].

Однако, и у этих методов также имеется ряд недостатков. Поэтому, чтобы преодолеть эти проблемы, Chen [6] предложил эффективный метод на основе использования арифметических операций с нечёткими числами, но и он остаётся субъективным, и не системным.

Для обеспечения системного подхода к получению оценки ранга матрицы и устранения недостатков в нечётком АНР [6, 7], в [16] предложен новый метод оценки, который основан на использовании серого реляционного анализа [9] и арифметических операций с нечёткими числами [11, 12, 18], где степень соответствия каждой системы каждому критерию выражают соответствующим серым реляционным коэффициентом и реляционным классом. Кроме того, вес каждого критерия, который определяется экспертом, представляет собой нечёткое треугольное число или чёткое значение. Кроме того, предлагается простая схема дефазификации нечёткого треугольного числа в соответствии с концепцией центра тяжести. При этом предложены две методики для решения задач принятия решений: с нечёткими или чёткими векторами взвешивания. В данном случае, поскольку оценка рангов определяется серым реляционным анализом, а не предпочтениями эксперта, предлагаемый подход является более системным, чем в [6]. И последнее, так как предлагаемый способ использует упрощённые арифметические операции с нечёткими числами, а не сложные вычисления энтропии веса в [14], его производительность аналогична методу представленному в [6] и намного выше производительности метода, приведенного в [14]. Эффективность применения методики во многом зависит от автоматизации обработки многочисленных данных в процессе принятия решений без использования сложных специализированных пакетов, например, в среде электронных таблиц [4]. **Целью данной работы** было разработать комплекс табличных аналитических моделей для автоматизации и упрощения вычислений.

Материал и результаты исследований. Теория нечётких множеств, предложенная профессором Заде [17], определяет нечёткое множество как класс с нечёткими границами. Пусть U является юниверсом (вселенной) дискурса, $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$. Тогда нечёткое множество A из U является множеством упорядоченных пар $\{(u_1, f_{\tilde{A}}(u_1)), (u_2, f_{\tilde{A}}(u_2)), \dots, (u_n, f_{\tilde{A}}(u_n))\}$ где функция $f_{\tilde{A}}, f_{\tilde{A}}: U \rightarrow [0, 1]$, является функцией принадлежности A , и $f_{\tilde{A}}(u_i)$ указывает на степень принадлежности u_i к $\tilde{A}$. В соответствии с [11, 12, 18], нечеткое число A юниверсума дискурса U может быть треугольным или трапецеидальным. Арифметические операции над этими числами описаны в [6, 11, 12, 18].

Теория серых систем была предложена профессором Deng [8] для исследования систем с недостаточным содержанием информации. В теории серых систем серый реляционный анализ улавливает отношения между главным фактором и другими вспомогательными факторами в исследуемой системе. В процессе сравнения эталонная последовательность соотносится со сравниваемыми последовательностями, которые показывают некоторую степень сходства с эталонной моделью и, таким образом, определяется лучшая из них.

Серый реляционный анализ может быть выполнен следующим образом.

Шаг 1: Пусть эталонная последовательность будет

$$x_0 = \{x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n)\}$$

Шаг 2: Подготовим m сравниваемых последовательностей

$$x_i = \{x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n)\}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Шаг 3: Вычислим серый реляционный коэффициент

$$\gamma(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\min_j \min_l |x_0(l) - x_j(l)| + \xi \max_j \max_l |x_0(l) - x_j(l)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \xi \max_j \max_l |x_0(l) - x_j(l)|} \quad (1)$$

где $\xi \in (0, 1]$ является отличительным коэффициентом, а $\gamma(x_0(k), x_i(k))$ называется серым реляционным коэффициентом в точке k .

Шаг 4: Проводим серую реляционную оценку по формуле

$$\gamma(x_0, x_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma(x_0(k), x_i(k)) \quad (2)$$

Здесь $\gamma(x_0, x_i)$ показывает степень влияния последовательности x_i на эталонную последовательность x_0 . Другими словами эталонная последовательность может собирать полезную информацию о вариации точек данных от других аналогичных последовательностей. Анализ серых реляционных оценок позволяет понять, какие факторы имеют решающее значение в процессе принятия решений.

Рассмотрим методику и алгоритм принятия решений на примере выбора серых систем вооружений [6].

Допустим, имеется m серых систем $S_1, S_2, \dots, S_m$, из которых необходимо выбрать наилучшую по n критериям $C_1, C_2, \dots, C_n$.

Если критерий C_i , $i = 1, 2, \dots, n$ состоит из n_i элементов критерия, то система $S_j, j = 1, 2, \dots, m$, относительно критерия C_i , может быть представлена последовательностью $S_{ji} = \{s_{ji}(1), s_{ji}(2), \dots, s_{ji}(n_i)\}$, где $s_{ji}(k)$, $k = 1, 2, \dots, n_i$ может быть чётким значением или лингвистическим термом (нечётким числом). Кроме того, предположим, что веса критериев, заданных лицом, принимающим решение, представлены весовым вектором $\tilde{W}$, $\tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n]$, где $\tilde{w}_i$ - треугольное нечёткое число и обозначает вес критерия C_i . Алгоритм методологии принятия решений можно представить в виде следующих шагов.

Шаг 1: Предварительная обработка рассматриваемых последовательностей.

Так как в процессе вычисления серых реляционных классов (коэффициентов) должны рассчитываться максимальные и минимальные различия между всеми последовательностями, то отсюда: (I) все элементы каждой последовательности должны быть четкими значениями; (II) желательно, чтобы все компоненты рассматриваемой последовательности имели одинаковый порядок.

Таким образом, на первом этапе мы должны предварительно обработать элементы каждой рассматриваемой последовательности. Среди всех последовательностей предварительный этап направлен на элементы одного и того же критерия.

Давайте рассмотрим k -й элемент критерия C_i . Схема предварительной обработки представлена следующими действиями.

Если $s_{ji}(k)$, $k = 1, 2, \dots, m$ - чёткое значение, то существует 3 простых метода привести эти элементы к одинаковому порядку.

Метод 1.

$$\bar{s}_{ji}(k) = \frac{s_{ji}(k)}{M_{ik}}, \quad (3)$$

где $M_{ik} = \max\{s_{1i}(k), s_{2i}(k), \dots, s_{mi}(k)\}$.

Метод 2.

$$\bar{s}_{ji}(k) = \frac{s_{ji}(k)}{m_{ik}}, \quad (4)$$

где $m_{ik} = \min\{s_{1i}(k), s_{2i}(k), \dots, s_{mi}(k)\}$.

Метод 3.

$$\bar{s}_{ji}(k) = \frac{s_{ji}(k) - m_{ik}}{M_{ik} - m_{ik}}, \quad (5)$$

где определение M_{ik} и m_{ik} приведено в (3) и (4) соответственно.

В противном случае, если $s_{ji}(k)$ является лингвистическим термом, то $s_{ji}(k)$ может быть представлено треугольным нечётким числом, параметризованным триплетом $(a_{ji}(k), b_{ji}(k), c_{ji}(k))$. Поэтому, применяя уравнение (6), это треугольное нечёткое число может быть дефазифицировано в чёткое значение:

$$\bar{s}_{ji}(k) = \frac{a_{ji}(k) + b_{ji}(k) + c_{ji}(k)}{3} \quad (6)$$

Для того, чтоб гарантировать, что дефазифицированное значение (6) имеет тот же порядок, что и величина, полученная из (3), (4) или (5), юниверсум дискурса устанавливается в виде $[0,1]$.

После предварительной обработки рассматриваемых последовательностей, мы получаем $m \times n$ новых последовательностей, $\bar{S}_{ji} = \{\bar{s}_{ji}(1), \bar{s}_{ji}(2), \dots, \bar{s}_{ji}(n_i)\}$, которые рассматриваются как сравниваемые последовательности в сером реляционном анализе.

Шаг 2: Выбор исходных последовательностей.

Целью оценки систем вооружения является выбор оптимальной среди всех рассматриваемых систем. Таким образом, для каждого критерия мы должны выбрать подходящую исходную последовательность для выполнения серого реляционного анализа в следующем шаге. Выбор исходной последовательности определяется выбором оптимального значения среди всех систем по отношению к каждому элементу критерия. То есть, исходная последовательность $S_{0i}, i = 1, 2, \dots, n$ представляется в виде

$$S_{0i} = \{s_{0i}(1), s_{0i}(2), \dots, s_{0i}(n_i)\}, \quad (7)$$

где $S_{0i}(k), k = 1, 2, \dots, n$ является оптимальным (лучшим) значением среди $\bar{s}_{1i}(k), \bar{s}_{2i}(k), \dots, \bar{s}_{mi}(k)$ и определяются экспертом.

Шаг 3: Расчет серых реляционных классов.

Согласно уравнения (1) серый реляционный коэффициент $\gamma_{ji}(k)$ может быть получен следующим образом:

$$\begin{aligned} \gamma_{ji}(k) &= \gamma(s_{0i}(k), \bar{s}_{ji}(k)) = \\ &= \frac{\min_p \min_l |s_{0i}(l) - \bar{s}_{pi}(l)| + \xi \max_p \max_l |s_{0i}(l) - \bar{s}_{pi}(l)|}{|s_{0i}(k) - \bar{s}_{ji}(k)| + \xi \max_p \max_l |s_{0i}(l) - \bar{s}_{pi}(l)|}, \end{aligned} \quad (8)$$

где $\xi \in (0, 1]$ известный коэффициент, $p = 1, 2, \dots, m$ и $l, k = 1, 2, \dots, n_i$. Тогда серый реляционный класс между исходной последовательностью S_{0i} и сравниваемой последовательностью $\bar{S}_{ji}$ рассчитывается с помощью выражения

$$\gamma_{ji} = \sum_{k=1}^{n_i} \bar{w}_k \gamma_{ji}(k), \quad (9)$$

где w_k - вес серого реляционного коэффициента $\gamma_{ji}(k)$ и $\sum_{k=1}^{n_i} \bar{w}_k = 1$.

Шаг 4: Построение матрицы оценок.

На предыдущем шаге серый реляционный коэффициент $\gamma_{ji}(k)$ может рассматриваться как степень удовлетворенности для системы S_j по отношению к k -му пункту критерия C_i . Аналогично серый реляционный класс можно рассматривать как среднюю оценку ранга системы S_j по отношению к критерию C_i . Тогда, представляя серый реляционный класс каждой системы по отношению к каждому критерию, получаем матрицу оценок:

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \dots & \gamma_{1n} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \dots & \gamma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma_{m1} & \gamma_{m2} & \dots & \gamma_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}. \quad (10)$$

Шаг 5: Принятие решений (нечёткий вектор взвешивания).

В начале шага принятия решений будут выполняться следующие операции преобразования:

$$\tilde{R} = A \cdot \tilde{W}^T = \begin{bmatrix} \gamma_{11} \cdot \tilde{w}_1 \oplus \gamma_{12} \cdot \tilde{w}_2 \oplus \dots \oplus \gamma_{1n} \cdot \tilde{w}_n \\ \gamma_{21} \cdot \tilde{w}_1 \oplus \gamma_{22} \cdot \tilde{w}_2 \oplus \dots \oplus \gamma_{2n} \cdot \tilde{w}_n \\ \vdots \\ \gamma_{m1} \cdot \tilde{w}_1 \oplus \gamma_{m2} \cdot \tilde{w}_2 \oplus \dots \oplus \gamma_{mn} \cdot \tilde{w}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{R}_1 \\ \tilde{R}_2 \\ \vdots \\ \tilde{R}_m \end{bmatrix}, \quad (11)$$

где $\cdot$ и $\oplus$ - операторы алгебраического произведения и суммирования нечётких чисел соответственно. $\tilde{W}^T$ означает транспонирование весового вектора $\tilde{W}$, а $\tilde{R}_1, \tilde{R}_2, \dots, \tilde{R}_m$ – треугольные нечёткие числа.

После этого применяем выражение (6) для дефаззификации треугольных нечётких чисел $\tilde{R}_1, \tilde{R}_2, \dots, \tilde{R}_m$ в чёткие значения $v_1, v_2, \dots, v_m$, т.е. если $\tilde{R}_j = (a_j, b_j, c_j)$, то

$$v_j = \frac{a_j + b_j + c_j}{3}, \quad (12)$$

где $j = 1, 2, \dots, m$.

Если v_p – самое большое значение среди $v_1, v_2, \dots, v_m$, то система S_p является лучшим выбором.

Если весовой вектор $\tilde{W}$ заменяется "чётким" значением W , $W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$, то последний шаг становится следующим.

Шаг 6: Принятие решений (чёткий весовой вектор).

Выполняются следующие операции преобразования:

$$V = AW^T = \begin{bmatrix} w_1\gamma_{11} + w_2\gamma_{12} + \dots + w_n\gamma_{1n} \\ w_1\gamma_{21} + w_2\gamma_{22} + \dots + w_n\gamma_{2n} \\ \vdots \\ w_1\gamma_{m1} + w_2\gamma_{m2} + \dots + w_n\gamma_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_m \end{bmatrix}, \quad (13)$$

где W^T означает транспонирование весового вектора W .

Аналогично, если v_p – самое большое значение среди $v_1, v_2, \dots, v_m$, то система S_p – оптимальна.

В работе представлен комплекс таблиц для автоматизации выбора систем и технологий в серых условиях, применение которого иллюстрируется на примере оценки систем вооружений из [6, 14]. Имеются

три системы S_1, S_2 и S_3 . Для выбора наиболее перспективной системы составляется их спецификации с числовыми тактическими характеристиками (см. рис. 1).

	A	C	D	E	F
4	Тактические данные систем				
5	Элемент	S1	S2	S3	Группы С
6	Дальность, км	43	36	38	C1
7	Высота, м	25	20	23	
8	Скорость Маха	0,72	0,8	0,75	
9	Скорострельность, выстр/мин	0,6	0,6	0,7	C2
10	Время реакции, мин	1,2	1,5	1,3	
11	Размер, см	521x35-135, станд	381x34-105, хор	445x35-120, станд	C1
12	Точность стрельбы, %	67	70	63	
13					
14	Уровень разрушений, %	84	88	86	
15	Радиус поражения (м)	15	12	18	C2
16	Помехоустойчивость, %	68	75	70	
17	Надёжность, %	80	83	76	C1
18	Стоимость, 10 тыс.	800	755	785	C3
19	Время жизни, лет	7	5	5	
20	Экспертные оценки				
21	Экспертные оценки	S1	S2	S3	
22	Условия работы	Выс	Станд	Станд	C4
23	Безопасность	Хор	Станд	Станд	
24	Укрытие	Станд	Хор	Станд	
25	Простота сборки	Станд	Станд	Низ	
26	Боеспособность	Хор	Станд	Хор	C2
27	Ограничения	Выс	Станд	Выс	C3
28	Мобильность	Низ	Хор	Станд	C5
29	Модуляция	Станд	Хор	Станд	
30	Стандартизация	Станд	Станд	Хор	
31	Простота	Станд	Станд	Станд	C4

Рисунок 1 - Тактические данные и экспертные оценки трёх систем

Дополнительно, для неформализуемых показателей, выполняем опрос экспертов и их мнения в лингвистической форме сводим в ту же таблицу. Основываясь на этих двух таблицах, выполняем классификацию критериев для оценки исследуемых систем [14]. Выделим пять групп

критериев для систем S_1, S_2 и S_3 : 1) тактический критерий (C_1); 2) технологический критерий (C_2); 3) критерий обслуживания (C_3); 4) экономический критерий (C_4); 5) критерий усовершенствования (C_5).

Видно, что численные значения и лингвистические оценки могут быть перемешаны в группах. В итоге, мы получаем пять подтаблиц, которые должны быть обработаны в соответствии с предлагаемой методикой.

В докладе рассматриваются алгоритм выбора наилучшего решения и электронные таблицы реализации основных вычислительных процедур.

Выводы. В данной работе предложен набор электронных таблиц EXCEL, который позволяет автоматизировать и упростить процесс оценки и выбора проектных решений в серых условиях, когда критерии задаются в смешанном виде (числа и лингвистические переменные). Предложен унифицированное описание треугольных и трапециевидных функций принадлежности четвёркой чисел $\{a, b, c, d\}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ключевая роль транспорта в современном мире : монография / Косолапов А.А. Блохин А. Л., Боряк К. Ф., ... - Одесса : КУПРИЕНКО СВ, 2013 – 163 с.
2. Косолапов А.А. Эпоха интеллектуальных транспортных систем [Текст] /А.А. Косолапов // Наукові записки Міжнародного гуманітарного університету:[збірник]. – Одесса : Фенікс. 2015. – с. 128 – 131.
3. Косолапов А.А. Науково-методичний комплекс системного інтегратора KCI [Текст] / А.А. Косолапов // Міжнародна науково-практична конференція «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании». - ДНУЗТ : Дніпропетровськ. – 2014 – с. 17-28.
4. Косолапов А.А. Методика оценки надёжности нечётких систем с использованием различных видов размытых множеств [Текст] /А.А. Косолапов // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – ДНУЗТ : Дніпропетровськ. – 2013 – с. 17-27.
5. Chan W.K., Tong T.K.L (), Multi-criteria material selections and end-of-life product strategy: Grey relational analysis approach, Materials & Design, Volume 28, Issue 5, 2007, p. 1539-1546.
6. Chen, S.M., 1996, "Evaluation weapon systems using fuzzy arithmetic operations", Fuzzy Sets and Systems, Vol. 77, pp. 265-276.
7. Cheng, C.H. and Mon, D.L., 1994, "Evaluating weapon system by analytical hierarchy process based on fuzzy scales", Fuzzy Sets and Systems, Vol. 63, pp. 1-10.
8. Deng, J.L., 1982, "Control problems of grey systems", Systems and Control Letters, Vol. 5, pp. 288-294.
9. Deng, J.L., 1989, "Introduction to grey system theory," The Journal of Grey System, Vol. 1, pp. 1-24.
10. Hunt, R.A., 1994, Calculus, second edition, Harper Collins College Publishers, New York.

11. Kaufmann, A. and Gupta, M.M., 1988, Fuzzy Mathematical Models in Engineering and Management Science, North-Holland, Amsterdam.
12. Kaufmann, A. and Gupta, M.M., 1991, Introduction to Fuzzy Arithmetic Theory and Applications, Van Nostrand Reinhold, New York.
13. Ke, T., 1992, "Target decision by entropy weight and fuzzy," System Engineering Theory and Practice, Vol. 5 (in Chinese).
14. Mon, D.L., Cheng, C.H. and Lin, J.C., 1994, "Evaluating weapon system using fuzzy analytic hierarchy process based on entropy weight," Fuzzy Sets and Systems, Vol. 62, pp. 127-134.
15. Saaty, T.L., 1980, The Analytical Hierarchy Process, McGraw Hill, New York.
16. Yeh M-F., Lu H-C. Evaluating Weapon Systems Based on Grey Relational Analysis and Fuzzy Arithmetic Operations / Journal of the Chinese Institute of Engineers, Vol. 23, No. 2, 2000, pp. 211-221.
17. Zadeh, L.A., 1965, "Fuzzy sets", Information and Control, Vol. 8, pp. 338-353.
18. Zimmermann, H.J., 1991, Fuzzy Set Theory - and Its Applications, second, revised edition, Kluwer Academic Publishers, Boston.

УДК 004.921

ДОСВІД РЕАЛІЗАЦІЇ CAPTCHA З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕМЕНТУ HTML5 CANVAS

Ю.С. Носач¹, Г.М. Кодола², Н.С. Волинець³

¹студент, Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпропетровськ, e-mail: y-nosach97@yandex.ua

²викладач кафедри інформаційних систем, Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпропетровськ, e-mail: gkodola@gmail.com

³викладач кафедри інформаційних систем, Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпропетровськ, e-mail: nm80@mail.ru

Анотація. У роботі викладений аналіз основних правил формування CAPTCHA та алгоритмів перетворень зображень з білінійною фільтрацією. Описаний досвід реалізації CAPTCHA з використанням елементу HTML5 Canvas.

Ключові слова: CAPTCHA, HTML5, CANVAS, піксельні перетворення.

CAPTCHA DEVELOPMENT EXPERIENCE USING ELEMENT OF HTML5 CANVAS

Yurii Nosach¹, Galyna Kodola², Natalya Volynech³

¹ Student of the State Higher Educational Institution "Ukrainian State Chemical Technology University", Dnepropetrovsk, e-mail: y-nosach97@yandex.ua

²Lecturer Department of Information Systems of the State Higher Educational Institution "Ukrainian State Chemical Technology University", Dnepropetrovsk, e-mail: gkodola@gmail.com

³Lecturer Department of Information Systems of the State Higher Educational Institution "Ukrainian State Chemical Technology University", Dnepropetrovsk, e-mail: nm80@mail.ru

Abstract. This paper presents an analysis of the basic rules of forming CAPTCHA algorithms and transformations of images with bilinear filtering. The experience of implementing CAPTCHA element using HTML5 Canvas described.

Keywords: CAPTCHA, HTML5, CANVAS, pixel transformation.

Вступ. Як і десятиріччя тому, проблема боротьби зі спамом (англ. spam – масова розсилка кореспонденції рекламного чи іншого характеру людям, які не висловили бажання її одержувати) залишається сьогодні надзвичайно актуальною. Увесь спам можна розділити на ручний та автоматичний. Якщо проблема ручного спаму дуже легко вирішується шляхом обов’язкової модераторії усіх вхідних повідомлень перед їх публікацією, то автоматичний спам проконтролювати набагато важче через його набагато більший об’єм. Часто на різні сайти та форуми потрапляють рекламні роботи, які переповнюють сторінки своїми «спамерськими» повідомленнями. Користувачам стає все складніше розібратися у великій кількості непотрібної інформації. Також ці повідомлення викликають додаткове навантаження на сервер, чим ще більше ускладнюють доступ до сайтів.

Ціль роботи. Адміністратори сайтів все частіше стикаються з такими проблемами:

- сторінки і форуми, які «тонуть» під вагою спаму;
- облікові записи, які створені під помилковим приводом для неправомірних цілей;
- боти, які руйнують динаміку сайту;
- необхідність постійного контролю за якістю контенту і досвідом користувачів.

Тому постає проблема, як не допустити виконання скрипта на веб-сторінці без участі людини.

Матеріали і результати досліджень. Впродовж останнього десятиріччя внаслідок широкої діяльності спам-ботів здобув великої популярності метод захисту веб-сторінок з використанням так званої «капчі» (англ. *captcha – completely automated public turing test to tell computers and humans apart* – повністю автоматизований публічний тест Тюринга для розрізнення комп’ютерів і людей). Цей термін з’явився 2000-го року в університеті Карнегі-Меллона у штаті Пенсільванія, США [1].

Внаслідок широкої діяльності спам-ботів було винайдено декілька способів захисту веб-сторінок:

1. reCAPTCHA від Google. Користувачу пропонується поставити відмітку в певній області форми, для того, що засвідчити, що він – людина.

Пример формы с reCAPTCHA

Имя
Jane

Фамилия
Smith

Электронная почта
stopallbots@gmail.com

Ваш любимый цвет:
☒ красный
☐ зеленый

☐ Я не робот
 

Конфиденциальность - Условия использования

Отправить

Рисунок 1 – reCAPTCHA від Google

2. CAPTCHA, де потрібно обрати зайвий варіант:

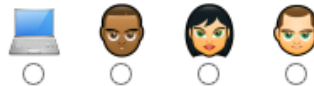


Рисунок 2 – CAPTCHA, де потрібно обрати зайвий варіант

3. CAPTCHA, де потрібно обрати вірне зображення:



Рисунок 3 – CAPTCHA, де потрібно обрати вірне зображення

4. CAPTCHA, де потрібно розв'язати математичний приклад:



Рисунок 4 – CAPTCHA, де потрібно розв'язати математичний приклад

5. CAPTCHA, де за допомогою повзунків потрібно вирівняти зображення:

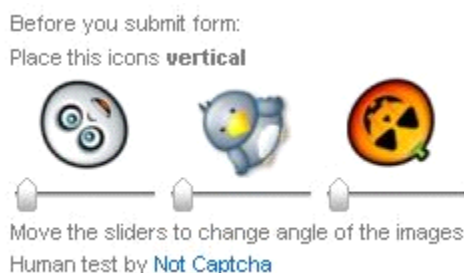


Рисунок 5 – CAPTCHA, де за допомогою повзунків потрібно вирівняти зображення

У найпоширенішому варіанті капча генерується зображення з послідовністю довільних символів та додаванням напівпрозорості, затінення, а також різного виду шумів та перетворень. Рідше застосовуються капча, засновані на розпізнаванні мови (в основному як альтернатива для людей з порушеннями зору), або на інших варіантах завдань штучного інтелекту. Це такий собі тест, який використовується для того, щоб визначити хто використовує систему – людина чи комп'ютер. Фактично, основною метою капчі є недопущення виконання скрипта без участі людини.

Основні властивості капчі:

- стійкість до розпізнавання – властивість, яка захищає капчу від автоматичного розпізнавання за допомогою безлічі відповідних сервісів;
- стійкість до відгадування – властивість, що не дозволяє відгадати її значення за невелику кількість спроб. Якщо набір можливих значень капчі невеликий, то підібрати потрібний варіант автоматично буде дуже просто.

Основні правила проектування капчи [2]:

1. Шуми – перш за все, повинні бути присутніми шуми. Тут краще за все використовувати різнокольорові лінії, що в довільних місцях перетинають зображення (рис. 6):



Рисунок 6 – Застосування шумів

2. Шрифт – досить надійним способом захисту від розпізнавання буде використання найбільш шрифтів з курсивом та різного виду засічками, але

головне не перестаратися. Також можна для кожного символу використовувати свій шрифт (рис. 7):

in2016isxWgRL

Рисунок 7 – Використання різноманітних шрифтів

3. Кольори – зображення повинно містити хоча б декілька різних кольорів. Дуже доречно буде застосувати як для фону, так і для літер лінійний або радіальний градієнт з використанням від 3 до 5 довільних кольорів (рис. 8):



Рисунок 8 – Застосування градієнту

4. Відстань між літерами – чим меншою вона буде, тим більше перешкод для автоматичного розпізнавання, оскільки при малій відстані літери будуть мало не злипатися. Але тут головне не перестаратися, бо занадто велике зближення символів призведе до значного погіршення розпізнавання людиною (рис. 9):

gWg2Csp

Рисунок 9 – Зміна міжсимвольного інтервалу

5. Розміри символів – досить дієвим способом захисту від ботів буде використання різних розмірів для кожного символу. Це становитиме досить значну перешкоду автоматичному розпізнаванню (рис. 10):

m_k21yN

Рисунок 10 – Зміна розміру шрифту для кожного символу

6. Нахилення символів – треба обрати певний діапазон кута, на який буде нахилено кожен символ. Зловживати цим способом не варто, бо це призведе до того, що один символ буде «напливати» на інший (рис. 11):

YNoShG

Рисунок 11 – Зміна нахилу символів

7. Використання динамічних перетворень – мабуть, найдієвіший спосіб захисту від ботів (рис. 12):



Рисунок 12 – Застосування динамічних перетворень

Методи динамічних перетворень полягають у застосуванні до зображення піксельних перетворень з білінійною фільтрацією. Внаслідок використання цього методу зображення може бути трохи стиснуте або розтягнуте з «плаваючими» символами. Вибір цих перетворень досить великий і обмежений лише нашою фантазією та математикою. Тож розглянемо лише деякі з них.

Найчастіше використовуються три способи перетворень: «Twirl», «Spherize» та «Pyramid» [3]. Їх зручність полягає в тому, що вони майже завжди перетворюють зображення, не погіршуючи читабельність тексту з боку користувача, і одночасно ускладнюють автоматичне розпізнавання.

Всі перетворення, які розглядаються, реалізовані наступним чином: у функцію на вхід надходять координати отриманого зображення, а результатом виконання – координати вихідного зображення.

1. Метод «Twirl»:

Вхід: (x_0, y_0) – координати отриманого зображення

Вихід: (x, y) – координати вихідного зображення

$width$ – ширина зображення

$height$ – висота зображення

Розрахунок нових координат вихідного зображення проводиться за формулами (1-4):

$$x = x_0 - \frac{width}{2} \quad (1)$$

$$y = y_0 - \frac{height}{2} \quad (2)$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (3)$$

$$maxr = \frac{width}{2} \quad (4)$$

Якщо $r > maxr$, то повертаємо вхідні значення (x_0, y_0) , інакше розраховуємо за формулами (5-7):

$$a = \arctg(y, x) + 1 - \frac{r}{maxr} \quad (5)$$

$$dx = \cos(a) * r \quad (6)$$

$$dy = \sin(a) * r \quad (7)$$

Повертаємо: $(dx + \frac{width}{2}; dy + \frac{height}{2})$

2. Метод «Spherize»:

Вхід: (x_0, y_0) – координати отриманого зображення

Вихід: (x, y) – координати вихідного зображення

$width$ – ширина зображення

$height$ – висота зображення

Розрахунок нових координат вихідного зображення проводиться за формулами (8-11):

$$x = x_0 - \frac{width}{2} \quad (8)$$

$$y = y_0 - \frac{height}{2} \quad (9)$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (10)$$

$$maxr = \frac{width}{2} \quad (11)$$

Якщо $r > maxr$, то повертаємо вхідні значення (x_0, y_0) , інакше проводимо розрахунок нових координат за формулами (12-15):

$$a = arctg(y, x) + 1 - \frac{r}{maxr} \quad (12)$$

$$k = \left(\frac{r}{maxr} \right)^2 * 0,5 + 0,5 \quad (13)$$

$$dx = \cos(a) * r * k \quad (14)$$

$$dy = \sin(a) * r * k \quad (15)$$

Повертаємо: $(dx + \frac{width}{2}; dy + \frac{height}{2})$

3. Метод «Pyramid»:

Вхід: (x_0, y_0) – координати отриманого зображення

Вихід: (x, y) – координати вихідного зображення

$width$ – ширина зображення

$height$ – висота зображення

Розрахунок нових координат вихідного зображення проводиться за формулами (16-20):

$$x_0 = x_0 - \frac{height}{2} \quad (16)$$

$$y_0 = y_0 - \frac{height}{2} \quad (17)$$

Визначаємо:

$$dist = \max(|x_0|, |y_0|) \quad (18)$$

$$dx = x_0 * \frac{dist}{width} * 2 \quad (19)$$

$$dy = y_0 * \frac{dist}{height} * 2 \quad (20)$$

Повертаємо: $(dx + \frac{width}{2}; dy + \frac{height}{2})$

При реалізації капчі обов'язково треба врахувати деякі технічні нюанси:

1. Значення для перевірки (тобто рядок, який треба ввести) повинно зберігатися на сервері, а не передаватися разом із зображенням. Для зіставлення відвідувача і правильного значення капчі необхідно використовувати якийсь ключ, який передається разом з капчею (ідентифікатор сесії, номер капчі і т.п.).

2. Захист від перебору. Якщо ваша капча стійка до розпізнавання, але не дуже стійка до перебору (наприклад, складається з декількох цифр), бажано обмежити число неправильних відповідей з одного ір/одного логіну.

3. Захист від DoS атак. Слід розуміти, що генерація капчі на своєму сервері – це зручний спосіб для DoS атак з боку хакерів. Тож слід обмежити число генерацій капчі для одного IP.

Створюючи надійну від роботів капчу, не варто також і забувати про зручність використання з боку звичайного користувача, тож сформулюємо деякі правила, щоб надійна від роботів капча не становила значних перешкод для користувача:

1. Якщо в наборі символів використовується кириличний алфавіт, обов'язково треба виключити літеру «ё». Це пов'язано з тим, що на багатьох комп'ютерах ця клавіша налаштована на якусь програмну дію. І взагалі, краще використовувати лише латинські символи та цифри.

2. Не варто використовувати одночасно великі та малі літери. Внаслідок динамічних перетворень розміри символів на зображенні можуть змінитися і користувачу буде важко зрозуміти, мала то літера чи велика.

3. Слід уникати схожих символів. Насамперед це стосується цифри 0 та літер «О», а також цифри 1 та літери «l». Знову ж таки, внаслідок використання перетворень буде неможливо зрозуміти що то за символ.

4. І, мабуть, найголовніше правило – це уникати використання капчі там, де без неї можна обійтися. Тим більше у випадках, коли й так зрозуміло, що дія виконується саме користувачем, а не роботом.

Зловживання капчею на сайті лише знизить зручність користування сайтом, а також значно підвищить навантаження на сервер.

В даній роботі було виконано створення капчі за допомогою елементу canvas, на якому генерується текст для перевірки.

Для ускладнити автоматичного розпізнавання тексту, було відібрано найнерозбірливіші шрифти: "Impact", "Ravie", "Microsoft PhagsPa",

"Andalus", "Magneto", "Monotype Corsiva", "Aharoni", "Microsoft Uighur", "MV Boli", "Wide Latin", "Viner Hand ITC", "Lucida Handwriting", "Playbill", "Mistral".

Кегль шрифту обирається випадковий від 15 до 24.

Довжина тексту випадкова від 6 до 12 символів.

На холсті використовується лінійний градієнт з 5 випадковими кольорами.

Поверх літер розміщаються «шуми»: від 10 до 15 ліній.

Кольори ліній та літер обираються випадково.

Використані алгоритми динамічних перетворень «Twirl», «Spherize» та «Pyramid», метод обирається довільним чином.

Результат формування капчі представлено на рисунках 13-15.

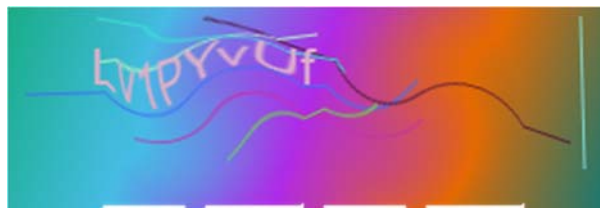


Рисунок 13 – Застосування методу «Twirl»

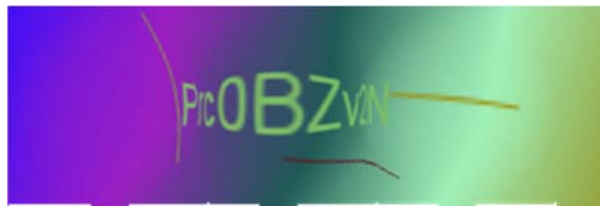


Рисунок 14 – Застосування методу «Spherize»



Рисунок 15 – Застосування методу «Pyramid»

Висновки. Досвід побудови капчі з використанням елементу canvas показав простоту та зручність реалізації. Дійти висновку, що використання капчі на веб-сторінках є досить дієвим способом боротьби з ботами-спамерами. Для запобігання автоматичного розпізнавання тексту обов'язково слід використовувати шуми, різні маніпуляції зі шрифтами та кольорами, динамічні спотворення зображень – все це є гарантією захисту сайту від спаму.

ЛІТЕРАТУРА

1. Прись І. С. Аналіз і тестування якості captcha. / Прись І. С. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2010, № 2 (46) – Т. 4 – С. 36 – 38.
2. Горло Н. Е. Подходы к построению защищенной системы управления контентом / Горло Н. Е., Пескова О. Ю. // Известия Южного федерального университета. Технические науки, – Таганрог, 2010. № 11. – Т. 112, С. 75 – 83.
3. Пиксельные искажения с билинейной фильтрацией в HTML5 canvas. [Электронный ресурс] – Режим доступа: – <https://habrahabr.ru/post/138668/> – Дата звернення: 04 травня 2016.

УДК 519.816

**ОПТИМИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГРУЗОВЫХ
КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ****Э.Ю. Прокуда**

ассистент кафедры метрологии и информационно-вычислительных технологий, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: elinka9891@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрена задача поиска неисправностей методом динамического программирования. Представлена диагностическая процедура поиска неисправностей с минимальными затратами.

Ключевые слова: оптимизация, диагностика, динамическое программирование, автосамосвал.

**OPTIMIZATION OF FINDING TECHNICAL CONDITION CARGO CAREER
DUMP TRUCK****Elina Prokuda**

Assistant of Metrology and Information Computation Technologies Department, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: elinka9891@mail.ru

Abstract. The article deals with problem of searching for faults by dynamic programming. There are presented diagnostic troubleshooting procedure at minimal cost.

Keywords: optimization, diagnostics, dynamic programming, dump truck.

Введение. Карьерный автосамосвал сложная система, состоящая из множества элементов. И при поломке автосамосвала не представляется возможным сразу определить ее причину.

Определение причины поломки задача не из простых. В работе [1] представлен морфологический анализ существующих методов поиска неисправности. В свою очередь, работа [2] посвящена решению проблемы оптимизации выбора диагностического оборудования на основе метода анализа иерархии. Что касается работ [3-6], то в них описаны особенности диагностики автотранспортных средств. Однако, в изученных работах рассматриваются отдельные важные вопросы диагностики неисправностей автосамосвалов (автотранспортных средств), но отсутствует общая методика разработки диагностической процедуры поиска неисправностей карьерного автосамосвала.

Данную задачу можно решить с помощью технического обслуживания на фирмах (предприятиях) предлагающих такие услуги. Но таких фирм довольно много и пользуются они разным техническим диагностическим оборудованием (универсальное оборудование, сканеры, зонды и т.д.). Стоимость предлагаемых этими фирмами услуг различна, но не все виды поломок они могут найти.

Цель работы. Разработка и описание диагностической процедуры поиска неисправностей карьерного автосамосвала.

Материал и результаты исследований. Для выбора оптимальной диагностической процедуры нахождения поломки в автосамосвале будем использовать для поиска неисправности метод динамического программирования. Суть задачи поиска в данном случае [7-8] состоит в том, что требуется найти неисправность сложной системе, состоящей из множества элементов M , где M можно рассматривать как множество различных неисправностей. Если в системе неисправен ровно один элемент, то вероятность неисправности i -того элемента равна $p(i)$.

Для обнаружения неисправности в сложной системе использует диагностические тесты N , где N - множество диагностических тестов. Применение j -того теста приводит к появлению одного из двух ответов – «0» или «1» в зависимости от того, какая неисправность имеется в системе. Обозначим через M_j^0 множество неисправностей, приводящих к ответу «0» для теста j , и через M_j^1 множество неисправностей, приводящих к ответу «1» для того же теста. Задание M_j^0 и M_j^1 для всех $j \in N$ эквивалентно заданию матрицы $a[M, N]$, которая состоит из 0 и 1. Для того, чтобы решение диагностической задачи существовало, необходимо, чтобы произведение разбиений (M_j^0, M_j^1) при $j \in N$, состояло из одно-элементных множеств (рис. 1). Следовательно, все строки матрицы $a[M, N]$ должны быть различны.

Каждому тесту j в соответствии есть затраты на использование теста - $c(j)$. Существует задача определения такой диагностической процедуры, при которой математическое ожидание затрат было бы минимальным.

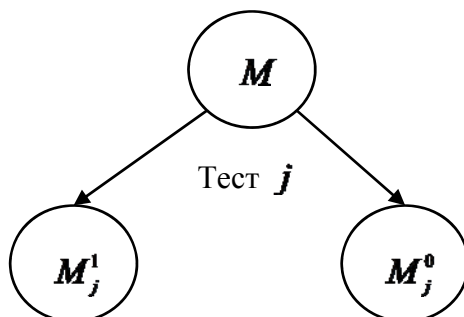


Рисунок 1 – Пример разбиения множества M тестом j

Диагностическая процедура представляет собой дерево, вершинами которого являются подмножества множества M . Само M входит в дерево в качестве начальной вершины, а концевыми вершинами дерева являются одноэлементными множества. Каждой преходящей вершине соответствует некоторый тест, которым множество, представленное этой вершиной, разбивается на два подмножества, описываемые двумя другими вершинами графа.

Рассмотрим пример построение диагностической процедуры для поиска неисправностей карьерного автосамосвала. С целью проведения диагностики выбрано 8 основных базовых элементов (агрегатов) большегрузного автосамосвала:

- двигатель (S1);
- ГМП (S2);
- подвеска (S3);
- рама (S4);
- шины (S5);
- трансмиссия (S6);
- электрооборудование (S7);
- рулевое управление (S8).

В автосамосвале неисправен ровно один элемент. Вероятность того, что неисправен i -й элемент равна p_i , где $i \in [1, 8]$. Для выявления неисправностей используются диагностические тесты на фирмах (предприятиях). Затраты на использование j -го теста равна c_j . Требуется построить диагностическую процедуру, при которой математическое ожидание затрат было бы минимальным.

Средняя стоимость одного диагностического тестирования 500-1000 грн. Исходные данные представлены в табл. 1.

После проведения расчетов в соответствии с методом динамического программирования задачи поиска неисправностей с учетом минимального математического ожидания затрат получаем следующую процедуру структурную схему алгоритма диагностики (рис. 2).

Таблица 1 – Исходные данные для метода поиска неисправности

Элементы (агрегаты)	Фирмы (диагностические тесты)										p_i
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
S1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0,07
S2	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0,11
S3	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0,12
S4	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0,06
S5	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0,27
S6	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0,13
S7	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0,09
S8	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0,15
$c(j)$	860	590	730	620	840	990	650	910	800	760	

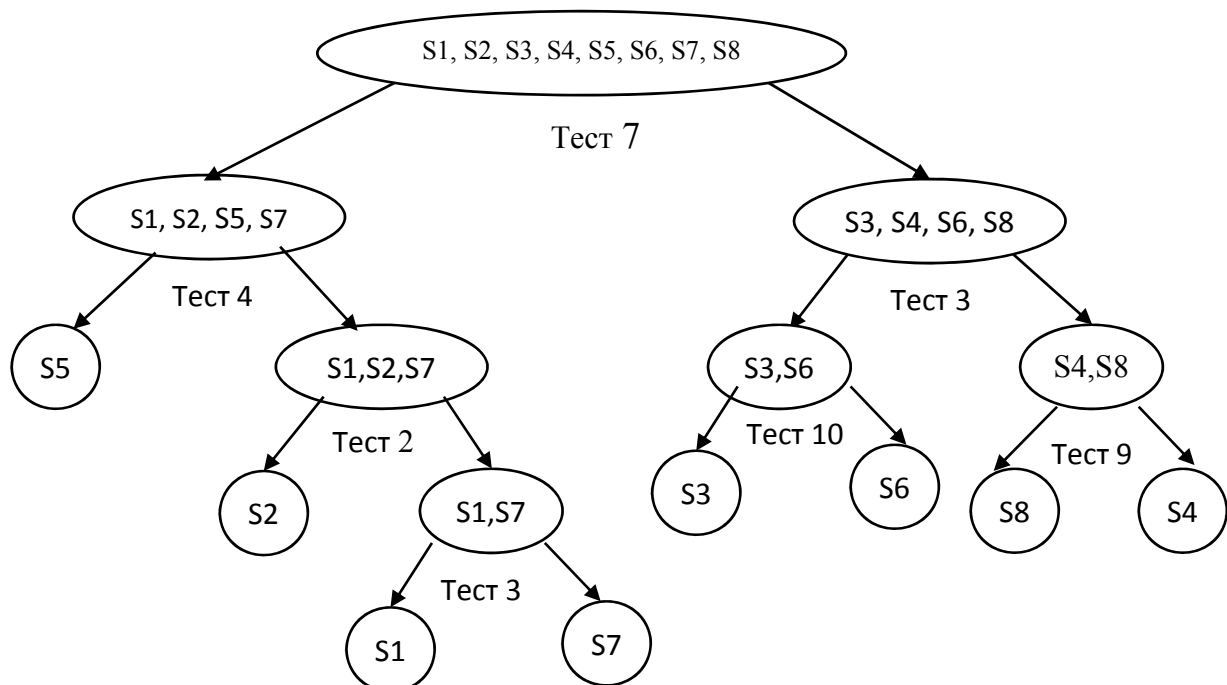


Рисунок 2 – Алгоритм диагностической процедуры

Основываясь на полученной диагностической процедуре, при выявлении поломки на автосамосвале необходимо первым использовать

тест 7. Далее при обнаружении неисправностей в одном из элементов S1, S2, S5 и S7 следует использовать тест 4, иначе тест 3. Дальнейшую диагностику следует производить по полученной диагностической процедуре.

Вывод. В статье метод динамического программирования использован для поиска неисправностей в большегрузных автосамосвалах. С помощью данного метода получена диагностическая процедура, используя которую обеспечиваем минимальные затраты на поиск неисправностей в базовых элементах (агрегатах) автосамосвалов. В работе описана диагностическая процедура для восьми агрегатов и десяти фирм, предлагающих свои услуги по осуществлению диагностики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ляндербургский В.В. Морфологический анализ методов поиска неисправностей транспортных средств / Ляндербургский В.В., Родионов Ю.В., Иванов А.С., Симанчев Д.А. // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» №4, 2012.
2. Власов Ю.А. Оптимизация выбора и эффективность использования диагностического оборудования / Ю.А. Власов, А.Н. Ляпин // Вестник КузГТУ. – 2012. – № 2. – С. 12–18.
3. Пестриков В.М. Особенности диагностики современных автотранспортных средств / Пестриков В.М., Евкарпиев В.Е. // Техничко-технологические проблемы сервиса №4 (30) 2014. – с. 14 – 19.
4. Пестриков В. М. Компьютерная диагностика состояния основных узлов автомобиля // Техничко-технологические проблемы сервиса. №3 (5). 2008. – с. 17 - 27.
5. Диагностика и техническое обслуживание машин / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габритов и др. – М.: Проспект, 2008. – 440с., ил.
6. Аринин И.Н. Диагностирование технического состояния автомобилей. [Текст] И.Н. Аринин. – М.: Транспорт, 1978. – 176 с.
7. Романовский И.В.. Алгоритмы решения экстремальных задач. Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», М., 1977. – с. 282-287.
8. Хрисанов Н.Н., Фролагин Д.Б. Метод решения задач поиска неисправностей. Вестник Самарского государственного технического университета. Серия Физико-математические науки. Выпуск № 12 / 2001. –с. 170-178.

УДК 621.313.333

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРЫВОВ СТЕРЖНЕЙ БЕЛИЧЬЕЙ КЛЕТКИ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ СРЕДСТВАМИ OrCAD

М.Ю. Пустоветов

кандидат технических наук, доцент, директор научно-исследовательского и испытательного центра «Криотрансэнерго» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский

государственный университет путей сообщения», г. Ростов-на-Дону, Россия, e-mail: mgsn2006@rambler.ru

Аннотация. Ранее была разработана и опубликована математическая модель трехфазного асинхронного двигателя, реализованная на ЭВМ, позволяющая рассчитывать динамические тепловые процессы в элементах его конструкции. При этом учитываются конструктивные дефекты типа разрывов стержней беличьей клетки. В данной работе ставится задача подробного описания способа учета разрывов стержней обмотки короткозамкнутого ротора.

Ключевые слова: *трёхфазный асинхронный двигатель, моделирование, беличья клетка, разрыв стержня, тепловой процесс.*

SIMULATION OF BROKEN BARS OF SQUIRREL CAGE OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTOR BY MEANS OF OrCAD

M.Yu. Pustovetov

Ph.D., deputy professor, director of science-investigating and testing center "Cryotransenergo" of Rostov State Transport University, Rostov-on-Don, Russia, e-mail: mgsn2006@rambler.ru

Abstract. The mathematical model of the three-phase induction motor, implemented on a computer, allows calculate the dynamic thermal processes in elements of its design are previously developed and published. This takes into account structural defects such as ruptures the cage bars. This work considered the detailed description of the method of accounting breaks bars cage rotor windings.

Keywords: *3-phase asynchronous motor, simulation, squirrel cage, broken bar, thermal process.*

Введение. В [1, 2] на примере асинхронного вспомогательного электродвигателя НВА-55 (параметры его Т-образной схемы замещения опубликованы в [3]) электроваза переменного тока описана математическая модель (ММ) трехфазного асинхронного двигателя (АД), дополненная уравнениями, описывающими его тепловое состояние. ММ АД реализована на ЭВМ средствами системы автоматизированного проектирования (САПР) электронных и электротехнических устройств OrCAD. При этом использовано доступное в OrCAD сочетание двух подходов к составлению компьютерной модели: схемотехнического (в виде электрических принципиальных схем) и операционного или структурного (в виде структурных схем). Ряд приемов работы в OrCAD доступно описаны в [4, 5]. **Целью работы** является уделить внимание подробному пояснению использованного в ММ способа учета разрывов стержней беличьей клетки, поскольку в предшествующих публикациях проблема освещена недостаточно полно.

Материал и результат исследований. Для рассматриваемой ММ учет разрывов стержней в беличьей клетке ротора АД производится умножением значения активного сопротивления и индуктивности рассеяния фазы исправного ротора, приведенных к обмотке статора, на коэффициент, учитывающий количество разорванных стержней, условно относимых к рассматриваемой фазе (некоторые варианты расположения разорванных стержней на окружности ротора АД НВА-55 показаны в [6] на рис. 6. Например, для фазы А этот коэффициент будет равен

$$k_{\infty A} = \frac{Z_2 / m}{Z_2 / m - n_{\infty A}}, \quad (1)$$

где $Z_2 = 38$ – число зубцов ротора НВА-55;

$m = 3$ – число фаз статора НВА-55;

$n_{\infty A}$ – количество оборванных стержней беличьей клетки ротора АД, относённых на фазу А.

Потери в пазовой части (в стержнях) обмотки ротора на фазу (рис. 1)

$$P_{2SPH} = \frac{P_{2PHA} + P_{2PHB} + P_{2PHC}}{m} \frac{P_{2bar}}{P_{2bar} + P_{2ring \times 2}}, \quad (2)$$

где $P_{2PHA} + P_{2PHB} + P_{2PHC}$ – суммарные электрические потери в обмотке ротора; $\frac{P_{2bar}}{P_{2bar} + P_{2ring \times 2}}$ – доля потерь в пазовых частях (стержнях) беличьей клетки.

Потери в лобовой части (в участках короткозамыкающих колец) обмотки ротора на фазу (рис. 1)

$$P_{2FPH} = \frac{P_{2PHA} + P_{2PHB} + P_{2PHC}}{m} \frac{P_{2ring \times 2}}{P_{2bar} + P_{2ring \times 2}}, \quad (3)$$

где $\frac{P_{2ring \times 2}}{P_{2bar} + P_{2ring \times 2}}$ – доля потерь в лобовых частях (участках короткозамыкающих колец) беличьей клетки.

Соотношения (2) и (3) справедливы при симметрии фаз обмотки ротора (без дефектов стержней). Рассмотрим случай, когда в одной из фаз, например А, оборваны $n_{\infty A}$ стержней. В этом случае потери в обмотке ротора (далее для сокращения изложения продемонстрируем вычислительные выражения лишь для составляющей потерь в пазовых частях (стержнях) беличьей клетки) на фазу могут быть рассчитаны как (для фазы А)

$$P_{2SPHA} = \frac{P_{2PHA} + P_{2PHB} + P_{2PHC}}{m} \cdot \frac{P_{2bar}}{P_{2bar} + P_{2ring \times 2}} \cdot \left(1 - \frac{n_{\infty A} m}{Z_2}\right). \quad (4)$$

Аналогично для фазы В

$$P_{2SPHB} = \frac{P_{2PHA} + P_{2PHB} + P_{2PHC}}{m} \cdot \frac{P_{2bar}}{P_{2bar} + P_{2ring \times 2}} \cdot \left(1 - \frac{n_{\infty B} m}{Z_2}\right). \quad (5)$$

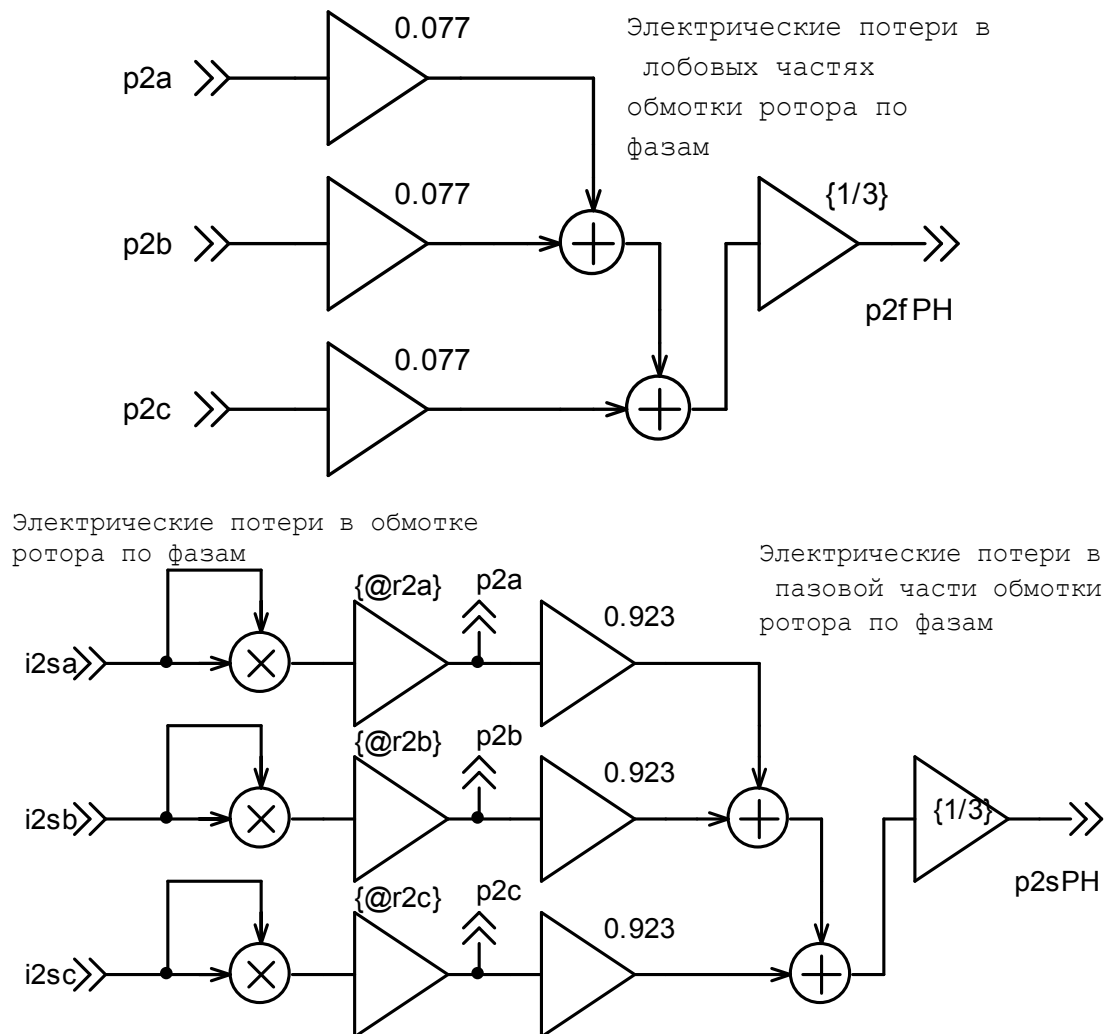


Рисунок 1 - Фрагмент тепловой модели АД НВА-55 в САПР OrCAD: электрические потери в короткозамыкающих кольцах и стержнях обмотки ротора (случай исправного ротора)

Если в фазе С нет оборванных стержней, то потери в её пазовой части будут

$$P_{2SPHC} = (P_{2PHA} + P_{2PHB} + P_{2PHC}) \cdot \frac{P_{2bar}}{P_{2bar} + P_{2ring \times 2}} - P_{2SPHB} - P_{2SPHA}. \quad (6)$$

Если обрывы стержней есть лишь в одной фазе, например А, то для фаз без разрывов стержней

$$P_{2SPHC} = \frac{1}{2} (P_{2PHA} + P_{2PHB} + P_{2PHC}) \cdot \frac{P_{2bar}}{P_{2bar} + P_{2ring \times 2}} - P_{2SPHA}. \quad (7)$$

Если в каждой фазе есть разрывы стержней, то используем для фазы, в которой оборвано минимальное количество стержней $n_{\infty C}$, например фаза С,

выражение (рис. 2 и 3)

Электрические потери в обмотке ротора по фазам

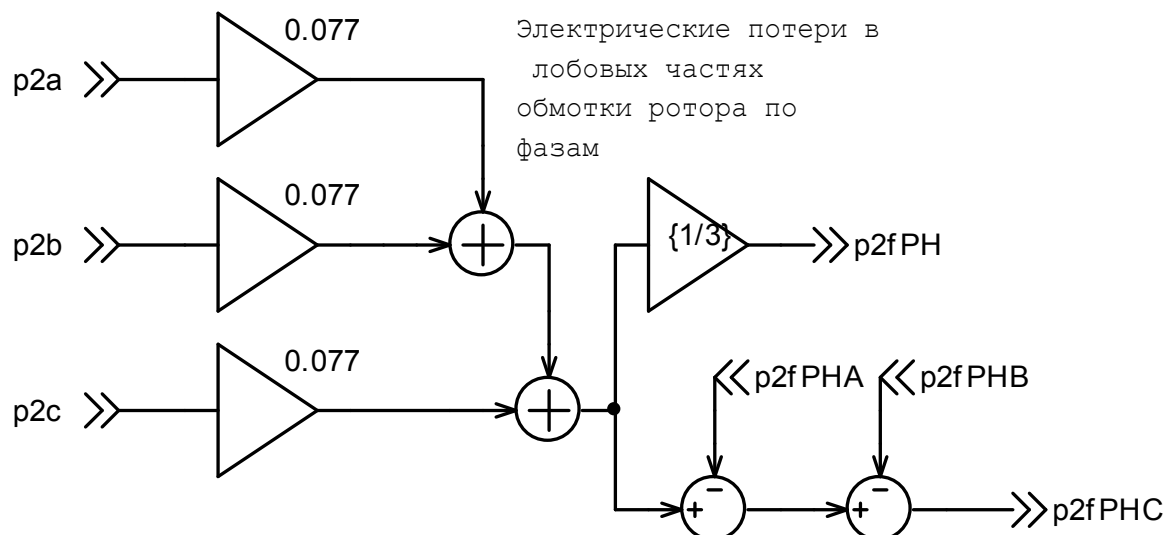
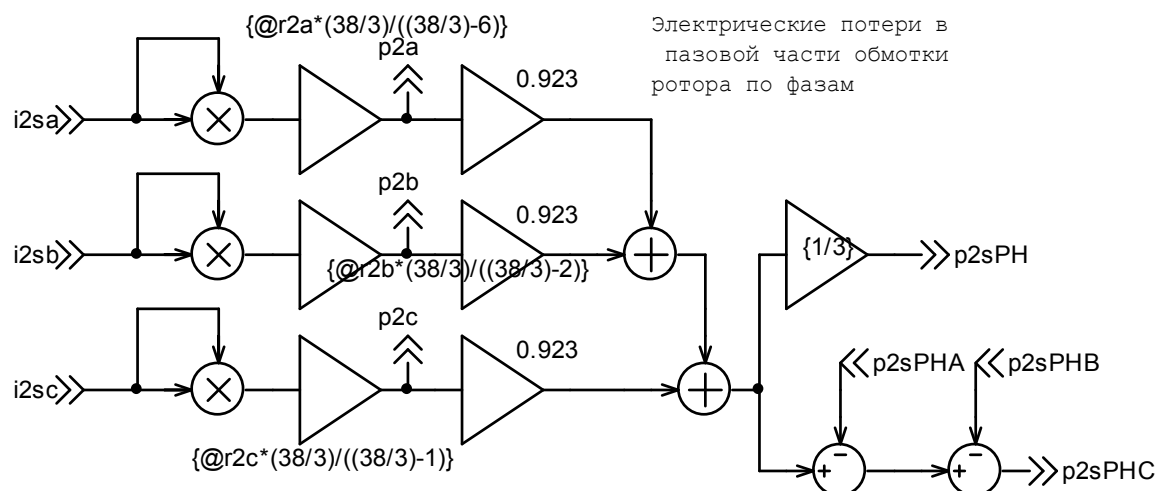


Рисунок 2 - Фрагмент тепловой модели АД НВА-55 в САПР OrCAD: электрические потери в короткозамыкающих кольцах и стержнях обмотки ротора (случай наличия разрывов стержней во всех фазах ротора: 6 разрывов в фазе А, 2 – в фазе В, 1 – в фазе С)

$$P_{2SPHC} = (P_{2PHA} + P_{2PHB} + P_{2PHC}) \cdot \frac{P_{2bar}}{P_{2bar} + P_{2ring \times 2}} - P_{2SPHB} - P_{2SPHA}, \quad (8)$$

где

$$P_{2SPHA} = \frac{P_{2PHA} + P_{2PHB} + P_{2PHC}}{m} \cdot \frac{P_{2bar}}{P_{2bar} + P_{2ring \times 2}} \cdot \left(1 - \frac{n_{\infty A} m}{Z_2 - n_{\infty C} m}\right); \quad (9)$$

$$P_{2SPHB} = \frac{P_{2PHA} + P_{2PHB} + P_{2PHC}}{m} \cdot \frac{P_{2bar}}{P_{2bar} + P_{2ring \times 2}} \cdot \left(1 - \frac{n_{\infty B} m}{Z_2 - n_{\infty C} m}\right). \quad (10)$$

Вывод. Таким образом, показано, что средствами САПР *OrCAD* возможно учитывать разнообразные ситуации в смысле распределения по пазам ротора АД дефектных стержней беличьей клетки и проводить компьютерное моделирование электромагнитных и тепловых процессов в условиях конструктивной несимметрии АД. Для составления компьютерных моделей различных составляющих потерь мощности в АД выбран операционный подход.

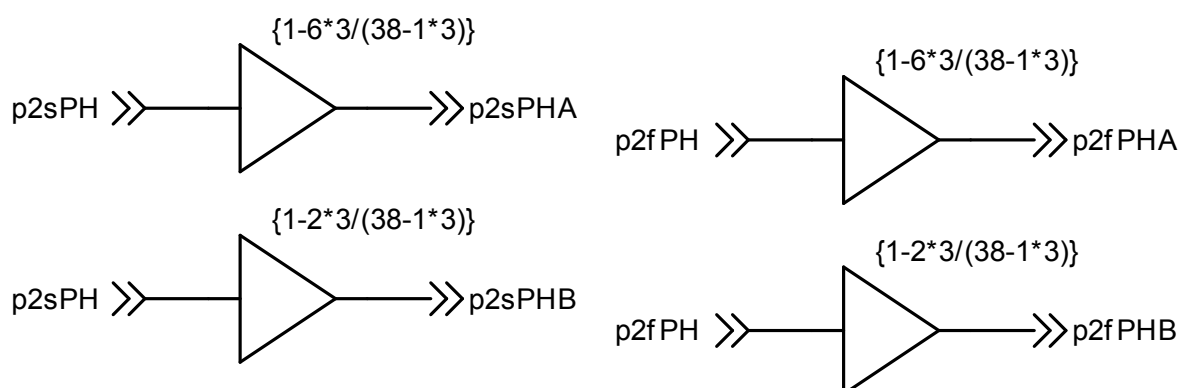


Рисунок 3 - Фрагмент тепловой модели АД НВА-55 в САПР *OrCAD*: электрические потери в пазовых частях, т.е. стержнях (слева) и лобовых частях, т.е. короткозамыкающих кольцах (справа) обмотки ротора для фаз А и В (приведены к количеству фаз статора). Случай наличия разрывов стержней во всех фазах ротора: 6 разрывов в фазе А, 2 – в фазе В, 1 – в фазе С

ЛИТЕРАТУРА

1. Пустоветов М.Ю. Имитационное моделирование явлений во вспомогательном асинхронном электроприводе электроподвижного состава / М.Ю. Пустоветов; ФГБОУ ВПО РГУПС. – Ростов н/Д, 2015. – 159 с.
2. Пустоветов М.Ю. Моделирование асинхронных вспомогательных машин электровозов. Анализ режимов работы, поиск причин отказов / М.Ю. Пустоветов // – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 166 с.
3. Пустоветов М.Ю. Тестирование схемы электропривода с последовательным соединением фаз двух асинхронных двигателей посредством имитационного моделирования / М.Ю. Пустоветов // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. – 2015. - № 1 (2-3). – С. 19 – 22.
4. Болотовский Ю. И. OrCAD. Моделирование. «Поваренная» книга / Ю.И. Болотовский, Г.И. Таназлы // – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 200 с.
5. Кеун Дж. Электронное моделирование в OrCAD (+DVD) / Дж. Кеун // – М.: ДМК Пресс, 2010. – 628 с.
6. Пустоветов М.Ю. Имитационное моделирование вспомогательного асинхронного электропривода электровоза / М.Ю. Пустоветов // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. – 2015. - № 2 (19). – С. 67 – 78.

УДК 51-74

МОДЕЛИРОВАНИЕ, ОЦЕНКА И АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РАБОЧЕГО ЦИКЛА САМОХОДНЫХ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Т.А. Скрипочка

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры колесных и гусеничных транспортных средств, Государственное высшее учебное заведение «Национальная металлургическая академия Украины», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: tatyanaskr08@mail.ru

Аннотация. С помощью разработанной математической модели на примере автомобильных стреловых кранов проводится анализ физических факторов, которые оказывают влияние на период рабочего цикла.

Ключевые слова: стреловой автомобильный кран, рабочий цикл, математическое моделирование, факторный анализ, матрица компонент.

MODELING, ASSESSMENT AND ANALYSIS OF PHYSICAL FACTORS WORKING CYCLE SELF LIFTING MACHINERY

Tat'yana Skripochka

Ph.D., National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: tatyanaskr08@mail.ru

Abstract. On the basis of the mathematical model developed by the example of automotive jib cranes analyzes the physical factors that affect the period of the operating cycle.

Keywords: luffing truck crane, duty cycle, mathematical modeling, factor analysis, matrix components.

Введение. В материально-техническом производстве значительная роль отводится подъемно-транспортным машинам во всех областях хозяйствования, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, при выполнении основных и вспомогательных операций. Любой технологический процесс связан с перемещением огромного количества грузов от сырья до готовой продукции. Именно для этих целей и предназначены стреловые автомобильные самоходные краны.

Полный цикл работы крана состоит из ряда последовательных операций: захват груза, его подъем и перемещение к месту назначения, опускание и отцепка груза, подъем и перемещение грузозахватного устройства или приспособления в исходное положение для захвата следующего груза и его последующего подъема и перемещения.

Так как работа крана состоит из повторяющихся циклов, то автомобильные стреловые самоходные краны относятся к подъемно-транспортным машинам циклического (периодического) действия в отличие от машин непрерывного действия (например, транспортеров), в которых перемещение грузов происходит непрерывным потоком.

Стреловые самоходные краны общего назначения служат для подъема и опускания грузов и перемещения их на небольшие расстояния в горизонтальном направлении при строительно-монтажных и перегрузочных работах на объектах. Важнейшим показателем работы кранов является производительность, которая находится в обратной зависимости от полного цикла работы кранов [1].

В работе [2] рассматривалось имитационное моделирование рабочих процессов транспортных машин с целью ранжирования их параметров. Тем не менее, исследование постоянных и переменных факторов, влияющих на производительность машины до этого времени не было рассмотрено. Этим объясняется актуальность темы данной статьи, которая посвящена определению факторов, влияющих на время цикла стрелового крана.

Цель работы. Целью данной работы является математическое моделирование времени одного цикла работы стреловых кранов для выявления наиболее благоприятных физических аспектов факторов при анализе работы среди представленных марок машин.

Функциональную зависимость факторов, влияющих на производительность машин в процессе ее работы, можно представить в следующем виде (для машин периодического действия)

$$\Pi_{\Pi} = f(k_{\text{в}}, k_{\text{г}}, G, v_{\text{к}}, v_{\text{н}}, v_{\text{с}}, v_{\text{д}}, T_{\text{ц}}),$$

где $k_{\text{в}}, k_{\text{г}}$ – коэффициенты использования машины соответственно по времени и загрузке;

G – номинальная грузоподъемность;

$v_{\text{к}}, v_{\text{н}}, v_{\text{с}}, v_{\text{д}}$ – скорости подъема и опускания груза, передвижения машины и изменения положения ее конструкций для машин периодического действия;

$T_{\text{ц}}$ – время работы машины.

Суточная эксплуатационная производительность машины

$$\Pi_{\text{с}} = Q \cdot n \cdot k_{\text{в}} \cdot k_{\text{г}} \cdot t_{\text{см}},$$
$$n = 60 / T_{\text{ц}},$$

где Q – грузоподъемность крана, т, при данном вылете стрелы, м;

n – количество циклов за 1 ч работы;

$k_{\text{в}}$ – коэффициент использования машины по времени;

k_r – коэффициент использования крана по грузоподъемности (по полезной массе) при работе с одним определенным грузом (в случае подъема различных грузов принимается среднее значение k_r);

$t_{см}$ – усредненная продолжительность работы крана в течение смены, ч (при 5-дневной рабочей неделе);

$T_{ц}$ – время одного цикла, мин.

Система является многофакторной. Проведем исследование постоянных и переменных факторов. Определим факторы, которые влияют на время цикла стрелового крана $T_{ц}$. Время цикла – величина обратно пропорциональная производительности, поэтому исследуя этот параметр, можно определить марки автокранов с наивысшей производительностью.

С помощью факторного анализа можно решить, по крайней мере, четыре основные задачи:

1. отыскание скрытых, но объективно существующих закономерностей, которые определяются воздействием внутренних и внешних причин на изучаемый процесс;
2. сжатие информации путем описания процесса при помощи общих факторов или главных компонент, число которых значительно меньше количества первоначально взятых признаков;
3. выявление и изучение связи признаков с факторами или главными компонентами;
4. после выявления признаков, наиболее тесно связанных с данным фактором, можно выработать научно обоснованное управляющее решение, способное повысить эффективность функционирования процесса.

Для решения этих задач необходимо рассмотреть четыре основные проблемы:

- а) общности;
- б) факторов;
- в) вращения;
- г) оценки значений факторов;
- д) динамики изучаемых процессов.

Материал и результаты исследований. Факторный анализ проводили с помощью программы (SPSS-Statistics-17.0).

При определении продолжительности цикла стреловых кранов следует учитывать вращение стрелы в вертикальной и горизонтальной плоскостях [3, 4].

Продолжительность цикла для таких кранов определяется выражением

$$T_{ц} = t_3 + t_0 + \varphi \left(\frac{2l}{v_d} + \frac{2H_H}{v_{\Pi}} + \frac{2H_K}{v_{\Pi}} + \frac{\alpha}{180 \cdot \omega} + \frac{l_c}{v_c} \right),$$

где t_3, t_0 – время отстроповки и застроповки груза;

l – среднее расстояние перемещения крана, м;

v_d – средняя скорость движения крана, м/с;

H_H, H_K – средняя высота подъема и опускания грузозахвата в пункте захвата груза и освобождения от него, м;

v_{Π} – скорость подъема груза, м/с;

v_c – скорость горизонтального движения грузозахвата при изменении вылета стрелы (при ее повороте в вертикальной плоскости), м/с;

l_c – средняя величина изменения вылета стрелы при перемещении груза, м;

α – средний угол поворота крана при перемещении груза, град;

ω – частота вращения стрелы крана в горизонтальной плоскости, 1/с, (принимая $\omega = 0,025 \dots 0,04$ 1/с) [1].

Имеются данные исследования 17 стреловых автомобильных кранов на базе различных шасси [5, 6]. Исходные данные по кранам приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные

№ п/п	Марка автокрана, грузоподъемность, шасси	Время цикла, с
1.	КС- 7140 40 КРА365053	185,81
2.	КС- 4371 16 ЗМЛ 130	360,81
3.	МКАС-10 10 МА3-5334	225,03
4.	МКА-10М 10 ПС-401	353,74
5.	КС- 6471 40 ПС-401	224,87
6.	КС- 1562А 5 ГАЗ- 5317	387,14
7.	КС- 2561К 6.3 ЗИЛ-130	241,87
8.	КС- 5473 25 КРА3-65053	445,32
9.	МКА-16 16 КрАЗ- 257	351,92
10.	КС- 3577 12.5 МА3-5334	195,13
11.	КС- 3562Б 10 МА3-5335	286,03
12.	КС- 3573А 10 ЗИЛ- 133/ТЯ	225,81

Продолжение таблицы 1

13.	КС- 7471 63 ПС-632	255,40
14.	КС- 4561А 16 КрАЗ- 257К	312,22
15.	КС- 4571 16 КрАЗ- 257К	163,33
16	КС- 8471 100 ПС-10002	253,83
17.	МКА-6,3 6.3 ЗИЛ-130	571,24

Принимаем время t_3 и t_0 для всех марок машин одинаковым, коэффициент совмещения операций $\phi = 0,85$, тогда необходимо:

- провести факторный анализ следующих переменных – $l_d, v_d, H_n, H_k, v_n, v_k, l_c, v_c, \alpha, \omega$;
- выявить и интерпретировать факторные признаки;
- указать наиболее эффективные стреловидные краны для перемещении грузов.

В качестве исходных данных были взяты параметры для 17 марок стреловых кранов. Результаты работы программы SPSS представлены в виде таблиц 2-8.

По таблице 4 видно, что выделены 3 фактора, объясняющие 69,3% вариаций переменных – построенная модель достаточно хороша.

Таблица 2 – Описательные статистики

	Среднее	Стд. отклонение	Анализ N
l_d	93,6294	86,51947	17
v_d	17,4000	3,64692	17
H_n	17,0000	13,61084	17
H_k	7,5529	4,41094	17
v_n	0,2618	0,16394	17
v_k	0,5176	0,51963	17
l_c	8,1176	3,92846	17
v_c	0,1924	0,08474	17
α	297,0000	55,82786	17
ω	0,0312	0,00600	17

Таблица 3 – Общности

	Начальные	Извлеченные
l_d	1,000	0,706
v_d	1,000	0,599
H_H	1,000	0,875
H_K	1,000	0,902
v_H	1,000	0,678
v_K	1,000	0,739
l_c	1,000	0,596
v_c	1,000	0,577
α	1,000	0,473
ω	1,000	0,793

Метод выделения: анализ главных компонент.

Таблица 4 – Полная объясненная дисперсия

Компонента	Начальные собственные значения		
	Итого	% Дисперсии	Кумулятивный %
1	3,669	36,686	36,686
2	1,815	18,152	54,838
3	1,452	14,520	69,358
4	0,924	9,239	78,597
5	0,650	6,501	85,098
6	0,595	5,952	91,051
7	0,454	4,538	95,589
8	0,248	2,482	98,071
9	0,164	1,636	99,707
10	0,029	0,293	100,000

Продолжение таблицы 4

Компонента	Суммы квадратов нагрузок извлечения		
	Итого	% Дисперсии	Кумулятивный %
1	3,669	36,686	36,686
2	1,815	18,152	54,838
3	1,452	14,520	69,358
4	–	–	–
5	–	–	–
6	–	–	–
7	–	–	–
8	–	–	–
9	–	–	–
10	–	–	–

Метод выделения: анализ главных компонент.

Таблица 5 – Матрица компонент

	Компонента		
	1	2	3
I_d	0,060	0,386	-0,743
v_d	-0,520	0,138	0,556
H_H	0,925	-0,038	0,132
H_K	0,828	0,424	0,193
v_{Π}	0,342	0,748	-0,038
v_K	0,701	-0,479	0,135
I_c	0,611	-0,456	0,122
v_c	0,698	0,083	0,288
α	0,361	0,583	0,056
ω	0,505	-0,351	-0,644

По результатам матрицы повернутых компонент можно определить, какие факторы входят в выделенные SPSS три компоненты. Определить можно по величине максимальных нагрузок. Так, в первую компоненту вошли переменные H_H , v_K , I_c , v_c , во вторую – v_{Π} , H_K , α , в третью – I_d , v_d , ω .

Таблица 6 – Матрица повернутых компонент

	Компонента		
	1	2	3
l_d	-0,403	0,299	0,673
v_d	-0,284	-0,080	-0,715
H_H	0,807	0,425	0,209
H_K	0,529	0,785	0,072
v_H	-0,098	0,813	0,081
v_K	0,840	-0,067	0,171
l_c	0,752	-0,093	0,149
v_c	0,623	0,434	-0,028
α	0,030	0,687	0,017
ω	0,343	-0,120	0,813

Метод выделения: Анализ методом главных компонент. Метод вращения: Варимакс с нормализацией Кайзера. Вращение сошлось за 5 итераций.

Фактор 1 наиболее тесно связан с высотой подъема груза и имеет обратную зависимость от среднего угла поворота крана.

Фактор 2 наиболее тесно связан со скоростью подъема груза и имеет обратную зависимость от скорости опускания груза.

Фактор 3 наиболее тесно связан с параметрами движения крана и имеет обратную зависимость от среднего угла поворота крана.

Таблица 7 – Матрица преобразования компонент

	Компонента		
	1	2	3
1	0,801	0,482	0,354
2	-0,480	0,872	-0,101
3	0,358	0,089	-0,930

Метод выделения: Анализ методом главных компонент. Метод вращения: Варимакс с нормализацией Кайзера.

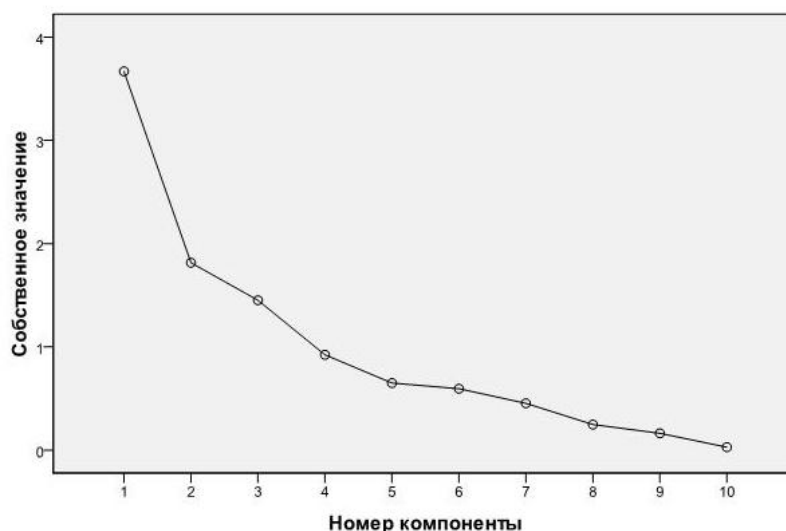


Рисунок 1 – График нормализованного простого стресса

Для того, чтобы указать наиболее подходящие стреловые краны для перемещения грузов, учитываем, что время цикла находится в обратной зависимости от производительности, проводим сортировку данных по 3 факторным признакам по убыванию.

Таблица 8 – Сортировка данных

Номер	Номер	Номер
1	4	11
2	16	6
17	14	9
16	8	2
3	1	1
15	12	10
4	5	12
5	3	3
6	10	13
7	11	5
14	9	14
8	15	7
13	2	15
9	7	16
10	13	8
11	17	17
12	6	4

Выводы. Показатели исследования необходимы для технико-экономических обоснований и выбора мер по повышению производительности машин. Согласно полученным данным делаем выводы, что наиболее подходящими для работы с высокой производительностью, учитывая обратную зависимость от времени цикла, являются стреловые краны 1,15, 5,10: КС-7140 40 КРАЗ 65053; КС- 1562А 5; ГАЗ- 5317; КС- 6471 40 ПС-401; КС- 3562Б 10 МАЗ-5335.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров М.П. Грузоподъемные машины / М.П. Александров – М.: Высшая школа, 2000. – 552 с.
2. Недорезов И.А., Симонов Н.Н. Имитационное моделирование рабочих процессов землеройно-транспортных машин с целью ранжирования их параметров / И.А. Недорезов, Н.Н. Симонов // Вестник ХНАДУ. – 2012. Вып. 57, С. 63 – 67.
3. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. Учебник для ВУЗов / В.П. Тарасик – М.: ДизайнПРО, 1997. – 640 с.
4. Математические модели технических объектов. / В.А.Трудоношин, Н.В.Пивоварова. – М.: Выш. шк., 1988. – 159 с.
5. Паргаманик И. М. Грузоподъёмные краны стрелового типа. Справ. пособие / И. М. Паргаманик. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 141 с.
6. Падня В. А. Погрузочно-разгрузочные машины. Справочник / В. А. Падня. – М.: Транспорт, 1982. – 448 с.

УДК 004.624:004.056.52

ПРОГРАМНА СИСТЕМА МИТТЄВОЇ ДОСТАВКИ ПОВІДОМЛЕНЬ ЧЕРЕЗ ІНТЕРНЕТ-БРАУЗЕР ЗА ДОПОМОГОЮ WEB PUSH API

О.С. Шаповал¹

¹студент, факультет інформатики та обчислюваної техніки, кафедра автоматизації та управління в технічних системах, група ІА-23, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна, e-mail: abit-poisk@yandex.ua

Анотація. В роботі описано створення програмної системи push-повідомлень через браузер за допомогою Web Push Api, яка дозволяє користувачам своєчасно отримувати нову інформацію від сайту. Сервіс інформує клієнтів навіть за відсутності відкритого браузера, чи тимчасово неактивного Інтернет-з'єднання.

Ключові слова: пуш-повідомлення, абіт пошук, інтернет-сервіс

PROGRAM SYSTEM OF PUSH-NOTIFICATIONS VIA BROWSERS USING WEB PUSH API

Oleksandr Shapoval¹

¹Student, National technical university of Ukraine, “Kyiv Polytechnic Institute” Kyiv, Ukraine, e-mail: abit-poisk@yandex.ua

Abstract. The article describes creating system of push-notifications via browsers using Web Push Api that allow users to get timely updates from site. It keeps clients informed with relevant information even if browser in the background or inactive.

Keywords: notifications, push-api, realtime, abit-poisknotifications, realtime, abit-poisk.

Вступ. Мережа Internet невинно розвивається з кожним роком. Все більше з’являється нових веб сервісів, які значно спрощують комунікацію між людьми, допомагають виконувати рутину роботу. Одночасно з цим кількість інформації постійно зростає й людині важко встигати за всіма оновленнями. Типовий приклад. Користувач підписаний на email-розсилку новин від певного веб-сайту. Для того, щоб людині прочитати свіжі новини, або дізнатись про їх наявність – потрібно як мінімум відкрити свою пошту та знайти нові повідомлення. Інший приклад. Користувач зареєстрований у соціальній мережі та час від часу спілкується зі своїми друзями. Для отримання нових повідомлень людині потрібно встановити спеціальний додаток на свій пристрій, або час від часу перевіряти веб-сайт на наявність нових повідомлень. Головна проблема в обох прикладах – додаткові дії збоку користувача, необхідні для отримання нової інформації.

Актуальність даної статті полягає у необхідності вдосконалення веб-сайтів для забезпечення миттєвої доставки нової інформації до користувачів без додаткових дій збоку самих користувачів.

Мета роботи. Метою даної статті є економія найціннішого людського ресурсу – часу, за допомогою створення програмної системи Web push-нотифікацій[1] для миттєвої доставки даних до користувачів без необхідності останніх повторювати рутинні кроки для отримання релевантної інформації. Слід зауважити, що в даній статті описані веб-технології, які дозволяють відсилати повідомлення навіть тоді, коли у користувачів закритий браузер, чи тимчасово відсутнє Інтернет з’єднання.

Матеріали та результати досліджень. Web push-повідомлення (браузерні push-повідомлення, пуші) – це короткі повідомлення, які власники сайтів можуть розсилати своїм користувачам. Повідомлення відображаються на екрані пристрою (комп’ютер планшет чи смартфон) користувача і при відкритті ведуть на сайт відправника. Push-повідомлення надходять користувачам навіть тоді, коли на комп’ютері не відкритий сайт-відправник, і

навіть коли закритий браузер[2]. Це досягається за рахунок використання Service Worker Api[3].

Service Worker Api – це спеціальна бібліотека, яка дозволяє виконувати певні запрограмовану програму, навіть коли браузер клієнта не запущений, або користувач знаходиться поза мережею Інтернет. Це набір методів, які представляє сучасний Інтернет-браузер для автономної роботи серверних програм веб-ресурсів.

Нижче показано загальну архітектуру сервісу для забезпечення доставки миттєвих повідомлень:

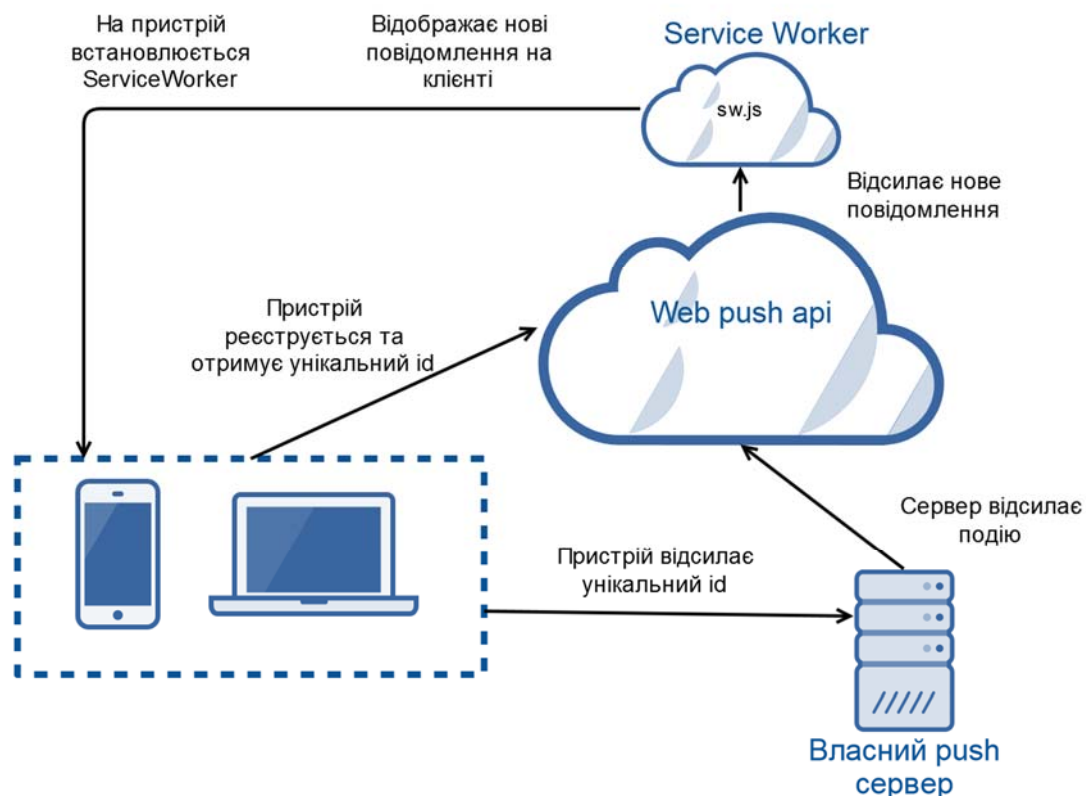


Рисунок 1 – Архітектура сервісу миттєвої доставки push-повідомлень

Клієнтські пристрої – будь який комп'ютер, планшет чи телефон із встановленим сучасним браузером (Chrome, Firefox, Safari) останньої версії. При першому відкритті веб-сторінки буде надіслано запит на дозвіл використання push-повідомлень. Користувачу потрібно підтвердити запит, після чого серверна програма встановить Service Worker в браузер та надішле запит до Web Push Api для отримання спеціального клієнтського ідентифікатора. Web Push Api[4] – це спеціальний API сервіс, розроблений власниками браузерів, який здійснює керування розсилками push-повідомлень.

Після отримання ідентифікатора клієнт реєструється на даному сайті шляхом спеціального запиту – цей запит визначається конкретним веб-ресурсом. Це може бути адреса типу my-site.com/push-register, де серверна

програма записує ідентифікатор клієнта в свою базу даних для майбутньої розсилки повідомлень.

Коли на сайті настає певна подія (публікація новини – якщо це сайт новин, або якийсь користувач надіслав повідомлення своєму другу) – push-сервер створює спеціальний запит на Web Push Api, де вказує ідентифікатор одержувача та «корисну» інформацію (payload).

Web Push Api отримує повідомлення від сайту, визначає одержувача на основі ідентифікатору та створює нову подію для даного користувача.

Service Worker, встановлений у браузері клієнта має спеціальні методи, які дозволяють підписуватись на події від Web Push Api. Коли надходить нова подія, програма створює push-повідомлення та безпосередньо відображає його у вікні браузера. Таким чином будь які Інтернет-ресурси мають змогу миттєво розсилати повідомлення своїм користувачам.

Розробка програми поділена на кілька етапів: створення таблиць, реалізація push-серверу, інтеграція з реальним веб-сайтом.

Етап 1. Створення таблиць. Для організації доставки повідомлень створена таблиця subscriptions, яка містить необхідну інформацію про користувачів, підписаних на розсилку. В якості бази даних була обрана Mysql – це відкрита СУБД, яка ідеально підходить для багатьох задач, включаючи збереження та обробку великих масивів даних.

Етап 2. Push-сервер. Для розробки системи використано бібліотеку web-push[5] для відправки власних повідомлень на браузерні сервіси Web Push Api та фреймворк PhalconPHP[6] для швидкої реалізації веб-застосунку. Пуш-сервер представляє собою Rest api сервіс, який обмінюється інформацією з іншими клієнтами або серверами за допомогою структурованих json-повідомлень. Ключові адреси rest-серверу:

адреса створення нової підписки – клієнт посилає запит, коли він хоче підписатися на повідомлення від сайту. Сервер реєструє нового користувача – створює відповідний запис у таблиці subscriptions. Додатково в браузері клієнту з'являється спеціальне вікно запиту на розсилку нотифікацій - користувачу треба надати згоду натиснувши відповідну кнопку. Після цього клієнт готовий для отримання нових повідомлень.

адреса видалення підписки – необхідна для того, щоб користувач зміг відмовитися від отримання нових повідомлень від сервісу. Також це можна зробити шляхом зміни налаштувань сайту в самому браузері.

адреса створення нотифікації – необхідна для доставки повідомлень безпосередньо користувачу. За допомогою бібліотеки web-push формується спеціальний запит на Web Push Api, який в свою чергу доставляє необхідні дані до клієнта. Для захисту від несанкціонованих запитів було використано

JSON Web Token[7] – спеціальний маркер, який дозволяє ідентифікувати клієнта, який здійснює запит на дану адресу. Ці ключі знають лише пуш-сервер та інші довірені веб-сервери. Звичайний користувач немає доступу до даної адреси.

Етап 3. Інтеграція з системою пошуку абітурієнтів «Абіт Пошук»[8]

Програмна система розроблена для забезпечення оповіщення користувачів про отримання нових відповідей в гостьовій книзі.

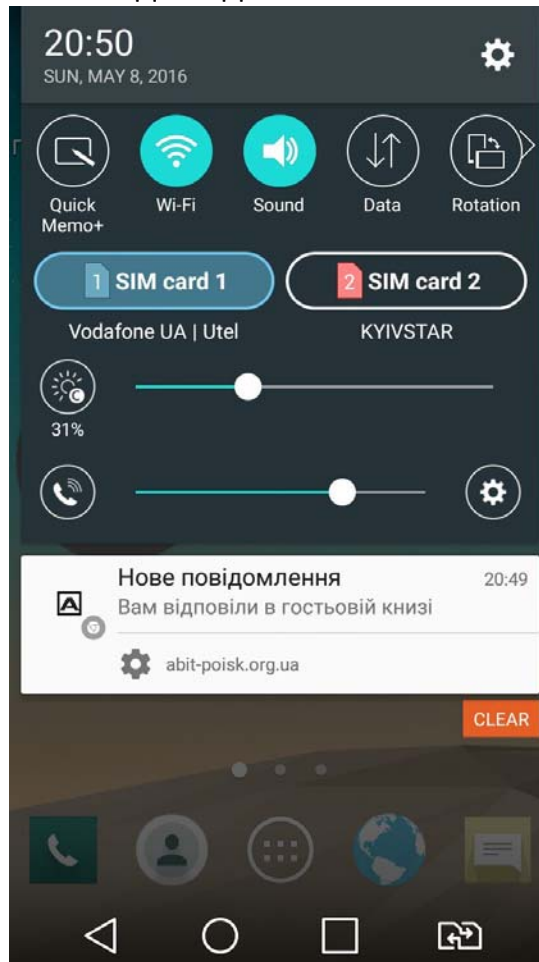


Рисунок 2 – Нове повідомлення від системи «Абіт Пошук»

Висновки. В роботі описано спосіб організації доставки push-повідомлень через браузер за допомогою сучасних веб-технологій – Web push-нотифікації та Service Worker. Також створено програму оповіщення для системи пошуку абітурієнтів «Абіт Пошук».

За допомогою розробленого веб-застосунку вдалося зекономити час користувача, оскільки йому не потрібно періодично перевіряти сайт на нову відповідь, чи постійно знаходитись на ресурсі – програма автоматично надсилає повідомлення на екран пристрою клієнта, коли з'являється відповідь в гостьовій книзі. Єдиний, досить вагомий(але тимчасовий) недолік – лише останні версії Firefox та Chrome підтримують стандарт Web Push Api, тому

для всіх інших браузерів доставка повідомлень працювати не буде. Можливий спосіб для вирішення даної проблеми – створення sms-розсилки для користувачів, які не підтримують Web Push-нотифікації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Web Push-повідомлення [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://developers.google.com/web/updates/2015/03/push-notifications-on-the-open-web?hl=en>
2. Що таке Push-повідомлення [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://jeapie.com/ru/blog/about-web-push-notifications>
3. Service Worker Api [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Service_Worker_API
4. Web Push Api [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://developer.mozilla.org/en/docs/Web/API/Push_API
5. web-push [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://github.com/Minishlink/web-push>
6. PhalconPHP [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://phalconphp.com>
7. Json Web Token [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://jwt.io>
8. «Абіт Пошук» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://abit-poisk.org.ua>

УДК 74

ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО КРЕСЛА

Т.В. Антропова¹, В.Р. Архипов²

¹ ст. преподаватель кафедры «Инженерная геометрия и промышленный дизайн», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов, Россия, e-mail: graphic@sstu.ru

² студент гр. б2ДИЗН-21 направления «Дизайн (промышленный)», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов, Россия, e-mail: graphic@sstu.ru

Аннотация. В работе рассматриваются общие положения и эргономические требования, применяемые в процессе проектирования рабочих сидений, а также приведены примеры использования данных позиций при дизайн-проектировании автомобильного кресла.

Ключевые слова: эргономика, эргономические требования, система «человек-машина-среда», эргономические свойства промышленных изделий, проектирование рабочих сидений.

THE ERGONOMIC MAINTENANCE OF THE ENGINEERING PROCESS OF THE CAR CHAIR

T.V. Antropova¹, V.R. Arkhipov²

¹Senior lecturer of the chair "Engineering Geometry and Industrial Design", Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Saratov state technical University named after Y. A. Gagarin", Saratov, Russian Federation, e-mail: graphic@sstu.ru

²Student of the group b2DIZN-21 of the approach "Design (industrial)", Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Saratov state technical University named after Y. A. Gagarin", Saratov, Russian Federation, e-mail: graphic@sstu.ru

Abstract. There are general provisions and ergonomical objectives, which are employing in the process of engineering of work chairs, reviewed in the work, as well as there are put an examples of using given positions by the design-development of car chair.

Keywords: ergonomics, ergonomical desires, system "man-mainframe-environment", ergonomical properties of the industrial products, engineering of the work chairs.

Введение. Как известно, процесс проектирования современной техники представляет собой весьма сложный комплекс задач, решение которых связано, с одной стороны, с технико-экономическими и инженерными требованиями (машинная составляющая в проектировании), с другой - с потребностями человека и его взаимодействием с производственной средой (человеческая составляющая). Такая многофакторность деятельности проектировщика предполагает достаточно высокий уровень требований, предъявляемых к его квалификации. Художественно-конструкторское образование должно быть многогранно и достаточно обширно, соединяя в себе различные области знаний: эстетику, эргономику, технику, технологию, экономику, антропологию, психологию, цветоведение, физиологию и многие другие. Кроме того, эта дисциплина имеет свои особенности, состоящие в том, что образовалась она на стыке техники и искусства. Такой дуализм предполагает применение в обучении специалистов сугубо конструкторских и технико-технологических направлений эстетических составляющих и развитие элементов художественного мышления и наоборот: обязательное обучение студентов творческих направлений основам чисто технических дисциплин - материаловедения, технологии изготовления изделий, конструирования и т. д.

Далеко не последнее место среди вышеперечисленных отраслей науки занимает эргономика - научная дисциплина, комплексно изучающая человека (группу людей) в конкретных условиях его (их) деятельности, связанной с использованием машин (технических средств). Общеизвестно, что эр-

гономика является одновременно и научной, и проектировочной дисциплиной, так как в ее задачу входит разработка методов учета человеческих факторов при модернизации действующей и создании новой техники и технологии, а также соответствующих условий труда (деятельности). Интерес к системам «человек - машина» обусловлен тем, что в качестве объектов технического проектирования и конструирования стали все чаще выступать различного рода сложные системы управления производством, транспортом и т. п. Следовательно, и эффективность их функционирования во многом определяется деятельностью включаемого в них в качестве ведущего звена - человека. Необходимость учета особенностей человека зафиксирована в формулировке основного принципа эргономического проектирования - "человекоориентированное" проектирование. Несмотря на совместное выполнение функций управления человеком и машиной, каждая из двух составляющих этой сложной системы подчиняется в работе собственным, свойственным только ей закономерностям, причем эффективность функционирования системы в целом определяется тем, в какой степени при ее создании были выявлены и учтены присущие человеку и машине особенности, в том числе ограничения и потенциальные возможности. Задачи оптимизации таких систем требует комплексного подхода, а девизом может служить крылатое выражение «Эргономика - это наука плюс техника» [1].

Цель работы. В настоящей работе рассмотрены элементы дизайн-проекта автомобильного кресла, выполняемого во время освоения дисциплины «Проектирование» студентами, обучающимися по направлению «Промышленный дизайн». В статье освещены вопросы изучения и использования в процессе проектирования эргономических знаний и навыков учета антропометрических факторов, а также возможные колористические решения промышленных изделий на примере конкретного учебного проекта.

Материал и результаты исследований. Бесспорно, что процесс эргономического сопровождения процесса проектирования любого промышленного изделия, независимо от простоты или сложности его конструкции, технологии изготовления, а также приемов и методов его эксплуатации, должен являться обязательным и непреложным. Методологической основой эргономического проектирования является комплексно-системный подход, который проявляется в необходимости рассмотрения субъекта деятельности, технических средств, средовых условий. Комплексная составляющая подхода предполагает рассмотрение субъекта во всей совокупности качеств - анатомических, физиологических, психофизиологических, психологических, личностных - и предпочтений и должна обеспечивать полноту реализации человеческих возможностей. Эргономическое проектирование

включает разного рода работы, перечень которых определяется особенностями объекта, степенью близости к прототипу, полнотой эргономических данных.

В качестве примера могут быть рассмотрены элементы дизайн-проекта автомобильного кресла (рис. 1).

Основная идея проекта заключается в том, потенциальные потребители современного авторынка машин среднего класса, обладающих достаточной мощностью и относительно высокими скоростными характеристиками, должны обладать возможностью частичного тюнинга интерьера изделия (например, замены штатных автомобильных сидений на спортивные). Не хотелось бы, чтобы эти изменения привнесли диссонанс в эстетически продуманный дизайн и привели к нарушению целостности внешнего вида салона. Предлагаемый проект предусматривает разработку универсального кресла, выполненного в «спортивном» стиле, которое можно без потерь эстетических свойств целого вписать практически в любой салон рассматриваемого класса автомобилей.



Рисунок 1 – Проектное решение автомобильного кресла

Во время разработки идеи изделия учитывались: специфика деятельности, объем пространства, пространственные соотношения с другими элементами, внешний вид и форма изделия, возможность смены положения, величина нагрузок, диапазон движений частей тела, условия безопасности, а также требования, традиционно предъявляемые к рабочим сиденьям, которые должны:

- обеспечивать такое положение тела, при котором нагрузка на мышцы будет оптимальной;
- создавать условия для изменения рабочей позы с целью снятия статического напряжения мышц спины и предупреждения общего утомления;
- способствовать нормальному функционированию сердечно-сосудистой, дыхательной и пищеварительной систем;
- обеспечивать удобство усаживания и вставания; свободное перемещение корпуса и конечностей относительно друг друга в процессе эксплуатации;
- создавать надежную опору позвоночнику и тазу и сохранять их естественное выпрямленное положение;
- иметь регулируемые параметры [2].

Кроме того, в процессе конструирования максимально соблюдались общеизвестные условия распределения давления при сидении:

- 1) спинка должна быть профилирована, чтобы обеспечить поддержку для поясничного отдела позвоночника;
- 2) давление на заднюю поверхность бедер должно быть сведено к минимуму;
- 3) угол между сиденьем и спинкой должен составлять 95-105 градусов, что также способствует оптимизации распределения давлений;
- 4) поверхность сиденья и спинки должны иметь размеры, удовлетворяющие размерам тела человека от 5-го до 95-го перцентиля взрослого населения;
- 5) обивка и покрытие сиденья и спинки должны быть достаточно эластичны, чтобы принимать на себя локальные давления тела [2, 3].

Разрабатываемое сиденье должно обеспечивать водителю достаточную степень безопасности и, как следствие - уверенность на дороге; обладать многими видами регулировок различных частей: каждый человек может изменить в любой момент времени форму кресла и подстроить его под себя - сделать «свое кресло». Проектируемое изделие универсально и должно подходить под большинство стандартных креплений. Основные технические характеристики следующие:

- максимальная нагрузка - 130 кг, предполагаемая масса - 15 кг;
- регулировка по высоте;
- регулировка по ширине спинки и сиденья;
- регулировка угла наклона спинки и сиденья.

Результатом решения стали:

- трехмерная модель автомобильного кресла (рис. 1);
- ортогональные проекции (чертежи) с нанесенными размерами и диапазонами регулировок;

- фронтальное и профильное изображения кресел (рис. 2);
- упрощенная эргономическая схема проектируемого объекта (рис. 3).



Рисунок 2 – Основные изображения проектируемого изделия

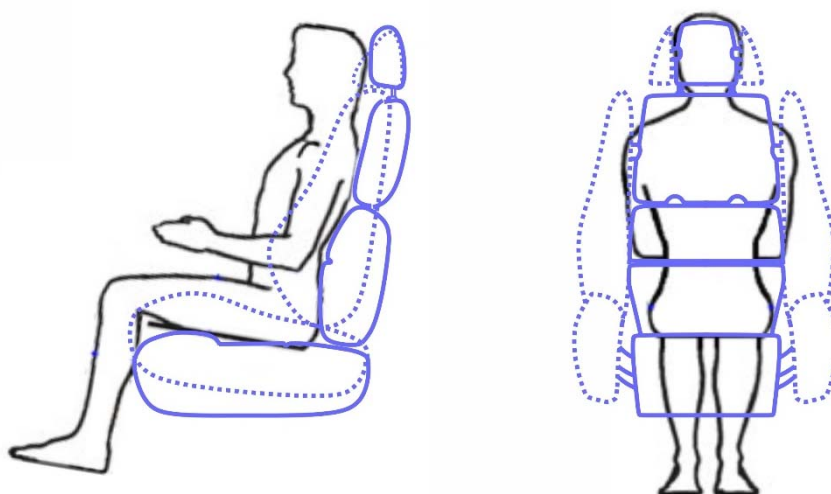


Рисунок 3 – Упрощенная эргономическая схема

Необходимо отметить, что при выполнении проекта были также рассмотрены несколько вариантов цветового решения изделия (рис. 4), что дает возможность потребителю выбрать «свое» кресло и позволяет подчеркнуть индивидуальность «своего» автомобиля.

Известно, что показателями *эргономичности* - интегральной эргономической характеристики являются общие и частные характеристики по отношению к функциям человека в системе (управление, обслуживание), условиям реализации деятельности (возможность освоения функций и параметры рабочей среды), характеристикам отдельных функциональных систем. Надеемся, что использование эргономических характеристик при проектировании данного изделия позволило выявить "критические точки" возможного несоответствия параметров элементов проектируемой системы

потребностям человека и достичь приемлемых с эргономической точки зрения результатов.



Рисунок 4 – Варианты предлагаемых цветовых решений

Выводы. В заключение напомним, что проектирование изделий и технических устройств, используемых человеком в профессиональной деятельности и обыденной жизни, обязательно должно сопровождаться эргономической проработкой, направленной на удобство, повышение эффективности и безопасности при их использовании. А в качестве итогового показателя процесса дизайн-проектирования промышленного изделия может быть рассмотрена его всесторонняя комплексная оценка в плане технического совершенства, удобства эксплуатации, оптимизации эргономических характеристик, соответствия эстетическим и конструктивным требованиям потребителя, рациональности внедрения с точки зрения развития производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мунипов В.М., Зинченко В.П. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: учебник. М.: Логос, 2001. 356с.

2. Васин С.А., Талашук А.Ю. и др. Проектирование и моделирование промышленных изделий: учеб. для вузов. М.: Машиностроение -1, 2004, 692 с.
3. Васин С.А., Кошелева А.А. Эргономические основы проектирования: учеб.-метод. пособие. Тула: Изд-во ТулГУ, 2010, 96 с.
4. Художественное конструирование. Проектирование и моделирование промышленных изделий: учеб. пособие для вузов / З.Н. Быков [и др.] ; под ред.: З.Н. Быкова, Г.Б. Минервина. - М.: Высшая школа, 1986. - 239 с.
5. [Сомов. Ю. С.](#) Композиция в технике - 3-е изд., перераб.и доп. - М.: Машиностроение, 1987. - 288 с.
6. Волкотруб И.Т. Основы художественного конструирования: Учеб. пособие для сред. спец. учеб. заведений / И.Т. Волкотруб, 2-е изд., перераб.и доп. - Киев: Выща школа, 1988. - 191 с.

ЗАХОРОНЕНИЕ ЯДЕРНЫХ ОТХОДОВ: СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Е.В. Комлева¹, В.Н. Самаров², В.З. Непомнящий³

¹научный сотрудник, Институт философии и политологии, Технический университет, г. Дортмунд, Германия

²доктор технических наук, профессор, лаборатория новых технологий, г. Garden Grove, США

³кандидат технических наук, старший научный сотрудник, лаборатория новых технологий, г. Garden Grove, США

Аннотация. Рассмотрен знаковый факт возврата ФГУП «НО РАО» к «национальной идее» ядерного могильника на Новой Земле как следствие гипертрофированного, возможно, чувства особенности, самодостаточности и приоритетности российской атомной отрасли. Своевольный возврат к ранее признанной ошибкой идее без публичного опровержения прежнего заключения РАН и решения Минатома означает, что «Национальный оператор» испытывает серьезные трудности при собственном надежном обосновании способов и мест геологической/финальной и других видов изоляции радиоактивных отходов, при этом частично игнорируя/искажая общепризнанную зарубежную методологию. Ситуация дополнительно осложнена мировым экономическим и политическим кризисом. Трудности для всех типов могильников можно экономично и объективно преодолеть, привлекая горный, геологический и материаловедческий опыт, а также ресурсы извне Росатома.

Ключевые слова: ядерная энергия, ядерные отходы, ядерный могильник, геологические и горные технологии, безопасность, экономика, Новая Земля, Красноярск, Печенга, Урал, Росатом, горно-химический комбинат, Кольская горно-металлургическая компания, Россия.

DISPOSAL OF NUCLEAR WASTE: SYSTEMS ANALYSIS

Elena Komleva¹, Victor Samarov², Vitaly Nepomnutshy²

¹Institute for Philosophy and Political Science, TU Dortmund, Germany

^{2,3}Ph.D., LNT PM Inc., Garden Grove, CA, USA

Abstract. There is considered an emblematic fact of going back to the "national idea" of a nuclear final storage facility on Novaya Zemlya made by the Federal State Unitary Enterprise "National Operator for Radioactive Waste Management" as a result of a probably exaggerated sense of specialness, self-sufficiency and priority of Russian atomic branch. The self-willed return to the idea, earlier conceded to be a mistake, without a public refutation of previous conclusion of the Russian Academy of Science and Minatom decision implicates that the "National Operator" has a hard time of reliably proving itself the ways and sites for geological/ final and other kinds of isolation of radioactive waste, furthermore it partially ignores/ distorts the recognized international methodology. The situation is additionally complicated by the world economic and political crisis. Difficulties for all types of final storage facilities can be objectively and efficiently mastered by using the experience of mining, geology and material sciences as well as resources external to Rosatom.

Keywords: nuclear energy, nuclear waste, nuclear waste storage facility, geological and mining technologies, safety, economy, Novaya Zemlya, Krasnoyarsk, Pechenga, Ural, Rosatom, mining and chemical combine, Kola Mining and Metallurgical Company, Russia.

Скажите государю, что у англичан ружья кирпичом не чистят: пусть чтобы и у нас не чистили, а то, храни Бог войны, они стрелять не годятся
Н.С. Лесков. Сказ «Левша»

Введение. В данной статье, в контексте соотнесения ядерной и горно-геологической тематик, речь идет о материалах ядерной отрасли, подлежащих в тех или иных обстоятельствах изоляции от биосферы. Под ними понимается совокупность твердых/отвержденных радиоактивных отходов (РАО) разного уровня активности, отработавшего ядерного топлива и демонтированного боезапаса – делящихся ядерных материалов оружейного качества (если они признаны отходами). Составляющие рассматриваемой ядерной совокупности в разной степени и в зависимости от разных условий могут оказаться в земных недрах: глубоко или в контакте с земной поверхностью. Для конкретности и допустимого упрощения рассматриваем как базу лишь один из вариантов последней стадии обращения с отходами – их захоронение. Его в международном контексте нужно считать основным. На такой вариант стратегически ориентируются главные атомные страны (США, ГЕРМАНИЯ, КАНАДА, ШВЕЦИЯ, ФИНЛЯНДИЯ, большей частью – ВЕЛИКОБРИТАНИЯ, ЯПОНИЯ, КИТАЙ). А также все менее продвинутые в атомной отрасли страны, которые (к тому же) не производят собственного

свежего ядерного топлива, а пользуются топливом лидера мировых поставок – США. Стадии захоронения во многом технологически близок вариант подземного долговременного хранения некоторых материалов, относительно которых допускается, что их статус как отходов со временем может быть пересмотрен.

Целью работы является анализ российской системы захоронения разных категорий РАО и выработка конкретных предложений по ее модернизации в свете международных тенденций и обозначенных авторами новых экологически и экономически эффективных технологий, базирующихся на инновационной трактовке некоторого горно-геологического и материаловедческого опыта.

Материалы и результаты исследований. ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами» (ФГУП «НО РАО») решает проблему захоронения твердых РАО в России. Вряд ли кто-нибудь оспорит необходимость этой деятельности. Но качество конкретных решений сомнительно.

В части федерального (с международной перспективой) геологического/финального могильника на глубине 500 м для РАО 1 и 2 категории (высокоактивные отходы, ВАО) сомнения давние и многими опубликованы. Созданный в СССР Красноярский горно-химический комбинат и создаваемый ныне конверсионный комплекс в Железногорске – гордость Росатома. Правда, гордиться могильником в таком комплексе излишне. Место могильника не выбрано из альтернатив (проигнорированы, в частности, весомый вариант ИГЕМ РАН применительно к одному из подземных урановых рудников Краснокаменска – явное неуважение к академическим долголетним трудам и потраченным деньгам, возможности Норильска и Печенги), а назначено антинаучно и лукаво около Енисея в угоду корпоративной целесообразности. Мало кто в мире отныне собирается нагружать производственную площадку конечного по историческим меркам объекта, выбиравшуюся не для захоронения РАО, ради краткой выгоды вечным опасным балластом в виде могильника. Разве что рискованно Украина – зону Чернобыльской АЭС. Могильник и другие объекты в Железногорске – антагонисты по функциям и условиям существования. «Родильный дом» и «кладбище» не должны быть за одним забором. Нарушен человеческий закон, социокультурный код. Запланирована охрана. Уточнить бы: охрана и ремонтники будут деньги получать миллион лет? Напомним постулат МАГАТЭ: безопасность могильника в перспективе не должна определяться присутствием/отсутствием при нем персонала.

Относительно «легких» (среднеактивные отходы, САО и низкоактивные отходы, НАО) РАО в российском варианте наземных/приповерхностных

могильников вывод о слабости решений (по результатам, законодательная база их не рассматривается) также, видимо, возможен и впервые, как и обосновывающий его анализ (анализа других авторов мы не встречали), представлены в данной статье. Тем самым, - относительно системы в России в целом. На это указывает, прежде всего, факт возврата ФГУП «НО РАО» к идее могильника на Новой Земле. Своевольного возврата к ранее признанной ошибкой идее без опровержения/объяснений по поводу прежнего отрицательного заключения Горного института КНЦ РАН (вновь пренебрежение достижениями академических ученых) и международного консорциума, прежнего решения Минатома (где уважение к предшественникам по отрасли?) отказаться от этой идеи. Будут ли рады такому варианту другие пользователи акватории, шельфа и прилегающей территории? Прежде всего – военные. Когда в Арктике создается мощный оборонительный рубеж. Или газовики Ямала, где «ГАЗПРОМ – национальное достояние» осуществляет ряд крупных проектов. Когда федеральные власти в очередной раз обозначили приоритетность финансирования на Северо-Западе РФ традиционных отраслей хозяйства Архангельской области, а не Мурманска. Возможен новый ракурс претензий со стороны давних оппонентов - экологов, а также представителей тепловой энергетики - по поводу слабо обоснованных амбиций Росатома, безоговорочно поддерживаемых государством. И ядерный полигон России еще понадобится, чтоб «ружья» и «мозги» по настоящему прочистить.

Для одного из уральских (Новоуральск), на земной поверхности (при заглублении днища конструкции всего на 7 м), могильников РАО 3 и 4 категории (САО и НАО) сами же его создатели признают, что он будет опасным тысячи лет. Да и для второго (Озерск) уральского их оценки аналогичны. Поэтому-де вскрывать могильники не планируется. Что, за тысячи лет не будет желающих вскрыть их? Можно было бы спросить и классическое: «А будут ли вечно могильники выдерживать «падения самолетов»? Или напомнить про принцип ответственности их создателей перед будущими поколениями! Или поинтересоваться планируемыми эксплуатационными расходами! Или задать вопрос по строительным материалам: сколько циклов замораживания-оттаивания выдержит гидроизоляция?

В России существуют нормы для САО и НАО при их захоронении, предусматривающие ограничения состава и активности отдельных изотопов. Эти ограничения позволяют принять за интегральную норму срок опасности могильника в 300 лет (что тоже немало). Но это же не тысячи лет и не вечность, о которых заявили создатели уральских приповерхностных могильников. Что это – произвол, пренебрежение теорией и нормами уже в начале пути? На каком основании считается, что можно на земной поверхности, в своей

стране, размещать тысячелетней опасности объекты? Чего проще, с точки зрения условия «вечной» изоляции, учитывая нужную в нынешних условиях экономию средств, всю разработанную конструкцию могильника с ее достоинствами ДОПОЛНИТЕЛЬНО вписать в отработавший свое карьер. Всю снабдить еще одним бесплатным барьером. В принципе, любой карьер необходимого объема и приличной глубины улучшит ситуацию по сравнению с поверхностью. Оптимально, если вмещающие карьер породы (их отдельные участки) будут хорошего качества, на уровне норм для пород подземных могильников. На Урале нет проблем с наличием карьеров (да и подземных отработавших выработок). И поверх могильника в карьере предусмотреть мощную породную засыпку. Тогда можно избавиться от несанкционированного вскрытия могильника подавляющим большинством возможных способов. Хоронили же немцы именно «легкие» РАО в бывших подземных рудниках!

Примеры для рассмотрения. Недалеко от Новоуральска расположены карьеры Баженовского месторождения асбеста. Вблизи ПО «Маяк» - карьер АО «Костанайские минералы». Гидрогеологические условия месторождений простые, горные породы имеют слабую водопроницаемость. Возможно, что вмещающие асбест серпентинитовые породы аналогичны по инженерно-геологическим и сорбционным характеристикам породам Печенги, которые давно рассматриваются как перспективные для размещения РАО в специально созданных либо в выведенных из эксплуатации горных выработках. Дело за малым: «скрестить» подходы Печенги и Новоуральска/Озерска применительно к площадкам месторождений асбеста. Ранее показано, что потенциал Печенги в проблеме захоронения РАО может быть адаптирован и к горно-геологическим условиям медно-никелевых месторождений Канады. Видимо, возможны в этом ракурсе аналогии и между месторождениями асбеста России и Канады. Наиболее привлекательным по экономике и экологии вариантом для асбестовых карьеров может быть создание из доступных пока пространств карьеров в их бортах подземных камер/проработанных во множестве проектов модулей (РАО-модулей) со всем необходимым комплексом классических барьеров безопасности. Получится подземное хранилище со всеми преимуществами по безопасности, без непродуктивных затрат на вспомогательные выработки и с минимальными/нулевыми эксплуатационными расходами. Комбинированный способ разработки – достаточно распространен в горнодобывающей промышленности. Есть в истории человечества «комбинированный» город Petra. Почему бы не быть комбинированным размещению в геологической среде особо опасных отходов? Комбинированным в двояком смысле: горные

предприятия двойного назначения и горные выработки двух типов. И базовые горнорудные предприятия получают работу. Сокращение спроса на асбест привело к закрытию многих рудников. Есть еще вблизи Озерска выводимые из эксплуатации выработки на месторождениях медных и никелевых руд! Или схожие с Печенгой наземно-подземные комплексы Сибая и Учалы – Новые Учалы.

Часто употребляемое «доказательство» относительно российских наземных могильников, что «так делают за рубежом», требует проверки. Во-первых, все так «ружья кирпичом не чистят». Германия так не делает изначально и принципиально. Швеция, Финляндия и Норвегия: сколько наработано РАО в энергетике либо науке, медицине и промышленности – все под землю, хотя и в разных вариантах соответственно опасности отходов. Пример этих стран характеризует весь спектр возможных подземных захоронений по объемам отходов/камер. И Франция будет хоронить CAO в подземном могильнике – CIGEO. Как и Великобритания – NIREX. США, классификация РАО которых отличается от европейской, под землей хоронят не только высокоактивные, но и трансурановые РАО условно средней активности. Чем обусловлено отсутствие такой отдельной категории отходов в России при схожести структур ядерных отраслей США и РФ – не желанием ли втихую избежать дополнительного подземного строительства? Где российский аналог американского подземного могильника WIPP для военных трансурановых отходов? Достигнут ли ядерный паритет применительно к РАО? В Канаде выбрали подземный вариант для CAO и НАО. Против конкретной площадки, правда, общество активно протестует, но по причине ее расположения вблизи Великих Озёр, которые служат источником пресной воды для десятков миллионов жителей.

Во-вторых, те, кто делают - вполне вероятно, что так да не так. И вопрос не в том, будет ли в России обеспечено то же качество строительных работ, что и там, где «делают». Да, конструкция российских наземных объектов заимствована, в основном, у зарубежных аналогов. Вопрос в схожести/различии составов РАО (прежде всего, по изотопам; и есть ли в составе зарубежных РАО таких категорий трансурановые изотопы, которые, например, планируются для могильника в Северске), если в российском варианте употребляют слово «вечный». Есть ли у таких стран отходы технологий ядерного топливного цикла либо военной деятельности? Хотелось бы документальных доказательств, что за рубежом уже при общественном обсуждении и проектировании таких объектов они имеют статус «вечных». Многие страны долгоживущие отходы средней активности выделяют из общего объема CAO для подземного захоронения. В-третьих, далеко не все страны обяза-

тельно хоронят РАО на промышленных площадках ядерных объектов. В России такое обязательство - канон, что, конечно, заставляет лукавить при доказательстве научности геологического выбора (которому по правилу «3 условий» отведено третьестепенное значение) площадок для могильников. Чаще площадки сразу назначают по месту. Но даже если сначала вроде бы ищут долго и «по науке», итог тот же: Копорье трансформировали в Сосновый Бор, Нижнеканский гранитоидный массив – в промплощадку Красноярского ГХК (в фильме 2016 г. о Красноярском могильнике гнейсы площадки противопоставляются гранитам, <http://www.atomic-energy.ru/video/64618>). В-четвертых, зарубежные приповерхностные хранилища НАО и САО либо уже затратно реконструируются, либо вероятность этого со временем высока. Их удел, который вменяют и России, - перманентная (на много веков) реабилитация. Впрочем, в Росатоме, видимо, привыкли гордиться бесконечным финансированием проблемы отходов. Разве это требуемое экономической ситуацией в стране снижение бюджетных трат? В-пятых, основные приповерхностные хранилища (и только НАО) главного «идеолога» такого вынужденного захоронения первых лет атомной гонки – США находятся в более теплых, чем российские, регионах. Это не российские условия по атмосферным осадкам и фазовым переходам вода-лед. И, в-шестых, часть наземных могильников в России уже сейчас фактически имеют статус международных.

Так что тезис «так делают за рубежом» очень сомнителен. В подавляющем большинстве случаев он глубоко ошибочен. Похоже, дружное устремление за рубежом к подземным могильникам – реакция на сложную мировую обстановку. Копирование чужих, старых и не лидирующих тенденций по захоронению РАО - занятие не очень достойное. Если за рубежом вечную безопасность наземным могильникам не обещают и поставщики РАО для них не аналогичны российским, то сравнения с ними неуместны. Нужно ли плодить радиоактивные курганы, котлованы и болота подобно «могильнику» Карачай? А то они, доступные для зарубежных воздушно-космических сил, «храни Бог войны», как раз и могут «стрелять» как «грязные бомбы», тиражируя радиоактивные следы наподобие Восточно-Уральскому и Чернобыльским. Во время войны ядерные объекты станут целями. Около могильника в Ростовской области война уже рядом. Да и без войны трансформация споров о проблеме РАО в конкретные и наглядные, опасные наземные «чудеса технологий» лучше всего убедит в том, что «Такой хоккей нам не нужен!» И прежние места штатного накопления РАО на поверхности оптимизма не внушают.

Государство взяло на себя и расходы по аварийным отходам. Есть мнение, что негативные следствия в денежном эквиваленте за тридцать лет

только в связи с чернобыльскими отходами перекрыли весь положительный экономический эффект от ядерной энергетики в СССР. Россия пока не приступила к оценке весьма затратного из-за отходов массового вывода ядерных объектов из эксплуатации. А это не за горами. Новые значительные объемы РАО еще более осложняют ситуацию. Что, и их размещать на поверхности? В Германии, которая уже на практике решает проблемы этой стадии, сразу возникли трудности с представлениями об экономике захоронения РАО. Как и во всем мире. Цена вопроса с трудом поддается исчислению. Относительно облученного реакторного графита вообще в мире нет даже начальных представлений о захоронении (разве что российское «высокотехнологичное» предложение засыпать его глиной на рабочем месте).

Сильные решения по всем категориям РАО можно найти в кооперации с теми, кто более осведомлен в геологии и горном деле нежели ФГУП «НО РАО», а также имеет для реформатирования под задачу отходов природно-техногенные объекты. Возможные партнеры - АЛРОСА, Норникель, Северсталь, важнейшая характеристика пород на объектах этих компаний – водопроницаемость – в сравнении с зарубежными могильниками РАО приведена в работах [1,2], или гиганты нефтегазовой отрасли, которым в трудные времена разумно было бы позаботиться о диверсификации деятельности в сфере недропользования. Опыт заимствований Росатомом технологий нефтегазовой отрасли уже есть. В РФ в течение 45 лет было удалено в глубокие изолированные горизонты-коллекторы около 50 млн. м³ жидких РАО. Ситуация была более тяжелой – отходы в подвижной форме. Но геологические условия заблокировали им выход на поверхность аналогично локализации в недрах месторождений углеводородов. Геология и горное дело несравнимо более зрелые отрасли с богатым и надежным опытом по сравнению с ядерной. Уже это является основанием для использования Росатомом их «мудрости» в пограничных технологиях. При ориентации на зарубежные ВАО, прибыль - сотни миллиардов долларов [3,4].

Все дальше нагнетается ситуация вокруг и внутри страны. Например, современные «террористы», «против которых» воюют по состоянию на февраль 2016г. 5 авианосцев, армии двух стран и совершили 70 тыс. боевых вылетов самолеты США и России. Заметна деятельность их представителей на Урале. При этом сложно понимать слабое и с небыстротой аргументами присутствие (в основном, рекламно-пропагандистское и с дозированной научной аргументацией от «своих/удобных людей») в публичном профессиональном пространстве по поводу поднимаемых вопросов непосредственно специалистов Росатома, ФГУП «НО РАО» и рабочей группы Общественного совета Росатома по вопросам размещения объектов изоляции РАО.

Впервые на Мурмане мысль обратить внимание на существующие местные горные выработки была высказана в 1991 году на первом региональном техническом совете в Управлении капитального строительства Кольской АЭС-2 по проблеме захоронения РАО (представители КАЭС, Московского института «Атомэнергoproject», ВНИИАЭС, КНЦ РАН и Гидроспецгеологии) одним из гидрогеологов. Статья посвящается тому незнакомому авторам гидрогеологу, а также памяти горняка Гущина Владимира Васильевича и геолога Баржицкого Всеволода Викторовича, соучаствовавших тогда на техсовете КАЭС в защите первого крупного и кольской «выпечки» отчета по проблеме, геолога Гавриленко Бориса Викторовича, первым (1999г.) поддержавшего идею перспективности Печенгской структуры для захоронения РАО.

Выводы. 1. Реализуемая в России система захоронения основных категорий отходов во многом противоречит передовому зарубежному опыту, опасна, дорога с учетом времени опасности, подлежит объективной ревизии преимущественно вне рамок разработавших ее организаций и модернизации. Создаваемые «могильники», как не соответствующие эволюционировавшим базовым понятиям, реальной практике многих стран и международной обстановке, трудно назвать захоронениями (скорее, «внутризаводскими складами» долговременного хранения на объектах Росатома), системой зарубежного образца или примером техногенной безопасности.

2. Зарубежный опыт, прежде всего – стратегию, лучше перенимать у Германии, Финляндии, Швеции, Норвегии. Совершенствуя приоритетное подземное захоронение по пути сочетания отработавших и вновь создаваемых, а также упрощения специализированных горных выработок как следствия применения ГИП (горячее изостатическое прессование) -кондиционирования ВАО и САО. Иными словами, необходимо к опыту передовых стран «прививать» элементы комбинированной системы разработок горнорудной отрасли и новых технологий кондиционирования, а все вместе - адаптировать к существующим природно-техногенным объектам с целью повышения безопасности и снижения капитальных/эксплуатационных затрат.

3. Целесообразно создавать горные предприятия двойного назначения – новые горно-химические комбинаты. Приоритетными при этом должны быть северные/арктические территории, подлинно публичное и научное обоснование объектов. Стремительно развивающийся международный рынок захоронения ядерных отходов, на котором Росатом желает достойно присутствовать, не потерпит доминирования опасных кулуарных решений.

P.S. Дело захоронения РАО будет, видимо, поправлено, если за него берется Курчатовский институт, характерными для которого являются конвергенция разных наук и технологий, природоподобный технологический

уклад (Соглашение с Росатомом от 08.02.2016). Тем более, что существует целеполагание Росатома о стремлении к достаточно спорной радиационной эквивалентности отходов завершающих стадий ядерного топливного цикла относительно исходного урана в руде. Мы предлагаем новую, более реальную, версию этого эколого-идеологического канона: «Взял руду из горных выработок – верни твердые отходы в горные выработки!»

ЛИТЕРАТУРА

1. Комлев В.Н., Бичук Н.И., Зайцев В.Г. и др. Социально-экономические предпосылки нетрадиционного участия сырьевых отраслей в ядерных программах // Ресурсы регионов России. - 2000, № 3. - С. 2-10 и Вестник Удмуртского университета. Проблемы теории и практики экономической науки. – 2000, №9. - С. 169-194.
2. Komlev V.N. Native Nuclear Programmes, Generation's Responsibility, Regional Geological Experience and Site Selection for Underground Disposal of Potentially Super-Dangerous Materials // Industrial Minerals: Deposits and New Developments in Fennoscandia. Petrozavodsk, 1999. P. 150-153.
3. Самаров В.Н., Непомнящий В.З., Комлева Е.В. ПОДЗЕМНОЕ ХРАНЕНИЕ/ЗАХОРОНЕНИЕ ОЯТ/РАО: НОВЫЙ ПУТЬ / ТРУДЫ ВТОРОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ, ПОСВЯЩЕННОЙ 70-ЛЕТИЮ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ, «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АЭС». - Калининград, 20 – 21 октября 2015 г. – Изд-во «Аксиос», Калининград, 2015. – С. 135-148.
4. Самаров В.Н., Непомнящий В.З., Комлева Е.В. Концепция Кольского международного кластера технологий обращения с высокоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом / Геология и стратегические полезные ископаемые Кольского региона. Труды XII Всероссийской (с международным участием) Ферсмановской научной сессии, посвящённой 80-летию со дня рождения акад. РАН Ф.П. Митрофанова. Апатиты, 6-7 апреля 2015 г. / Ред. Ю.Л. Войтеховский. – Апатиты: Изд-во К & М, 2015. – С. 377-378.

УДК 697.9

СНИЖЕНИЕ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ЗДАНИЯ ЗА СЧЕТ ЕГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ И ПРИДОМОВОЙ ТЕРРИТОРИИ

А.А. Михальченко¹, В.О. Петренко²

¹студентка группы ТГПВ 12-1, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская Государственная академия строительства и архитектуры», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: alina.mikhalchenko@mail.ru

²кандидат технических наук, доцент кафедры отопления, вентиляции и качества воздушной среды, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская Государственная академия строительства и архитектуры», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: petrenko@meta.ua

Аннотация. В работе приведены способы использования зеленых насаждений для кондиционирования воздуха вокруг и внутри здания. Предложена приточная подпольно – потолочная система вентиляции и кондиционирования воздуха с использованием зеленой зоны для снижения мощности кондиционера.

Ключевые слова: Кондиционирование, зеленая зона, озеленение, температура, влажность.

REDUCING POWER CONDITIONING SYSTEMS BUILDING THROUGH GARDENING

A.A. Mikhalchenko¹, V.O. Petrenko²

¹ student of group TGPV 12-1, State Higher Educational Institution "Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: alina.mikhalchenko@mail.ru

² PhD in Heating, Associate Professor of the Heating, Ventilation and Air Environment Quality Department, State Higher Educational Institution "Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: petrenko@meta.ua

Annotation. The paper presents the ways of using green spaces for air conditioning inside and around the building. The underfloor - ceiling ventilation and air conditioning system using a green area for the reduction of the air conditioner's capacity is proposed.

Keywords: Air conditioning, garden, green area, temperature, humidity.

Введение. Озеленение конструкций здания и придомовых территорий позволяет улучшать как внутренний, так и наружный климат. Ряд исследований [1,2] показывают, что в зеленых зонах в теплый период года наблюдается снижение температуры и увеличения относительной влажности воздуха. Как правило, в зеленых зонах температура воздуха ниже на 2-3^{°C} а в свою очередь влажность воздуха на 5-8% выше по сравнению с открытыми территориями. Благодаря этому можно предполагать, что озеленительные насаждения определяют не только внешний облик города и его эстетические достоинства, но и улучшают санитарно-гигиенические условия среды проживания людей. Поскольку зеленые насаждения позволяют естественным путем снизить параметры наружного воздуха, его возможно использовать для нужд систем кондиционирования воздуха здания с уменьшением ее мощности, что является актуальным в свете вопросов энергосбережения и использования возобновляемых источников энергии.

Цель работы заключается в разработке технологий жизнеобеспечения здания в теплый период года с использованием различных способов озеленения здания и придомовых территорий.

Материал и результаты исследований. Известны [3] три вида озеленения, которые используются в городской черте:

- нетрадиционное (озеленение зданий и крышное озеленение);
- традиционное (парки, скверы, сады, зеленые лужайки, газон и т.п.);
- контейнерное.

Использование первого вида озеленения – нетрадиционного, позволит снизить температуру на поверхности чердачного покрытия и ограждающих конструкций, тем самым снизить теплопотери в зимний отопительный период и теплоступления в теплый период года [4]. Это достигается благодаря отражения солнечного излучения листьями насаждения и большей толщины ограждающей конструкции.

Второй вид озеленения – традиционный – позволяет создавать и поддерживать хорошие санитарно-гигиенические условия придомовых и парковых зон. Нами предлагается использовать улучшенные качества воздуха зеленых зон для систем наружной климатизации (кондиционирования) здания по всей их высоте. На рисунке 1 представлена принципиальная схема данного предложения. Принцип действия такой схемы заключается в естественной подаче воздуха из зеленых зон по всей высоте здания сетью воздухопроводов и воздухораспределителей.

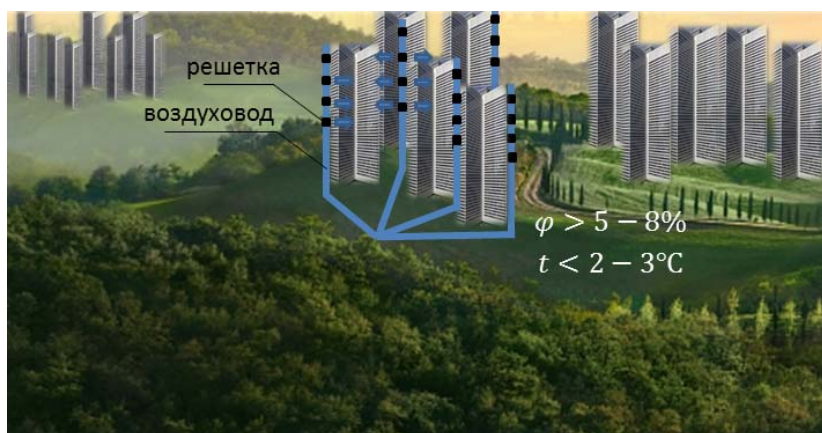


Рисунок 1 – Забор воздуха из зеленой зоны

При существующей схеме, предложенной выше, возможно также использование контейнерного озеленения. Главной задачей является насыщение зелеными насаждениями тех городских пространств, где традиционная посадка растений в грунт невозможна. Контейнеры обладают мобильностью, поэтому такие растительные композиции могут быть быстро монтированы, демонтированы или перемещены в зависимости от потребности городских служб. Использование системы наружного кондиционирования здания позволит поддерживать температуру на $2-3^{\circ}\text{C}$ ниже, чем температура окружающей среды и соответственно снизить температуру ограждающих конструкций

и внутри здания.

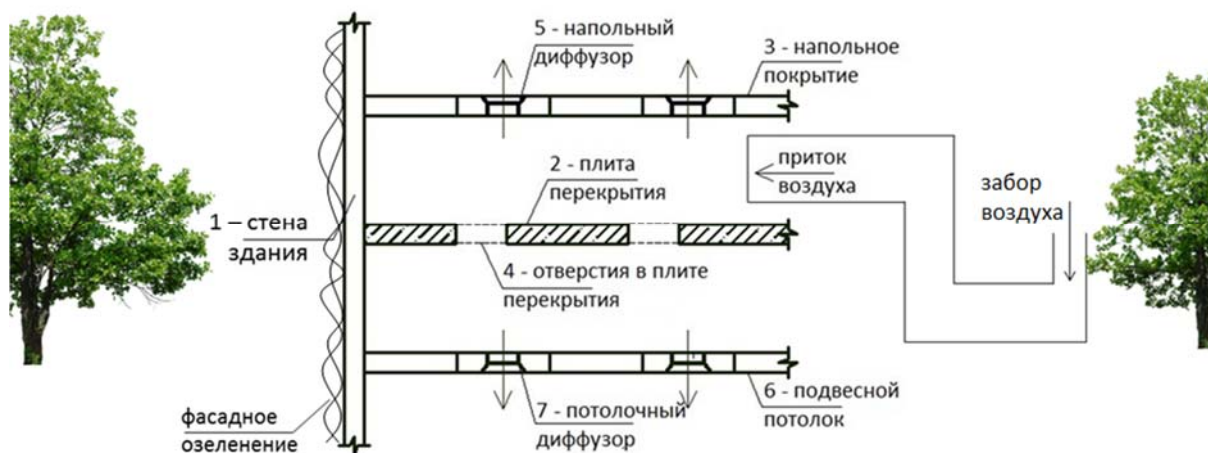


Рисунок 2 – Схема приточной подпольно – потолочной вентиляции и кондиционирования с забором воздуха из зеленой зоны

Снижение мощности внутридомовой системы кондиционирования возможно снизить за счет комплексного использования всех видов озеленения. На рисунке 2 представлена предложенная нами приточная подпольно – потолочная система вентиляции и кондиционирования [3], располагающаяся между установленной системой фальшпола (3), бетонными плитами перекрытия (2) и подвесным потолком (6). Приток воздуха осуществляется через диффузоры (5) снизу непосредственно в рабочую зону помещения и через диффузоры (7), расположенные под потолком смежного нижнего этажа в верхнюю зону. В предложенную нами систему воздух будет подаваться из зеленой зоны, в которой температура воздуха ниже, чем в окружающей среде, что позволит снизить мощность кондиционера на 7-10 % в зависимости от степени озеленения здания и придомовой территории.

Выводы. В статье рассмотрены направления снижения мощности системы кондиционирования здания путем использования озеленения ограждающих конструкций и придомовых территорий здания, которое заключается в следующем:

1. Снижение теплопотерь в холодный и теплопоступлений в теплый периоды года за счет использования нетрадиционного озеленения.
2. Улучшение санитарно-гигиенических условий вокруг здания за счет системы наружной климатизации (кондиционирования) здания по всей его высоте и снижение температуры на 2-3^{°C}.

3. Снижение мощности системы приточной подпольно – потолочной вентиляции и кондиционирования за счет комплексного использования всех видов озеленения, что позволяет снизить тепловую мощность на 7-10 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лунц Л.Б. Городское зелёное строительство. – М.: Стройиздат, 1974.
2. Горохов В. А. Городское зеленое строительство - М.: Стройиздат, 1991.
3. Боговая И. О., Теодоронский В. С. Озеленение населенных мест: учебное пособие, 2012.
4. Брагина В.И., Белова З.Л., Сидоренко В.М. Вертикальное озеленение зданий и сооружений. – Киев: Будівельник, 1980.
5. Разработка системы подпольно – потолочной вентиляции и кондиционирования помещений с возможностью функциональной переориентации// Строительство, архитектура и экономика – 2016. Международный контекст. – Д.: ДВНЗ ПДАБА, 2016. – С.68-69.

УДК 628.2+ 628.1

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ГОРОДА ДНЕПРОПЕТРОВСКА

Д.А. Решетняк¹, М.П. Нечитайло², В.О. Петренко³

¹ студентка группы ВВ-12, e-mail: dashka_reshetnyak@mail.ru

² кандидат технических наук, доцент кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлики»

³ кандидат технических наук, доцент кафедры «Отопления, вентиляции и качества воздушной среды», e-mail: petrenko@meta.ua

^{1,2,3} Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская Государственная академия строительства и архитектуры», г. Днепропетровск, Украина

Аннотация. В работе предлагаются модернизированные решения использования систем водоснабжения и водоотведения, в связи с аварийным состоянием имеющихся систем; проблемой загрязнения окружающей среды, пресной воды, существенно снижающихся существующих запасов.

Ключевые слова: водоснабжение, водоотведения, очистные сооружения, обратный осмос, интегрирование энергии.

PROSPECTS FOR DEVELOPMENT OF WATER SUPPLY AND SEWERAGE IN THE CITY OF DNEPROPETROVSK

D.A. Reshetniak¹, M.P. Nechitailo², V.O. Petrenko³

¹ student of group BB-12, Department of Life and Environmental Sciences, e-mail: dashka_reshetnyak@mail.ru

² PhD in Water Supply, Associate Professor of the Department of Water supply.

³ PhD in Heating, Associate Professor of the Heating Department, e-mail: petrenko@meta.ua

^{1,2,3} State Higher Education Institution "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", Dnepropetrovsk, Ukraine

Annotation. The paper deals with modernized solutions to the use of water supply and sanitation in connection with emergency condition of existing systems; the problem of environmental pollution, existing stock of fresh water which is significantly reducing.

Keywords: water supply, sewerage, sewage treatment plant, reverse osmosis, the integration of energy.

Введение. В современных условиях экологическая безопасность строительства и эксплуатации инженерных коммуникаций во многом способствует устойчивому развитию городов. Основным элементом городских систем водоснабжения и водоотведения являются магистральные трубопроводы, имеющие стратегическое значение в обеспечении бесперебойного водоснабжения населения и водоотведения от них сточных вод. Неудовлетворительное состояние систем в большинстве городов, несовершенство управления их эксплуатацией приводят к многочисленным авариям трубопроводов и, как следствие, к материальному и экологическому ущербу.

Цель работы. Рассмотрение предложенных модернизированных систем водоснабжения и водоотведения с использованием их в перспективе развития города и уменьшением количества загрязняющих веществ, для улучшения состояния водных ресурсов, окружающей среды.

Материал и результаты исследований. Тенденция развития городов в современном мире предполагается по принципу «Компакт-Сити». Исходя из этой концепции к 2050 году г. Днепропетровск будет укрупняться и выделяться обособленные жилые районы на возвышенностях с высотными зданиями и зелеными зонами в низинах. Для этого необходима разработка решений, позволяющих выбрать рациональный способ восстановления сетей водоснабжения и водоотведения для заданных условий.

На данное время г. Днепропетровск обслуживается такими водочистными сооружениями: Левобережная станция аэрации, Южная станция операции, Центральная станция аэрации, и сооружениями водоподготовки – Ломовская, Аульская, Кайдакская насосно-фильтровальная станция. Централизованные системы водоснабжения и водоотведения занимают

большие площади, сложны в эксплуатации, большое количество оборудования морально устарело и физически изношено. Поэтому предлагается устройство совместного использования центральной системы водоснабжения и локальной системы водоснабжения [3]. Город будет снабжаться Ломовской насосно-фильтровальной станцией, все стоки от города отводятся – Центральной станцией аэрации. В связи с уменьшением площади жилой застройки и с увеличением высоты жилых зданий, локальные системы будут устраиваться в каждом районе. В локальных системах вода после восстановления потребительских качеств очищенная вода используется в обороте одного или последовательно нескольких технологических процессах. При поломке какого-либо участка, появляется возможность быстрого устранения проблемы и перерыва подачи воды для меньшего количества потребителей на этом участке.

Оборотная схема обладает еще большими возможностями в удешевлении системы водоснабжения. Это достигается сокращением потребления свежей воды и сброса загрязненных стоков.



Рисунок 1 – Схема совместного водоснабжения и водоотведения центральной части г. Днепропетровска

Для уменьшения использования водных ресурсов реки Днепр в домах предлагается использование обратноосмотических установок, расположенных в подвальных помещениях, с целью улучшения качества оборотной питьевой воды. Принцип работы обратноосмотической установки основан на явлении обратного осмоса.



Рисунок 2 – Расположение обратноосмотической установки в жилом доме

Для систем горячего водоснабжения предлагается использовать солнечные батареи, которые будут интегрированы в обычную черепицу крышных покрытий. Инфракрасное солнечное излучение нагревает теплоноситель или обычную воду в солнечном коллекторе, после чего нагретая вода аккумулируется в баке-накопителе, и может использоваться для бытовых нужд или для обогрева здания.

Система солнечного теплоснабжения для круглогодичного использования должна быть двухконтурная, с принудительной циркуляцией теплоносителя.

Электрический догрев может использоваться для обеспечения нужной температуры воды систем горячего водоснабжения, особенно в пасмурную погоду, когда солнечной энергии мало. Активные системы можно использовать не только для нагрева воды, но и для аккумуляционных систем отопления.

Система водоотведения предлагается двухтрубная, [2] один стояк для сливного бака, а второй – для стоков раковин и ванн, они будут отдельно очищаться. Вода очищенная от санузла будет идти на его же слив и бытовые потребности, а из от второго стояка – на локальные очистные сооружения для повторной очистки.

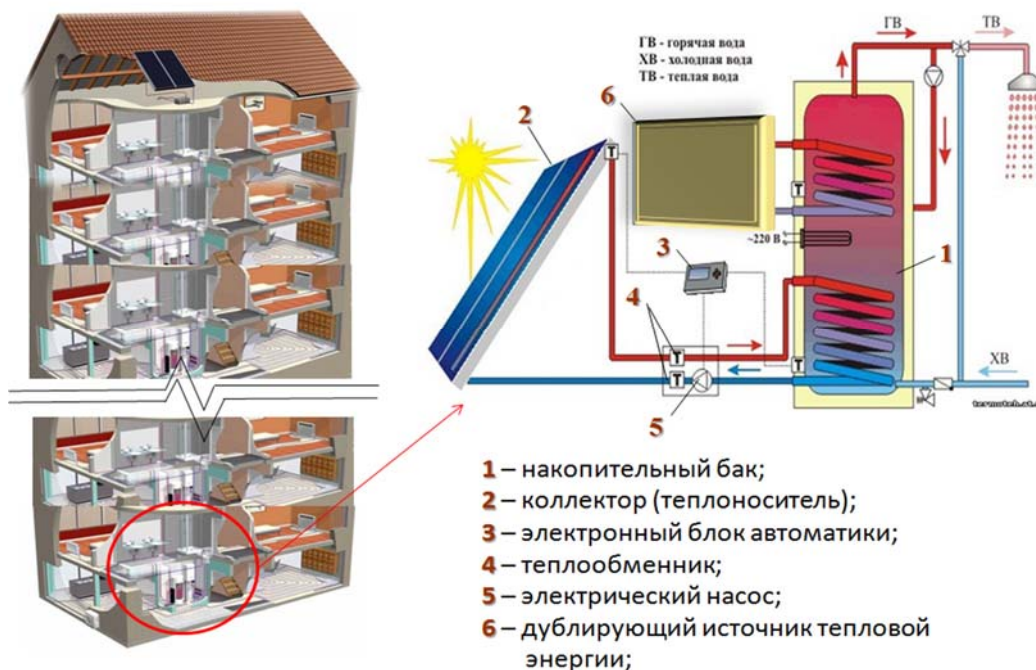


Рисунок 3 – Схема горячего водоснабжения и отопления жилого дома



Рисунок 4 – Устройство двухтрубной системы водоотведения

Так как системы сброса будут иметь значительную высоту, то вода, которая будет сбрасываться с верхних этажей можно использовать для преоб-

разования в электрическую энергию, с помощью установки маленьких турбинок в стояках (рис. 4). Электрическая энергия будет аккумулироваться для электрического подогрева воды в системах горячего водоснабжения и отопления.

Для облегчения устранения твердые стоков сбрасывающихся жильцами, предлагается так называемое «Органическое садоводство». Это методика выращивания растений с минимальным применением искусственных химических удобрений и пестицидов с использованием отходов, которые будут транспортироваться в грунты от систем водоотведения жилого дома для удобрения рядом расположенных зеленых насаждений. Также для полива прилегающих территорий предлагается использования водосточных систем, для отвода дождевых и талых вод, дренажной системой в почву для корневых систем растительности окружающей данную территорию населенного массива.

Вывод. В статье рассматриваются перспективы развития систем водоснабжения и водоотведения г. Днепропетровска предполагая развитие по принципу «Компакт-Сити» и заключаются в следующем:

1. Уменьшении количества сооружений для водоподготовки и водоотведения, что обеспечит уменьшение количества загрязняющих веществ, улучшения состояния водных ресурсов, окружающей среды.
2. Использовании обратноосмотических установок позволит рационально использовать водные ресурсы реки Днепр. С целью улучшения качества оборотной питьевой воды в системе одного дома, снизит потребление воды из свежего источника.
3. Изменении принципа отвода сточных вод от потребителей, путем разбиения на двухтрубную систему водоотведения и разделение стоков на условно чистые и загрязненные, обеспечивающих надежное функционирование, безаварийность эксплуатации, облегчение отвода твердых стоков сбрасывающихся жильцами.
4. Использовании нетрадиционных систем отопления и горячего водоснабжения – солнечные батареи, которые будут интегрированы в обычную черепицу крышных покрытий. Применять не только для нагрева воды, но и для аккумуляционных систем отопления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев А. В., Мельцер А. В., Ерастова Н. В. Интегральная Оценка питьевой воды по показателям химической безвредности на основе методологии оценки риска для здоровья населения// Профилактическая и клиническая медицина. – 2011. – №3. – С.284-288.
2. Гончаренко Д. Ф., Паболков В. В., Алейникова А. И. Выбор материала труб для

ремонтно-восстановительных работ на магистральных трубопроводах//Наук. вісн. Будівництва. – Х.:ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2015. – Вип.5 (79). – С. 61-66.

3. Журба М. Г., Соколов Л. И., Говоруха Ж. И. Водоснабжения. Проектирование систем и сооружений: в 3 т. Т. 3. Системы распределения и подачи воды: Учебное пособие [изд. 3-е]. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. – С. 408.

УДК 515.2

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ НЕХАОТИЧНОЇ ТРАЄКТОРІЇ ВАНТАЖУ 2D-ПРУЖИННОГО МАЯТНИКА

О.М. Семків

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, проректор, Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна, e-mail: leokuts@mail.ru

Анотація. Розглянуто метод визначення нехаотичної траєкторії переміщення по вертикальній площині вантажу 2D-пружинного маятника залежно від його параметрів.

Ключові слова: пружинний маятник, лагранжіан, рівняння Лагранжа другого роду, метод Рунге-Кутти, інтегральна крива, фазова траєкторія

METHOD OF DETERMINING NONCHAOTIC TRAJECTORY OF 2D-SPRING PENDULUM CARGO

O.M. Semkiv

Ph.D., Vice-Rector, National University of Civil Protection of Ukraine, Kharkiv, e-mail: leokuts@mail.ru

Abstract. A method of determining nonchaotic trajectory movement of 2D-spring pendulum cargo on the vertical surface depending on its parameters is studied.

Keywords: spring pendulum, Lagrangian, Lagrange equation of the second kind, Runge-Kutta methods, integral curve, the phase trajectory

Вступ. Механічні пружини або їх аналоги з еластичних матеріалів входять до складу багатьох машин і механізмів, де діють в режимі подовження або стиснення. Але існують пристрої, в яких тіло пружини має здійснювати «двовимірне» коливання у вертикальній площині навколо закріпленого одного кінця і з вантажем на другому кінці (подібно коливанню маятника). При цьому вважається, що забезпечено незгинання осі пружини у поперечному напрямку. Цю коливальну конструкцію назовемо 2d-пружинним маятником. Доцільність дослідження 2d-пружинних маятників виникла в процесі розрахунків конструкцій з еластичними елементами (рис. 1). Для визначення тра-

екторії переміщення по площині вантажу 2d-пружинного маятника використовують формули для опису кінетичної K і потенціальної P енергій коливної системи [1–7]. Далі за допомогою лагранжіана $L = K - P$ визначають систему рівнянь Лагранжа другого роду. Як узагальнені координати обирають параметри, кількість яких відповідає кількості ступенів свободи коливної системи.

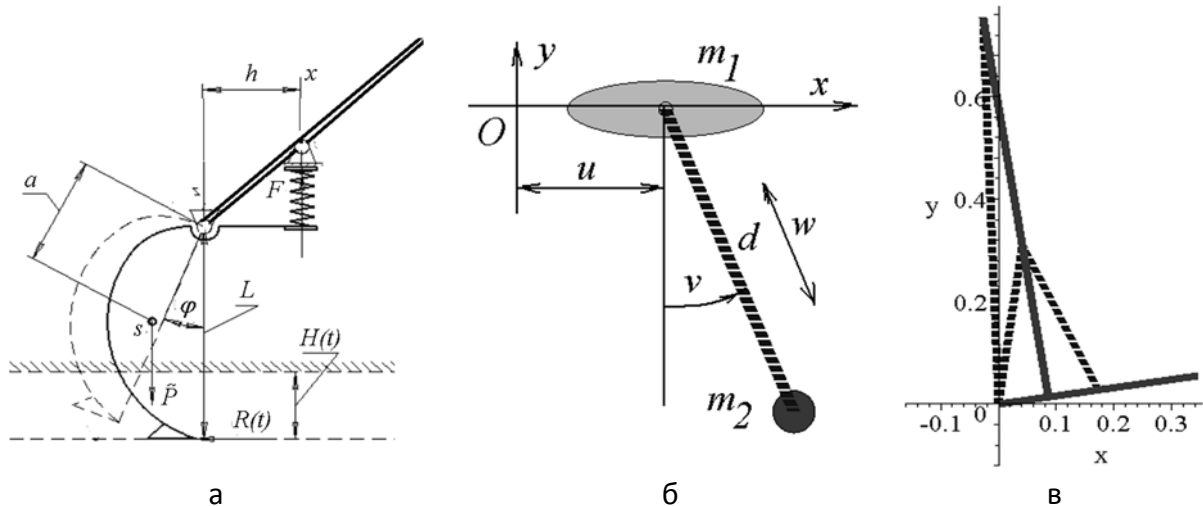


Рис. 1 – Схеми конструкцій з еластичними елементами:

- а) робочого органа розпушувача для ґрунтометальної машини;
- б) еластичної підвіски вертольота; в) протеза стопи з пружинами.

Наприклад, на рис. 1, б, як узагальнені координати можна обрати горизонтальне зміщення точки підвісу $u(t)$, кут відхилення $v(t)$ і подовження тросу $w(t)$. Далі розв'язання системи здійснюють чисельним методом, наприклад Рунге-Кутти, у наведеному прикладі – з початковими умовами $u(0)=u_0$, $u'(0)=Du_0$, $v(0)=v_0$, $v'(0)=Dv_0$, $w(0)=w_0$, $w'(0)=Dw_0$.

У результаті виникає питання: як розпорядитися одержаною в результаті наближеного розв'язку дискретною множиною точок, щоб одержати нехаотичну траєкторію переміщення по площині вантажу 2d-пружинного маятника? Розв'язанню цієї задачі і присвячена дана робота. Відомі підходи до відповіді на задачу можна знайти у розв'язках конкретних задач (див., наприклад [3–5]). Але у відомих методах, як правило, відсутні геометричні пояснення, пов'язані з унаочненням проміжних результатів обчислення траєкторії вантажу 2d-пружинного маятника, що утруднює аналіз одержаного розв'язку. Тому актуальною буде розробка інженерного метода підбору параметрів зазначеної коливної системи, які б забезпечили нехаотичну траєкторію вантажу 2d-пружинного маятника.

Мета роботи. Розробити метод визначення нехаотичної траєкторії переміщення по вертикальній площині вантажу 2d-пружинного маятника залежно від його параметрів.

Матеріал і результати досліджень. На коливання 2d-пружинного маятника впливатимуть такі основні параметри: маса вантажу, початкова довжина пружини у ненавантаженому стані, коефіцієнт жорсткості пружини, а також початкові умови ініціювання коливань: початковий кут відхилення осі пружини та швидкість його відхилення, початкове подовження тіла пружини та швидкість його подовження. Для практики є необхідним графоаналітичний метод визначення набору значень цих параметрів для забезпечення нехаотичності руху вантажу (вагою пружини, тертям у опорі і скрутом пружини нехтуємо).

Особливою траєкторією вважатимемо таку лінію, геометрична форма якої відрізнятиметься певною закономірністю порівняно з хаотичними траєкторіями коливань вантажу 2d-пружинного маятника.

Кінетичну K і потенціальну P енергії 2d-пружинного маятника можна обчислити за формулами:

$$K = \frac{1}{2} m \left(\left(\frac{d}{dt} L(t) \right)^2 + (L(t) + L_0)^2 \left(\frac{d}{dt} \theta(t) \right)^2 \right), \quad (1)$$

$$P = \frac{1}{2} m k L^2(t) + 9,81 m (L(t) + L_0) (1 - \cos(\theta(t))) - 9,81 m L(t).$$

Тут $\theta(t)$ – кут відхилення осі маятника від вертикалі, k – коефіцієнт жорсткості пружини; m – маса маятника; $L(t)$ – функція зміни довжини пружини, L_0 – початкова довжина маятника. За допомогою лагранжіана $L = K - P$ складаємо систему диференціальних рівнянь Лагранжа другого роду:

$$\frac{d^2}{dt^2} \theta(t) = - \frac{2 \frac{d}{dt} L(t) \frac{d}{dt} \theta(t) + 9,81 \sin(\theta(t))}{L(t) + L_0}; \quad (2)$$

$$\frac{d^2}{dt^2} L(t) = (L(t) + L_0) \left(\frac{d}{dt} \theta(t) \right)^2 - \frac{k L(t)}{m} + 9,81 \cos(\theta(t)).$$

Для розв'язання системи (2) чисельним методом Рунге-Кутти необхідно задати умови: початковий кут $\theta(0)$ і початкову швидкість $D\theta(0)$ відхилення тіла пружини, а також початкову довжину $L(0)$ і швидкість $DL(0)$ подовження тіла пружини, а також межі часу інтегрування.

Фіксуємо значення всіх параметрів коливань, крім одного (позначимо його як p), який назвемо керуючим і який буде змінюватися у межах, визначених наперед. Чисельно розв'яжемо систему рівнянь (2) та побудуємо наближене зображення інтегральної кривої у фазовому просторі $\{\theta(t), \dot{\theta}(t), t\}$ (тут крапкою позначено похідну по t). Зображення складатиметься із мно-

жини відрізків, що з'єднують послідовні точки, одержані в результаті наближеного розв'язання системи рівнянь. Побудоване унаочнення залежатиме від певного значення керуючого параметра p . При випадкових значеннях p у фазовому просторі $\{\theta(t), \dot{\theta}(t), t\}$ утвориться «плутана» інтегральна крива, проекція якої на фазову площину $\{\theta(t), \dot{\theta}(t)\}$ також буде «плутаною» фазовою траєкторією (рис. 2). Розв'язання системи рівнянь (2) із випадковим значенням p приведе до хаотичних рухів вантажу на площині xOy . При зміні значення керуючого параметра p мають змінюватися як форма інтегральної кривої, так і форма фазової траєкторії. Нехай знайдеться таке значення керуючого параметра p_k (назвемо його критичним значенням), при якому на фазовій площині $\{\theta(t), \dot{\theta}(t)\}$ із «плутаної» фазової траєкторії сформується закономірна лінія, наприклад, як зображено на рис. 3. Тоді можна стверджувати, що розв'язання системи рівнянь (2) із критичним значенням p_k спричинить закономірні (нехаотичні) рухи вантажу 2d-пружинного маятника на площині xOy .

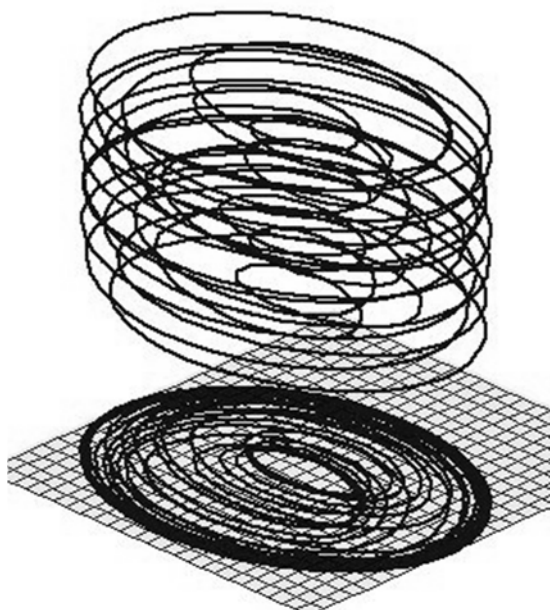


Рис. 2 – Інтегральна крива та фазова траєкторія для випадкового значення керуючого параметра p

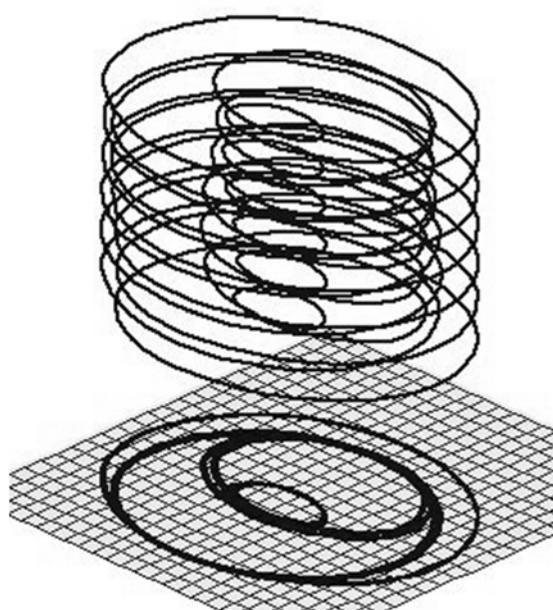


Рис. 3 – Інтегральна крива та фазова траєкторія у випадку критичного значення керуючого параметра p

На мнемонічному рівні це можна проілюструвати як оптичний ефект «наведення на різкість» плутанини фазових траєкторій на фазовій площині $\{\theta(t), \dot{\theta}(t)\}$ — як свого роду проекційне фокусування [10,11]). Зазначимо,

що «сфокусоване» зображення інтегральної кривої при $p = p_k$ складатиметься з мінімальної кількості точок (пікселів) порівняно з кількістю точок у «околі» зображень для критичного значення p_k .

Для формалізації обчислення критичного значення необхідно розробити спосіб оцінки кількості точок на фазовій площині за умови їх можливих суміщень під час проєкціювання інтегральної кривої. Оскільки розв'язок диференціальних рівнянь одержано чисельним методом, то інтегральна крива складатиметься з окремих точок. На фазовій площині проєкції цих точок можуть співпадати, тому фазову траєкторію в момент виявлення критичного значення p_k представлятиме менша кількість точок.

Для оцінки кількості точок проєкції інтегральної кривої у середовищі Maple було складено програму із залученням команд пакету ImageTools. Оцінка кількості точок виражається значеннями побудованої функції $Np(p)$. Критичному значенню p_k відповідатиме екстремум графіка функції $Np(k)$.

Розв'яжемо систему рівнянь (2) з параметрами $m = 1$; $L_0 = 1$ і початковими умовами: початковий кут відхилення $\theta(0) = 0$; початкова швидкість відхилення тіла пружини $D\theta(0) = 0.5$; початкове подовження $L(0) = L_0 = 1$; початкова швидкість подовження тіла пружини $DL(0) = 0$; час t , інтегрування обрано в межах $0..8\pi$. Як керуючий обрано параметр k (коефіцієнт жорсткості пружини), який змінювався на інтервалі $15 \leq k \leq 35$ і який було розділено на $S = 250$ частин. Значення всіх обраних параметрів в умовних величинах.



Рис. 4 – Графік функції від k зміни кількості точок на фазовій площині

У результаті виконаних обчислень одержано графік $Np(k)$ функції зміни кількості точок-проєкцій на фазовій площині (рис. 4). Ця функція має глобальний мінімум при $k = 18,12$, а також множину локальних мінімумів, серед яких два будуть яскраво вираженими при $k = 23,0$ і $k = 28,84$.

Слід зазначити, що як керуючий параметр може бути будь-який з параметрів u_0 ; u'_0 ; v_0 ; v'_0 ; w_0 ; $w'_0 = 0$; m_1 ; m_2 і d за умови, що всі інші не будуть змінюватися.

Використовуючи одержані наближені розв'язки $\theta(t)$ і $L(t)$ системи рівнянь Лагранжа другого роду, можна побудувати траєкторію переміщення вантажу $2d$ -пружинного маятника в декартовій системі координат xOy . Для цього слід використати формули:

$$x(t) = (L_0 + L(t)) \sin(\theta(t)); y(t) = -(L_0 + L(t)) \cos(\theta(t)). \quad (3)$$

На рис. 3 зображено фазову траєкторію, яка відповідає випадку $k = 18,12$. На рис. 5 наведено (на площині xOy) нехаотичні траєкторії 2d-пружинного маятника для інших критичних значень k .

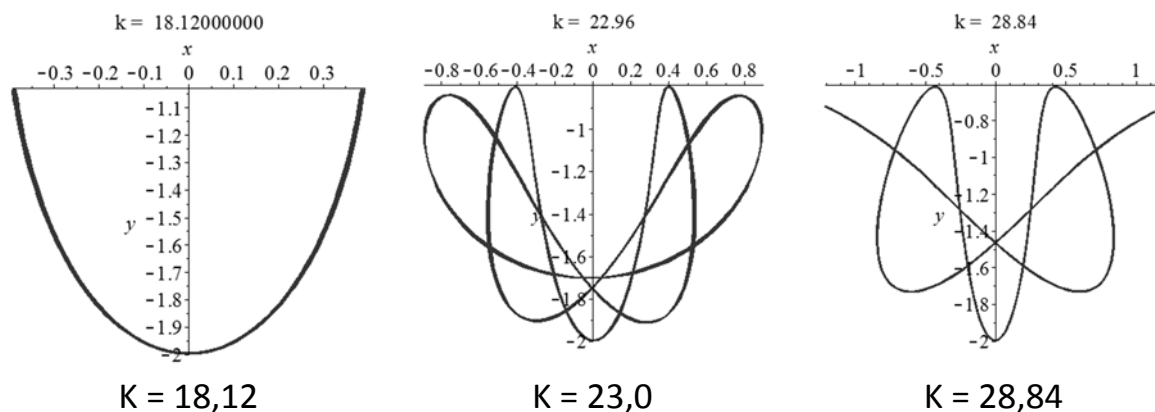


Рис. 5 – Зображення на площині xOy траєкторій вантажу і траєкторій 2d-пружинного маятника залежно від значення k .

Приклад. Дослідимо коливання пружинного маятника під візком (рис. 6). Як узагальнені координати оберемо такі параметри:

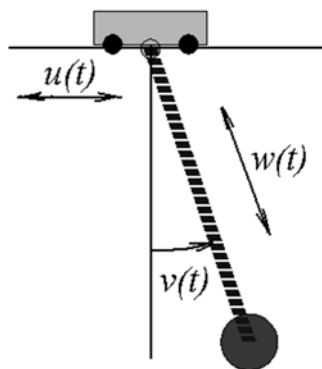


Рис. 6 – Схема маятника під візком

$u(t)$ – горизонтальне зміщення візка;
 $v(t)$ – кут відхилення пружини від вертикалі;
 $w(t)$ – пружне подовження пружини.
 Крім того, прийнято такі позначення:
 m_1 – маса візка;
 m_2 – маса вантажу;
 d – довжина пружини маятника;
 k – коефіцієнт жорсткості пружини.

Для складання системи рівнянь Лагранжа другого роду використаємо лагранжіан $L = K - P$, де формули для кінетичної і потенціальної енергій мають вигляд:

$$\begin{aligned}
 K &= (m_1 + m_2) \left(\frac{d}{dt} u(t) \right)^2 + \\
 &+ \frac{1}{2} m_2 \left(\left(\frac{d}{dt} w(t) \right)^2 + w^2(t) \left(\frac{d}{dt} v(t) \right)^2 + 2 \left(\frac{d}{dt} u(t) \right)^2 \times \right. \\
 &\left. \left(\left(\frac{d}{dt} w(t) \right) \sin(v(t)) + w(t) \left(\frac{d}{dt} v(t) \right) \cos(v(t)) \right) \right) \\
 P &= -m_2 w(t) g \cos(v(t)) + \frac{1}{2} k (w(t) - d)^2.
 \end{aligned} \tag{4}$$

За допомогою лагранжіана складено систему диференціальних рівнянь Лагранжа другого роду:

$$\begin{aligned}
 &(m_1 + m_2) \left(\frac{d^2}{dt^2} u(t) \right) + \frac{1}{2} m_2 \left(2 \left(\frac{d^2}{dt^2} w(t) \right) \sin(v(t)) \right. \\
 &+ 4 \left(\frac{d}{dt} w(t) \right) \cos(v(t)) \left(\frac{d}{dt} v(t) \right) + 2 w(t) \left(\frac{d^2}{dt^2} v(t) \right) \cos(v(t)) \\
 &\left. - 2 w(t) \left(\frac{d}{dt} v(t) \right)^2 \sin(v(t)) \right) = 0 \\
 &\frac{1}{2} m_2 \left(4 w(t) \left(\frac{d}{dt} v(t) \right) \left(\frac{d}{dt} w(t) \right) + 2 w(t)^2 \left(\frac{d^2}{dt^2} v(t) \right) + 2 \left(\frac{d^2}{dt^2} u(t) \right) w(t) \cos(v(t)) \right. \\
 &+ 2 \left(\frac{d}{dt} u(t) \right) \left(\frac{d}{dt} w(t) \right) \cos(v(t)) - 2 \left(\frac{d}{dt} u(t) \right) w(t) \sin(v(t)) \left(\frac{d}{dt} v(t) \right) \left. \right) \\
 &- m_2 \left(\frac{d}{dt} u(t) \right) \left(\left(\frac{d}{dt} w(t) \right) \cos(v(t)) - w(t) \left(\frac{d}{dt} v(t) \right) \sin(v(t)) \right) + m_2 g w(t) \sin(v(t)) = 0 \\
 &\frac{1}{2} m_2 \left(2 \left(\frac{d^2}{dt^2} w(t) \right) + 2 \left(\frac{d^2}{dt^2} u(t) \right) \sin(v(t)) + 2 \left(\frac{d}{dt} u(t) \right) \cos(v(t)) \left(\frac{d}{dt} v(t) \right) \right) \\
 &- \frac{1}{2} m_2 \left(2 w(t) \left(\frac{d}{dt} v(t) \right)^2 + 2 \left(\frac{d}{dt} u(t) \right) \cos(v(t)) \left(\frac{d}{dt} v(t) \right) \right) - m_2 g \cos(v(t)) + k (w(t) - d) = 0
 \end{aligned} \tag{5}$$

Розв'язувати систему рівнянь (4) будемо чисельно за допомогою методу Рунге-Кутти з початковими умовами $u_0 = 0$; $u'_0 = 1$; $v_0 = \pi/3$; $v'_0 = 0$; $w_0 = 1$; $w'_0 = 0$ і з параметрами: $m_1 = 150$; $m_2 = 50$; $d = 5$; $g = 9,81$ (усі значення в умовних одиницях). Розрахунок коливань маятника під візком виконаємо за умови визначення значень коефіцієнта жорсткості пружини залежно від інших сталих параметрів схеми. Тобто в процесі обчислень необхідно визначити значення коефіцієнта жорсткості пружини, яке забезпечить нехаотичну

траєкторію переміщення вантажу. У результаті будуємо наближене зображення інтегральної кривої у фазових просторах функцій узагальнених координат, яке залежатиме від певного значення керуючого параметра k . Тому для обчислення критичного значення керуючого параметра необхідно використати спосіб проекційного фокусування, розглянутий у даній роботі.

Під час обчислень було виявлено декілька критичних значень керуючого параметра t . Найбільш цікавим виявився варіант $k = 328$ при обраних вище значеннях вхідних параметрів і початкових умовах.

На рис. 7 наведено інтегральні лінії та фазові траєкторії у фазових просторах відповідних функцій узагальнених координат.

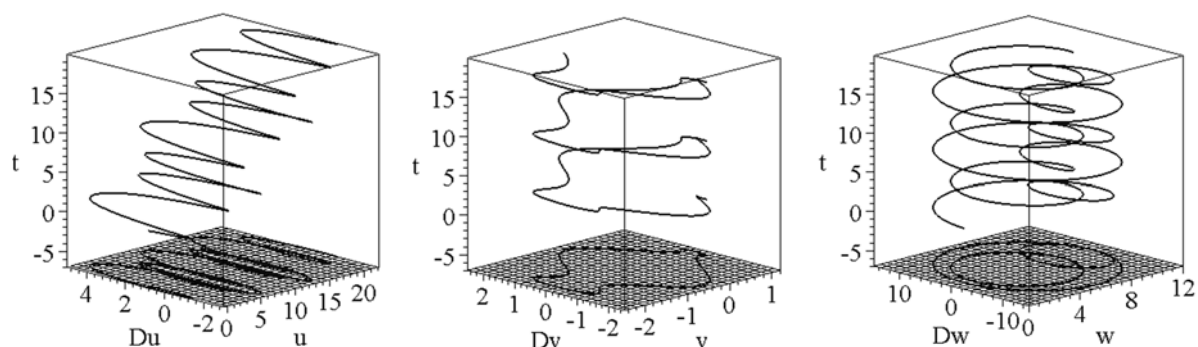


Рис. 7 – Інтегральні лінії та фазові траєкторії

На рис. 8 зображено фазові траєкторії на відповідних координатних площинах.

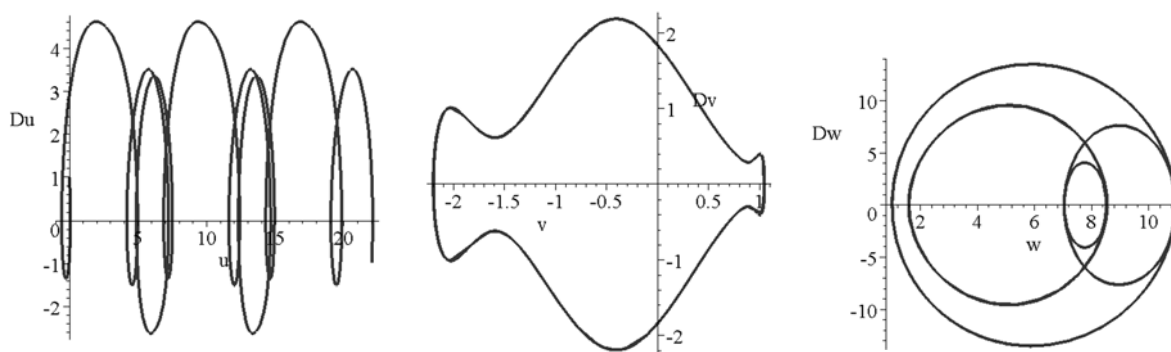


Рис. 8 – Фазові траєкторії на відповідних координатних площинах.

Використовуючи одержані наближені розв'язки $u(t)$, $v(t)$ і $w(t)$ системи рівнянь Лагранжа другого роду, можна побудувати траєкторію переміщення вантажу 2d -пружинного маятника в декартовій системі координат xOy . Для цього слід використати формули

$$\begin{aligned} x(t) &= u(t) + (d + w(t)) \sin(v(t)); \\ y(t) &= -(d + w(t)) \cos(v(t)). \end{aligned} \quad (6)$$

На рис. 9 зображено кадри створеного анімаційного фільму коливання 2d-пружинного маятника під візком по розрахованій траєкторії, коли вантаж переміщається не хаотично. Більше того, завдяки організованим рухам вантажу візок переміщається праворуч. Це пояснюється узгодженими з рухом фазою розпрямлення пружини (рис. 9, а) і фазою стиснення пружини (рис. 9, б).

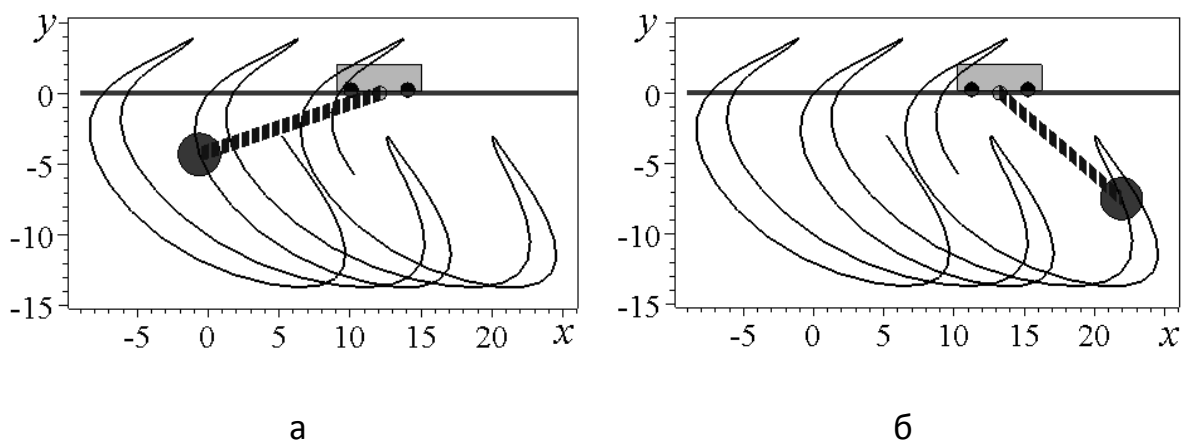


Рис. 9 – Кадри анімаційного фільму коливання 2d-пружинного маятника під візком

Висновок. Розроблений метод дозволяє визначати геометричні форми особливих траєкторій під час коливання вантажу 2d-пружинного маятника залежно від маси вантажу, початкової довжини пружини у розвантаженому стані, коефіцієнта жорсткості пружини, а також від початкових умов ініціювання коливань – таких як початкового кута відхилення тіла пружини, початкової швидкості кута відхилення 2d-пружинного маятника та швидкості початкового подовження тіла пружини.

Запропонований метод дозволяє визначати множину значень параметрів, які забезпечують формування нехаотичних траєкторій переміщення вантажу по вертикальній площині. Для прикладу у даній роботі детально досліджено вплив на форму траєкторії коефіцієнта жорсткості пружини.

Метод дозволяє створювати алгоритми визначення множини критичних значень керуючого параметра, які відповідатимуть нехаотичним траєкторіям коливання вантажу 2d-пружинного маятника. Крім того, попутно можна визначити різноманітні фазові траєкторії, розташовані на фазових площинах, відповідних обчисленому критичному значенню керуючого параметра. Все це дозволяє здійснювати аналіз коливань 2d-пружинного маятника на якісному рівні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Rusbridge M.G., Motion of the spring pendulum, *American Journal of Physics*, vol. 48, no. 2, pp. 146–151, 1980.
2. Breitenberger E. Mueller R.D. The elastic pendulum: a nonlinear paradigm, *Journal of Mathematical Physics*, vol. 22, no. 6, pp. 1196–1210, 1981.
3. Lai H.M. On the recurrence phenomenon of a resonant spring pendulum, *American Journal of Physics*, vol. 52, no. 3, pp. 219–223, 1984.
4. Georgiou, I. T. 1999. On the global geometric structure of the dynamics of the elastic pendulum, *Nonlinear Dynam.* 18, 51-68.
5. Girgin Z., Demir E. Investigation of Elastic Pendulum Oscillations by Simulation Technique, *Journal of Engineering Sciences* 2009 15 (1) 81-86
6. Broucke R, Baxa P.A. Periodic solutions of a spring-pendulum system. *Celestial mechanics* September 1973, Volume 8, [Issue 2](#), pp 261-267
7. Gavin Henri P. Generalized Coordinates, Lagrange's Equations, and Constraints. CEE 541. Structural Dynamics – Duke University – 2014. 23 p.
8. Chen Y.F. Scientific computing and visualization. Spring pendulum system, top.4.

Електронний	ресурс.	Режим	доступу
http://ocw.nctu.edu.tw/upload/classbfs1209054703145981.pdf			
9. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-003j-dynamics-and-control-i-spring-2007/lecture-notes/lec17.pdf>
10. Семків О.М. Метод визначання особливих траєкторій коливань вантажу 2d-пружинного маятника. - Харків: ХНАДУ, Вісник ХНАДУ, № 71, 2015. – С. 36-44.
11. Семкив О.М. Особенности геометрической формы колебаний груза 2d-пружинного маятника. - Международная конференция по научному развитию Евразии.–Австрия, г. Вена-VII 2015. – С. 217-214.

УДК 004.942

МЕТОД РАСЧЕТА РАСХОДА РУЧЕЙНОГО ПОТОКА СМЕСИ ОВАЛОИДОВ

А.А. Аннов

специалист по контролю параметров зернисто/кусковых потоков, Штутгарт, Германия, e-mail: annov@gmx.de

Аннотация. С помощью компьютерного моделирования произведена имитация процесса зондирования точечным оптическим лучом ручейного потока смеси эллипсоидов. Предложен метод расчета объемного расхода ручейного потока смеси объектов, имеющих форму овалов.

Ключевые слова: смесь эллипсоидов вращения, среднестатистическая хорда смеси, объем порции потока.

METHOD OF CALCULATING THE VOLUME FLOW A SINGLE-ROW THE STREAM OF OVALOIDS

Aleksander Annov

control specialist parameters of grainy / lumpy streams, Stuttgart, Germany, e-mail: annov@gmx.de

Abstract. With the help of computer simulation, performed imitation sounding of the punctiform optical beam of single-row the flow the ellipsoids. For the portion of single-row the flow of ovaloids obtained average statistical ellipsoid of revolution. Offer the method of calculating the volume flow of the single-row the stream of the mixture ovaloids.

Keywords: *a mixture of ellipsoids of rotation, average statistical chord mixtures, the volume of portion of flow.*

Введение. Данная работа является продолжением исследования обкатанных зернисто/кусковых потоков путем имитационного моделирования в среде *Excel* статистического массива секущих хорд, образующегося в результате имитации пересечения точечным оптическим лучом сенсора (*SPT*) точечной просветности [1, 2, 3] теневых проекций неупорядоченного монослойного потока оваловидов.

Учитывая, что объекты обкатанных потоков в большинстве случаев имеют форму оваловидов, для моделирования, в качестве эквивалентной фигуры правильной геометрической формы, выбраны две разновидности эллипсоида: вытянутый эллипсоид вращения и вытянутый трехосный эллипсоид. Их размер определяется главным большим диаметром эллипсоида (d_a), а форма главными малыми диаметрами эллипсоида (d_b ; d_c). Теневой проекцией вытянутого эллипсоида, расположенного на горизонтальной плоскости в статическом состоянии, является эллипс. Форма эллипса характеризуется [4⁵⁶] его коэффициентом сжатия ($k_i = d_b/d_a$). Форма трехосного эллипсоида характеризуется двумя коэффициентами осевого сжатия ($k_b = d_b/d_a$; $k_c = d_c/d_a$), а эллипсоида вращения коэффициентом кругового сжатия ($k_o = d_b/d_a = d_c/d_a$). При необходимости перехода от одной модели эллипсоида к другой, их коэффициенты сжатия связаны зависимостью $k_o = 0,5(k_b + k_c)$.

Цель работы. По результатам компьютерного моделирования статистического массива секущих хорд на теневых проекциях ручейного потока смеси эллипсоидов, имитирующий результат зондирования порции ручейного потока сенсором точечной просветности (*SPT*), проверить возможность определения параметров объектов потока и объема порции потока.

Моделирование конечного статистического массива секущих хорд. Для удобства моделирования был выбран вытянутый эллипсоид вращения,

свободно расположенный на горизонтальной плоскости, проекцией которого на плоскость является эллипс. В этом случае, коэффициенты сжатия эллипсоида ($k_{oi\rightarrow}$) и его проекции равны ($k_{oi\rightarrow} = k_i$), а символ ($\rightarrow$) уточняет условие того, что ось вращения эллипсоида параллельна плоскости его проекции (идеализированный случай потока). Массивы секущих хорд, необходимые для исследования, были получены путем ранее предложенного [3] метода моделирования квази-бесконечного пошагово – вращающегося переменного множества параллельных хорд эллипса.

Смеси эллипсоидов вращения. Для исследования были сформированы две смеси, каждая из которых состоит из 21 эллипсоида. На теневых проекциях эллипсоидов смоделированы, по одним правилам, конечные подмножества секущих хорд эллипса, в совокупности образующие множество секущих хорд на теневых проекциях смеси эллипсоидов. Размеры эллипсоидов, характеризуемые большим главным диаметром ($d_a = d_m$), в обеих смесях располагались на интервале $d_a = [-20 + 10] \text{ mm}$, с шагом $\Delta d_a = 0,5 \text{ mm}$. В смеси 1, форма эллипсоидов изменялась с равномерным шагом ($\Delta k_{oi\rightarrow} = 0,02$) на интервале $k_{oi\rightarrow} = [0,3; 0,7]$. При этом наибольший по размеру ($d_a = 20 \text{ mm}$) эллипсоид имеет наименьший коэффициент кругового сжатия ($k_{oi\rightarrow} = 0,3$). Смесь 2, является противоположностью смеси 1. В ней наибольший по размеру эллипсоид имеет наибольший коэффициент кругового сжатия ($k_{oi\rightarrow} = 0,7$), изменяющийся на интервале $k_{oi\rightarrow} = [0,7; 0,3]$ с шагом ($\Delta k_{oi\rightarrow} = 0,02$). Каждая смесь состоит из следующих двух комбинаций, равновеликих по совокупному количеству хорд:

- с условным **закрупнением**, когда в смеси равномерно по нарастающей от середины увеличено количество эллипсоидов больших размеров, ее символическое обозначение (++);

- с условным **замельчением**, когда в смеси равномерно по нарастающей от середины увеличено количество эллипсоидов меньших размеров, ее символическое обозначение (- -).

Виртуальный среднестатистический эллипсоид порции ручейного потока, состоящей из смеси эллипсоидов. Совокупное множество секущих хорд порции ручейного (поштучного) потока, состоящей из смеси эллипсоидов, образует виртуальный консолидарный овалоид смеси, с параметрами ($d_{m\Sigma}$; H_Σ ; N_Σ). Количество секущих хорд (N_Σ) порции потока имитирует количество, зондируемых сенсором (*SPT*) объектов (эллипсоидов) в порции ручейного потока. Величина относительного значения среднестатистической секущей хорды порции потока ($\hat{H}_{\Sigma/m} = H_\Sigma / N_\Sigma d_{m\Sigma}$), является среднестатистической хордой виртуального среднестатистического эллипсоида вращения порции ручейного потока. На ее основе, с помощью известной [3] базовой функции перехода для эллипса, определяется коэффициент

кругового сжатия $k_{o\Sigma \rightarrow} \cong k_i = f(\hat{H}_{\Sigma/m})$ виртуального среднестатистического эллипсоида вращения порции ручейного потока.

Объем порции ручейного потока, состоящей из смеси эллипсоидов.

Совокупный объем в монолите порции ручейного потока, состоящей из смеси эллипсоидов, представляет произведение объема ($\bar{V}_i$) виртуального среднестатистического эллипсоида вращения порции ручейного потока на количество всех объектов (N_{Σ}) этой порции

$$V_{\Sigma} = \bar{V}_i * N_{\Sigma} = \frac{\pi}{6} d_{m\Sigma}^3 k_{o\Sigma \rightarrow}^2 * N_{\Sigma} (mm^3); \quad (1)$$

Средний, за время (τ), объемный расход порции ручейного потока

$$Q_{V\tau} = \frac{\pi}{6\tau} d_{m\Sigma}^3 k_{o\Sigma \rightarrow}^2 * N_{\Sigma} \left(\frac{mm^3}{ms} \right). \quad (2)$$

Были рассмотрены, ранее смоделированные массивы секущих хорд различных типов смесей и их комбинаций. В каждом случае производился расчет по формуле (1) объема смеси эллипсоидов в монолите и расчет суммарного объема эллипсоидов, составляющих данную смесь. Относительная погрешность, возникающая при сравнении рассчитанных объемов, колебалась в широких пределах. В тех смесях, в которых, по мере увеличения крупности узких фракций, форма эллипсоидов изменялась гармонично (равномерно) в одну сторону, погрешность колебалась в пределах $\delta_{\Delta V} = \pm 10\%$. В случаях негармоничных (скачкообразных, неравномерных) изменений формы в отдельных фракциях крупности, погрешность достигала $\delta_{\Delta V} = \pm 35\%$.

С целью минимизации погрешности при расчете объема порции смеси, методом подбора были составлены скорректированные частные функции перехода к коэффициенту сжатия $\check{k}_{i\Sigma \rightarrow} = f(\hat{H}_{\Sigma/m})$ для различных типов смесей и их комбинаций. Полученное семейство тестовых частных функций, представлено на рис. 1. Там же, для сравнения, представлена базовая функция перехода для эллипса [3].

При расчете объема порции смеси, с помощью скорректированных частных функций перехода, относительная погрешность при гармоничном составе смеси колебалась в пределах $\delta_{\Delta V} = \pm 1\%$, а при негармоничном составе смеси, в пределах $\delta_{\Delta V} = \pm 15\%$.

Из сравнения функций перехода (Рис. 1) следует:

- все кривые частных функций перехода расположены по обе стороны и в непосредственной близости от аналогичной базовой функции для одностороннего эллипса (проекция эллипсоида вращения);
- разброс кривых частных функций перехода (Рис. 1) объясняется накапливающейся систематической ошибкой дискретности, которая возникает при компьютерном моделировании [3] пошагово - вращающегося пе-

ременного множества параллельных хорд в одиночных эллипсах различного размера и формы и дальнейшем суммировании, полученных больших массивов ($10^5 - 10^9$) секущих хорд в различных комбинациях. Предполагается, что при реальном измерении массива секущих хорд с помощью сенсора (SPT), дискретная ошибка моделирования исчезнет или станет незначительной на фоне других предполагаемых ошибок измерения.

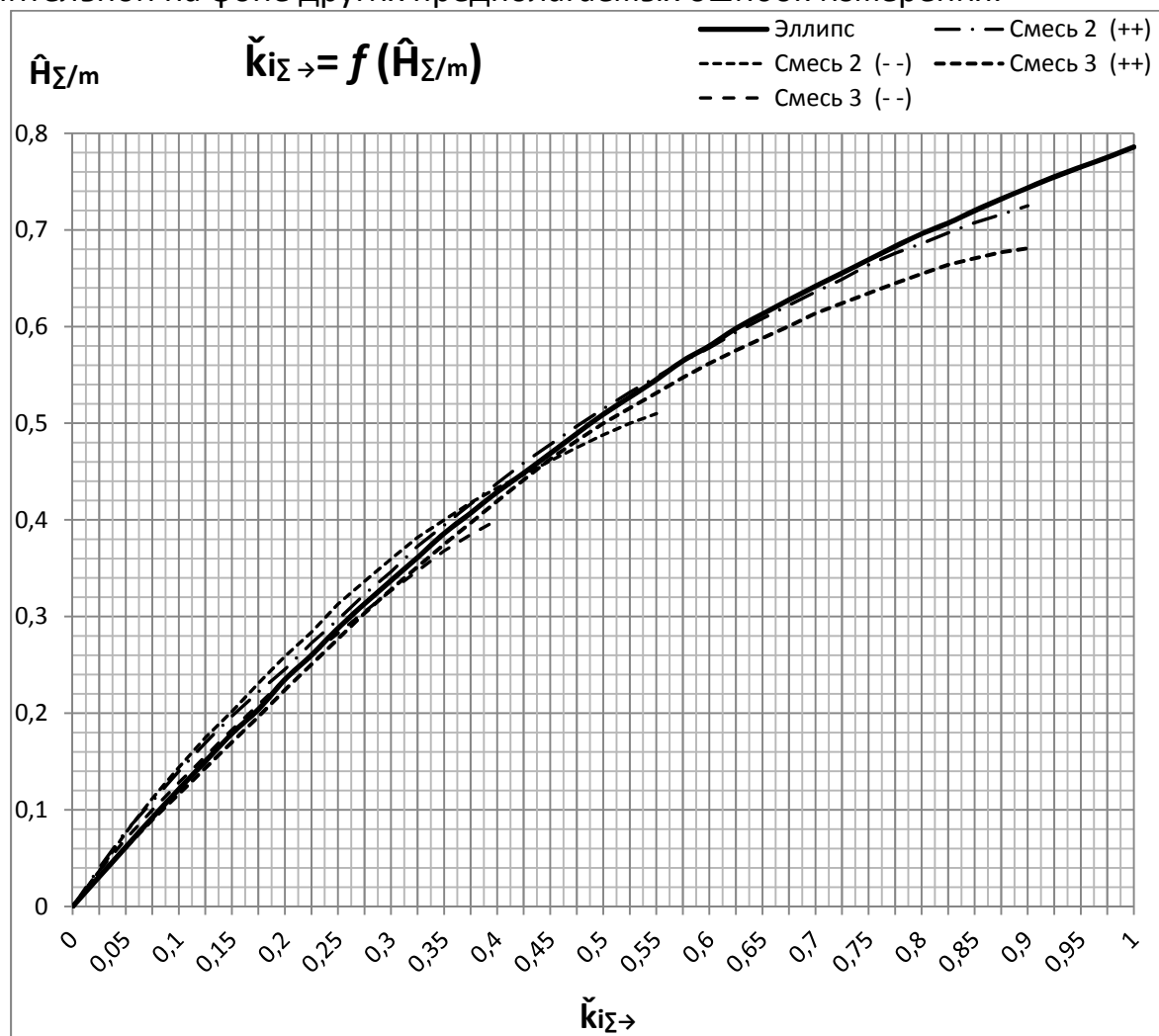


Рис. 1. – Тестовые частные функции перехода к скорректированному коэффициенту сжатия ($\check{k}_{i\Sigma\rightarrow}$) среднестатистического вытянутого эллипсоида вращения порции потока.

С целью дополнительной проверки правильности, рассмотренной методики расчета объемного расхода порции ручейного потока смеси эллипсоидов, произведена проверка формулы (2) на ее совместимость с аналогичной известной формулой.

В работе [1] представлена формула (3) для расчета среднего, за время (τ), объемного расхода плоских монослойных зернисто/кусковых потоков

$$Q_{V\tau} = v_{\tau} B f D \mu_1 = v_{\tau} B f D (1 - T_1); \quad (3)$$



где: v_τ – средняя, за время (τ), скорость потока в зоне измерения, mm/ms ;

B – ширина потока, mm ;

μ_1 – коэффициент поверхностного заполнения зёрнами монослойного потока зоны измерения, доли единицы;

T_1 – коэффициент незаполнения зёрнами монослойного потока площади зоны измерения или оптическая просветность потока непрозрачных зёрен, доли единицы ($\mu_1 + T_1 = 1$);

D – средневзвешенный по удельной поверхности размер зёрен потока, или согласно классификации С. Е. Андреева [1] среднегармонический диаметр смеси зёрен материала по массовому выходу (mm), $D = (\sum_{i=1}^k \frac{\gamma_i}{d_i})^{-1}$;

d_i и γ_i – соответственно средний диаметр и массовая доля i -й фракции крупности в смеси зерен;

f – коэффициент формы, согласовывает площадь (в формате $2D$) теневой проекции усредненного зерна порции потока на горизонтальную плоскость, с объемом (в формате $3D$), кажущейся для измерительной системы (SPT) цилиндрической фигуры. При этом предполагается, что зерна на плоскости расположены случайным образом и находятся в статическом, наиболее устойчивом состоянии.

В комплексном параметре (fD) коэффициент формы уточняет, какую долю занимает объем воображаемого средневзвешенного (D) зерна потока в объеме, кажущемся для измерительной оптической системы (SPT), цилиндрической фигуры.

Примечание 1. При критическом анализе, ранее произведенного [1] автором вывода формулы (3), выявлена незначительная неточность, что было причиной некоторой неопределенности при трактовке произведения (fD). Поэтому, по результатам моделирования, в данной работе изложена уточненная трактовка параметров ($f; D$), соответствующая предложенному методу расчета объема порции смеси эллипсоидов вращения.

Согласно определению [1], и с учетом *примечания 1*, коэффициент формы (f_i) среднестатистического зерна порции потока

$$f_i = V_i / S_i d_{io}; \quad (4)$$

где: V_i , S_i , d_{io} – соответственно объём, площадь проекции на горизонтальную плоскость и эквивалентный диаметр среднестатистического зёрна порции потока.

Произведение ($S_i * d_{io}$), стоящее в знаменателе выражения (4), представляет из себя объем кругового цилиндра, если проекцией эквивалентной фигуры является круг. Если проекция имеет форму эллипса, то произведе-

ние представляет объем эллиптического цилиндра. Если проекцией является прямоугольник или квадрат, то произведение представляет объем прямоугольного параллелепипеда и так далее. Упомянутые объемы являются кажущимися для детектора точечной просветности (SPT). Величина реального объема (4) эквивалентной фигуры равна (V_i). Коэффициент формы (f_i) учитывает степень различия реального объема (V_i) фигуры от, кажущегося для (SPT), объема цилиндра $V_{zi} = S_{zi} * d_{zi}$.

Например, при эквивалентной фигуре в виде сферы, коэффициент формы равен

$$f_{io} = V_i/V_{zi} = \frac{\pi}{6} d_{io}^3 / \frac{\pi}{4} d_{io}^2 d_{io} = 2/3 = 0,6667; \quad (5)$$

где: d_{io} – эквивалентный диаметр, равный диаметру сферы.

Полученное выражение для сферической фигуры показывает, что объем сферы на треть меньше объема, кажущегося для (SPT), цилиндра.

При рассмотрении эквивалентной фигуры в виде вытянутого эллипсоида вращения, объем эллипсоида равен

$$V_{(eo)i} = \frac{\pi}{6} d_{ai} d_{bi} d_{ci} = \frac{\pi}{6} d_{ai} d_{bi}^2 = \frac{\pi}{6} d_{ai}^3 k_{oi \rightarrow}^2 = \frac{\pi}{6} d_{(eo)i}^3. \quad (6)$$

Откуда, эквивалентный диаметр ($d_{(eo)i}$) вытянутого эллипсоида вращения и вытянутого трехосного эллипсоида ($d_{(ebc)i}$), выраженные через соответствующие коэффициенты сжатия эллипсоида, равны

$$d_{(eo)i} = d_{ai} \sqrt[3]{k_{oi \rightarrow}^2}; \quad d_{(ebc)i} = d_{ai} \sqrt[3]{[0,5(k_{bi \rightarrow} + k_{ci \rightarrow})]^2}. \quad (7, 8)$$

Коэффициент формы при эквивалентной фигуре в виде вытянутого эллипсоида вращения, с учетом (7)

$$f_{(eo)i} = \frac{V_{(eo)i}}{V_{(eoz)i}} = \frac{\frac{\pi}{6} d_{ai}^3 k_{oi \rightarrow}^2}{S_{ei} * d_{(eo)i}} = \frac{\frac{\pi}{6} d_{ai}^3 k_{oi \rightarrow}^2}{\frac{\pi}{4} d_{ai}^2 k_{oi \rightarrow} * d_{(eo)i}} = 0,667 \sqrt[3]{k_{oi \rightarrow}}. \quad (9)$$

Полученные выражения верны и для частного случая, когда $k_{oi \rightarrow} = k_{bi \rightarrow} = k_{ci \rightarrow} = 1$ (сфера).

Проведенные автором практические исследования [1] показали, что, при различных технологических схемах рудоподготовки, для узких фракций крупности циркуляционных потоков кимберлитовой руды коэффициент формы зёрен стабилен и на интервале крупности [-50+5мм] колеблется в диапазоне $f = 0,43 - 0,47$. Для имитаторов шарообразной формы $f = 0,667$.

С помощью формул, представленных в данной работе, рассчитан коэффициент сжатия для эквивалентной модели среднестатистического зерна, измельченных и обкатанных кимберлитовых потоков, в виде вытянутого эллипсоида вращения. Полученные результаты расчета не противоречат визуальной оценке средней формы зерен циркуляционных потоков ($k_{oi \rightarrow} \cong 0,3$; $f \cong 0,45$).

На примере обкатанных циркуляционных потоков, в условиях действующего производства, когда известен гранулометрический состав смеси зерен потока и массовые доли (γ_i) каждой (i) фракции крупности в составе смеси, используя модель эквивалентного эллипсоида, можно традиционным методом определить средневзвешенный коэффициент формы для смеси зерен разной крупности и формы

$$f_{(eo)\Sigma} = \sum_{i=1}^n f_{(eo)i} \gamma_i = 0,667 \sum_{i=1}^n \gamma_i \sqrt[3]{k_{oi \rightarrow}}. \quad (11)$$

Аналогично, определяется средневзвешенный диаметр смеси зерен потока разной крупности и формы по их массовым выходам

$$D_{(eo)\Sigma} = \sum_{i=1}^n \gamma_i d_{(eo)i} = \sum_{i=1}^n \gamma_i d_{ai} \sqrt[3]{k_{oi \rightarrow}^2}. \quad (13)$$

При возвращении к виртуальному среднестатистическому эллипсоиду вращения порции ручейного потока смеси овалов, полученного в результате анализа массива секущих хорд на теневых проекциях порции ручейного потока, его основными параметрами являются - эквивалентный диаметр ($d_{(eo)i}$), коэффициент кругового сжатия ($k_{o\Sigma \rightarrow}$), величина наибольшей секущей хорды ($d_{m\Sigma}$) в измеренном массиве.

Для согласования формул (2) и (3), заменим в формуле (3) ширину (B) ручейного потока и величину средневзвешенного среднего диаметра (D) смеси на эквивалентный диаметр ($d_{(eo)i}$) среднестатистического эллипсоида вращения порции ручейного потока ($B = D = d_{(eo)i}$).

Приравнявая две формулы (2) и (3) для одной и той же порции ручейного потока, получены, представленные ниже, различные взаимозависимости между параметрами потока из разных формул

$$D = \frac{\pi d_{m\Sigma}^2 k_{o\Sigma \rightarrow} N_{\Sigma}}{4 \tau v_{\tau} \mu_1}; \quad (14)$$

$$f = 0,667 \sqrt[3]{k_{o\Sigma \rightarrow}}. \quad (15)$$

После подстановки в формулу (3) указанных замен и выражений (14, 15), получаем равенство формул (2) и (3)

$$Q_{V\tau} = v_{\tau} B f D \mu_1 = \frac{\pi d_{m\Sigma}^3 k_{o\Sigma \rightarrow}^2}{6 \tau} N_{\Sigma}. \quad (17)$$

Таким образом, подтверждена совместимость двух различных вариантов формулы для расчета среднего объемного расхода.

Выводы. Из массива секущих хорд, полученного в результате зондирования сенсором (*SPT*) точечной просветности достоверной порции ручейного (поштучного) потока смеси овалов, можно определить количество объектов потока и виртуальный среднестатистический вытянутый эллипсоид вращения, который отличается от ожидаемого. Он более длинный и более сжат, чем ожидаемый. Однако, на основе его параметров, доступных из массива секущих хорд, можно, с приемлемой погрешностью, рассчитать

его объем. Для этого используется известная базовая функция перехода от среднестатистической хорды эллипса к коэффициенту сжатия эллипса. Эквивалентный диаметр среднестатистического эллипсоида является показателем средней крупности объектов потока и, предположительно, аналогом средневзвешенного диаметра порции потока.

Произведение объема виртуального среднестатистического эллипсоида порции ручейного потока на количество объектов в порции за заданное время зондирования, позволяет рассчитать суммарный объем в монолите порции ручейного потока и средний объемный расход ручейного потока за заданное время измерения.

Доказана принципиальная возможность использования сенсора точечной просветности для измерения объемного расхода ручейного потока овалов.

Рассмотренный метод расчета рекомендуется применять, в первую очередь, для контроля стационарных обкатанных зернисто/кусковых технологических потоков, таких, как например: циркуляционные потоки горнообогатительных производств, потоки товарного керамзита и т.п.

Нерешенные задачи. В данной работе рассмотрены идеализированные потоки, в которых оси вращения эллипсоидов параллельны плоскости их теневых проекций. В реальных потоках ориентация отдельных объектов потока в зоне измерения является случайной, зависящей от угла наклона вектора скорости потока, стесненности движения, формы объектов потока и других физико-механических факторов. Учет указанных факторов является задачей следующего этапа исследований.

Полученные результаты вычислительных экспериментов, на основе компьютерного моделирования множества секущих хорд, необходимо проверить и уточнить на физической модели измерения расхода ручейного потока путем его зондирования сенсором (SPT) точечной просветности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков А.М., Аннов А.А. Индикация производительности радиометрического сепаратора. //Обогащение руд, М., 1991. - №4. - С. 3-6.
2. А.с. SU № 1734881. Способ определения прозрачности сырьевого потока./ Аннов А. А., Волков А. М., Карпенко Ю. Н., 1990.
3. Annov, A., Annov, A.: Average chords and diameters of the ellipse. –LAP, LAMBERT Akademik Publishing, 2014. - 50 s.
4. М.Я. Выгодский. Справочник по высшей математике. М., 1998. – 846 с.



УДК 37.015.62

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАВЕДЕНИЯХ ПРОФТЕХОБРАЗОВАНИЯ

Т.С. Бондаренко¹, Г.К. Кожевников²

¹кандидат педагогических наук, доцент кафедры Информационных компьютерных и полиграфических технологий, Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков, Украина, e-mail: bondarenko_tc@uipa.edu.ua

²кандидат технических наук, доцент кафедры Информационных компьютерных и полиграфических технологий, Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков, Украина, e-mail: lpztzam@mail.ru

Аннотация. В работе описывается структура система поддержки дистанционного обучения в заведениях профтехобразования и особенности ее построения на базе облачных сервисов. Рассматриваются преимущества и недостатки предложенного подхода к построению системы дистанционного обучения.

Ключевые слова: дистанционное обучение, профтехобразование, облачные сервисы, система дистанционного образования.

THE STRUCTURE OF REMOTE SESTEM OF DISTANCE EDUCATION IN INSTITUTIONS OF VOCATIONAL TRAINING

Tatiana Bondarenko¹, Georgii Kozhevnikov²

¹Ph.D., Assistant professor of Department of Informatics, Computering and Printing Technologies (ICPT), Ukrainian Engineering-Pedagogics Academy, Kharkiv, Ukraine, e-mail: bondarenko_tc@uipa.edu.ua

²Ph.D., Assistant professor of Department of Informatics, Computering and Printing Technologies (ICPT), Ukrainian Engineering-Pedagogics Academy, Kharkiv, Ukraine e-mail: kgk4711@yandex.ru

Abstract. The paper describes the structure of system of support distance learning in vocational training institutions and features of its construction based on cloud services. The advantages and disadvantages of the proposed approach to the construction of a distance learning system are listed.

Keywords: distance learning, vocational education, cloud services, system of distance learning.

Введение. Одним из условий полноценного внедрения дистанционного обучения в систему образования Украины является создание разнообразных по масштабу и набору поддерживаемых функций подсистем дистанционного образования, которые соответствуют конкретным уровням задач и масштабам учебных заведений различного профиля.



Для организации дистанционного обучения используются различные технологии, обеспечивающие доставку информации обучаемым в интерактивном режиме посредством использования информационно-коммуникационных технологий. Например, учебная платформа Moodle, которая предназначена для объединения педагогов, администраторов и обучаемых в одну надежную, безопасную и интегрированную систему для создания персонализированной учебной среды, используется в 197 странах мира. Широко известны также веб-ориентированная система управления обучением ATutor, свободное программное обеспечение ILIAS для поддержки учебного процесса, Blackboard Learning System, CCNet, eCollege, Learn.com и другие.

Для обеспечения совместимости компонентов и возможности их многократного использования разработан стандарт дистанционного интерактивного обучения SCORM (англ. Sharable Content Object Reference Model, «образцовая модель объекта содержимого для совместного использования»), который содержит требования к организации учебного материала и всей системы дистанционного обучения (СДО) в целом. Введение данного стандарта способствует как углублению требований к составу дистанционного обучения, так и требований к программному обеспечению.

Известен ряд систем дистанционного обучения, совместимых с требованиями SCORM. Например, система дистанционного обучения Sakai - свободно распространяемая система с открытым кодом (Java), уже упоминавшиеся выше свободно распространяемая система Moodle с открытым исходным кодом и ILIAS - система с открытым кодом (PHP+MySQL), SABA - коммерческий продукт компании Saba Software Inc, WebTutor, совместимая со SCORM 1.2 и др.

Однако, опыт использования данных систем в учебных заведениях Украины [1, 2, 3] демонстрирует масштабность работ по развертыванию СДО, их наполнению, ведению и поддержке.

Решение проблемы построения системы дистанционного обучения на базе популярных платформ требует значительных финансовых затрат и людских ресурсов. Как правило, функционирование СДО в ВУЗах обеспечивают специально созданные отделы. Например, только отдел разработки дистанционных курсов Регионального центра дистанционного обучения Сумского государственного университета насчитывает 22 сотрудника. Естественно, что учебные заведения системы профтехобразования не могут себе позволить такие затраты. В мировой практике давно уже существует и достаточно успешно используется *кооперирование* образовательных учреждений в совместной разработке курсов дистанционного обучения, электронных учебников, баз данных. Этот вариант можно рассматривать как

один из путей решения проблемы внедрения СДО в учебных заведениях системы профтехобразования.

Альтернативный вариант решения обозначенной проблемы – построение бюджетных систем дистанционного обучения на основе бесплатных облачных сервисов. Данные системы имеют ограниченный функционал по сравнению со специализированными платформами и за счет этого являются более простыми в разработке и обслуживании. Результаты исследования «Интернет-сервисы в профессиональной деятельности преподавателя вуза» [4] показали, что в настоящее время преподаватели вузов активно вовлечены в процесс электронного обучения и предоставления знаний студентам при помощи интернет-сервисов. Причем в своей профессиональной деятельности преподаватели используют различные платформы и ресурсы.

Цель работы предложить бюджетный вариант построения системы дистанционного обучения на основе облачных сервисов поисковой системы Google, которые обеспечивают комплексную поддержку системы при разумных затратах временных и человеческих ресурсов.

Материал и результаты исследований. При выборе приложения, на базе которого можно реализовать бюджетную и простую в использовании систему дистанционного обучения мы ознакомились с разнообразным опытом использования облачных приложений в образовательном процессе. Например, в результате сопоставления различных облачных сервисов (IBM, Google, Microsoft, Zoho и др.) авторы работы [5] пришли к выводу, что использование сервисов Google в образовательных целях позволяет преподавателям и студентам более успешно и эффективно взаимодействовать, обучать и учиться. Онлайн-сервисы Google имеют ряд преимуществ, что позволяет использовать их в любой образовательной среде, где есть сеть Интернет. В числе основных преимуществ этих сервисов отмечают минимальные требования к аппаратному обеспечению, поддержку всех операционных систем и клиентских программ, которые используют студенты и учебные заведения, работа с сервисами с помощью любого мобильного устройства, поддерживающего взаимодействие в Интернете. При этом все сервисы соответствуют основным требованиям международного стандарта модели качества программного продукта ISO / IEC 9126: функциональность (functionality) - надежность (reliability) - легкость и простота использования (usability) - эффективность (efficiency) - удобство сопровождения (maintainability) - переносимость (portability) [6].

В докладе рассмотрена структура системы поддержки дистанционного обучения в заведениях профтехобразования в составе сервисов поисковой системы Google. В состав системы включены следующие сервисы поисковой системы Google:

- Google Docs для совместной работы с документами;
- Google Диск для хранения контента СДО;
- Google Forms для контроля учебных достижений обучаемых;
- Google–Blogger – инструмент взаимодействия участников СДО;
- Google Сайт – интерфейс СДО;
- YouTube – сервис для подключения к СДО видеоуроков;
- Google Календарь – менеджмент СДО.

Построение СДО на базе перечисленных сервисов обеспечивает:

- создание, размещение и управление контентом создателем курса;
- обеспечение учащимся доступа к контенту (преподаватель может открывать и закрывать доступ к изучаемому курсу или отдельным элементам курса);
- формирование групп слушателей, организацию и планирование занятий;
- контроль и оценку знаний обучаемых.

Преподаватель в рамках своего курса может:

- приглашать соавторов (преподавателей с полными правами редактирования контента учебного курса);
- создавать разделы курса различных форматов (модули, глоссарии, wiki, задания и т.п.);
- выкладывать учебные материалы различных форматов (от html до презентаций Power Point и видеоуроков);
- скрывать от слушателей любые (например, редактируемые) элементы курса.

Вместе с тем данная система не обеспечивает поддержку ряда функций, которые являются обязательным атрибутом систем дистанционного обучения. Так преподаватель лишь косвенно – по статистике посещений сайта – может оценивать работу студентов с учебным материалом. Обучающийся в данной системе не имеет собственного рабочего пространства в рамках сайта. Кроме того отсутствует такая необходимая в обучении форма общения, как «личные сообщения».

Достаточно полный, но вместе с тем и частично ограниченный набор функций данной системы дает основание позиционировать ее как систему поддержки дистанционной формы обучения. Однако, учитывая то, что данная система в рамках учебных заведений профтехобразования является вспомогательной формой обучения, именно такая поддержка за счет экономии финансовых, временных и человеческих ресурсов является наиболее приемлемой в современных условиях.

Вывод. Преимуществами предложенного варианта построения системы поддержки дистанционной формы обучения для учебных заведений

профтехобразования является простота реализации, удобство использования, гибкость построения и возможность активного взаимодействия участников образовательного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Центр дистанционного обучения Харьковского национального университета городского хозяйства им. А.Н. Бекетова [Электронный ресурс] / Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова. – Режим доступа: <http://cdo.kname.edu.ua/>
2. Система дистанційного навчання «Херсонський Віртуальний Університет» [Електронний ресурс] / Херсонський державний університет. – Режим доступу: <http://dls.kher-son.ua/dls/Default.aspx>.
3. Региональный центр дистанционного обучения СумГУ [Электронный ресурс] / Сумской государственный университет. – Режим доступа: <http://dl.sumdu.edu.ua/ru>.
4. Козлова Т.В. Интернет-сервисы в профессиональной деятельности преподавателя вуза [Текст] / Т.В. Козлова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки. – 2014. – Вып. №4. – Том 6. – С. 58-63.
5. Облачные технологии и образование [Текст] / под общ. ред. З.С. Сейдаметовой. – Симферополь: «ДИАЙПИ», 2012. – 204 с.
6. ISO/IEC 9126-1:2001 Software engineering – Product quality – Part 1: Quality model.

УДК 004.9

ПРИМЕНЕНИЕ РЕДАКТОРА MS EXCEL В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ФУНКЦИИ ТОРНКВИСТА

Е.А. Бочкарева¹

¹студент факультета «Математики и информационных технологий», группа ПМИ-32, Стерлитамакский филиал «Башкирский государственный университет», г. Стерлитамак, Россия, e-mail: andakm@rambler.ru

Аннотация. В работе рассматривается применение программного пакета Excel в образовательном процессе для построения функции Торнквиста для товаров первой необходимости по статистическим данным спроса и дохода.

Ключевые слова: функция Торнквиста, MS Excel, моделирование.

APPLICATION EDITOR MS EXCEL IN THE EDUCATIONAL PROCESS TO COSTRUCT TORNQUIST FUNCTIONS

Elena Bochkareva¹

¹student of the Faculty "Mathematics and Information Technologies", group of PMI-32, Sterlitamak Branch "Bashkir State University", Sterlitamak, Russia, e-mail: andakm@rambler.ru

Abstract. The paper deals with the use of Excel software package in the educational process for building Tornquist functions for essential goods on the statistical data of demand and income.

Keywords: *Tornquist function, Excel, modeling.*

Введение. Насыщение спроса – категория, отражающая характерное для многих товаров и услуг на определенном уровне их потребления существенное сокращение или даже прекращение спроса на них (при данном уровне доходов и цен, а также накопленных запасов и благ). Если потребление блага перестает увеличиваться при любом увеличении дохода (или любом снижении цен), то можно говорить о насыщении потребности в нем. Достигнутый уровень его потребления – предельный.

С ростом доходов спрос на продукты питания растет медленнее, чем на одежду, обувь и т.д. на известном этапе наступает дальнейшая смена, когда рост потребления одежды отстает от роста потребления, скажем, холодильников, радиоприемников и других предметов культурно-бытового обихода. Все это – свидетельство насыщения спроса для соответствующих товаров. Нас рис.1. представлены так называемые функции Л. Торнквиста – шведского экономиста [1, 2], предложившего разделить все товары на три группы: первой необходимости (кривая I), второй необходимости (кривая II) и предметов роскоши (кривая III).

Графически насыщения спроса можно изобразить в виде кривой спроса, которая сначала имеет тенденцию к быстрому росту, а затем замедляет его, стремясь к какому-то пределу, называемому уровнем, или точкой насыщения.

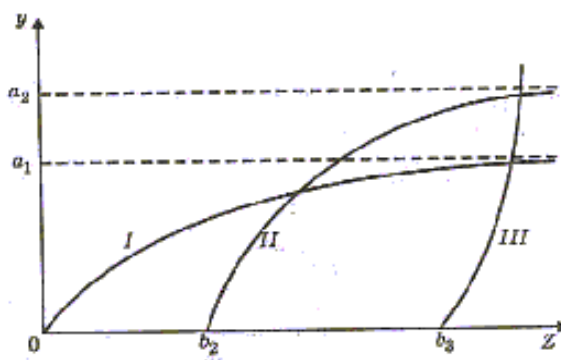


Рис.1. – Функции Торнквиста, I – первой необходимости, II – второй необходимости, III – предметов роскоши.

Цель работы. Построим функцию Торнквиста для товаров первой необходимости по следующим статистическим данным спроса и дохода [3]:

Таблица 1

y	z	y	z
13,3	254,31	11,31	241,41
16,6	261,44	11,26	125,23
16,36	219,92	11,12	5,6
15,5	237,72	11,001	228,15
14,8	232,98	10,97	45,87
14,2	101,37	10,94	50,56
13,7	187,86	10,91	60,97
13,01	141,14	10,88	70,85
12,7	160,32	10,83	4,5
12,5	190,82	10,81	290,31
12,3	266,44	10,79	268,43
12,02	131,22	10,77	115,6
11,89	270,22	10,75	178,95
11,87	137,79	2,2	303,92
11,59	10,2	20,97	30,8
11,55	172,89	29,37	197,63
30,45	203,21	12,12	80,06
15,97	209,17	15,97	209,17

Материал и результаты исследований. Функция Торнквиста для товаров первой необходимости имеет вид:

$$y = \frac{a_1 z}{z + c_1}$$

где y – спрос, z – уровень дохода, a_1 – предел насыщения.

Функция Торнквиста для товаров первой необходимости отражает факт того, что рост спроса на эти первоочередные товары с ростом дохода постепенно замедляется и имеет предел a_1 (кривая спроса асимптотически приближается к прямой линии $y=a_1$), график функции является вогнутой кривой (рис.2.).

Исходя из графика видно, что спрос возникает при любом уровне дохода и имеет уровень насыщения в диапазоне от 16 до 18 (рис.2.).

Важную роль в анализе изменения спроса при небольших изменениях дохода играют коэффициенты эластичности. Коэффициент эластичности спроса от дохода показывает относительное изменение спроса при изменении дохода (при прочих не изменяющихся факторах). Вычисляется по формуле:

$$E_i^z = \frac{\partial y_i}{\partial z} \cdot \frac{z}{y_i},$$

где E_i^z – коэффициент эластичности для i -го товара (группы товаров) по доходу z ; y_i – спрос на этот товар, являющийся функцией дохода: $y_i = f(z)$.

Если спрос на товар описывается функцией Торнквиста для товаров первой необходимости, то формула дает следующее выражение для коэффициента эластичности спроса от дохода:

$$E_i^z = \frac{c_1}{z + c_1}.$$

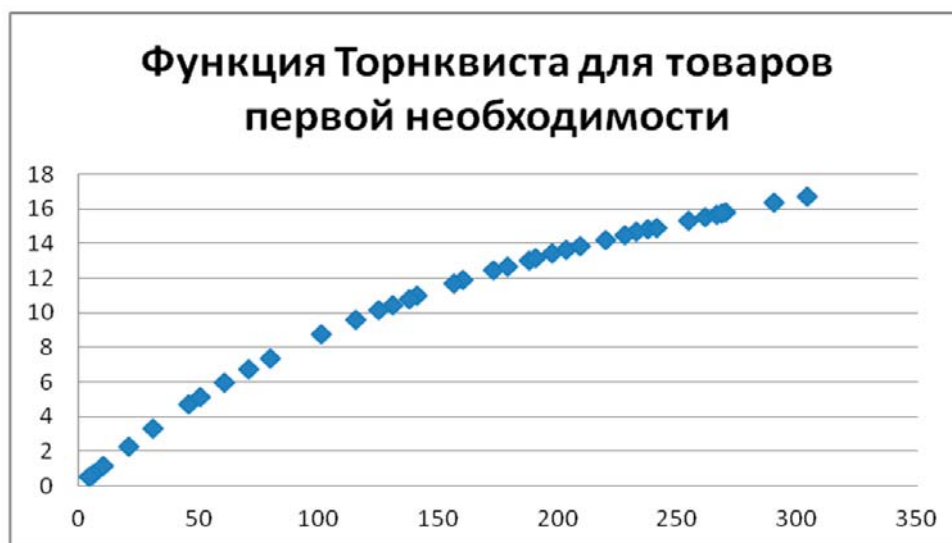


Рис.2. – Функция Торнквиста для товаров первой необходимости.

Во многих прикладных исследованиях значительную роль играет коэффициент эластичности. Во многих экономико-математических моделях эластичность функции относят к проценту прироста независимой переменной. Таким образом, коэффициент эластичности спроса по доходу показывает, на сколько процентов изменится спрос на товар при изменении дохода на 1%.

Вывод. Итак, построили функцию Торнквиста для товаров первой необходимости, определили коэффициент эластичности спроса от дохода, который выражает относительное изменение спроса при увеличении или уменьшении дохода, при условии, что другие факторы остаются неизменными.

Научный руководитель: к.ф-м.н., доцент Акимов А.А.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комалев В.А. Математическая экономика: Учебник для вузов. – 3-е стереотип. изд. – Москва. – ЮНИТИ-ДАНА. – 2012. – 399 с.



2. Акимов А.А. Электронное учебное пособие «Информационные технологии в решении экономических задач»/ А.А.Акимов, Г.Р. Галиаскарова, Р.Г. Идрисов // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. – 2014. – №10(65). – С. 30.

3. http://z3950.ksu.ru/EPOS_ESIC/duе.pdf

ЭЛЕМЕНТЫ МОБИЛЬНОГО ДОСТУПА В BYOD ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ БАЗОВОМУ РУССКОМУ ЯЗЫКУ ФИЗИКИ НА ОСНОВЕ ОБЛАЧНОГО РЕСУРСА ONE DRIVE И СДО MOODLE

Ольга Грачёва¹, Павел Матухин²

^{1,2}Российский университет дружбы народов, Москва Российская Федерация,

¹к.ф.н., e-mail: olagra@hotmail.com, ²e-mail: m-pg@mail.ru

Аннотация. Представлены некоторые результаты применения BYOD-технологий на базе мобильных устройств для доступа в Интернет в обучении иностранных слушателей подготовительного факультета основам русского языка физики. Описаны возможные подходы к формированию корпуса минимально достаточных терминов физической науки и принципы построения тестовых заданий.

Ключевые слова: язык физической науки, русский язык как иностранный, обучение иностранцев, дистанционный контроль, самоконтроль, тесты, мобильные устройства, BYOD, One Drive, MOODLE.

THE USE OF BYOD TECHNIQUE MOBILE ELEMENTS ON THE CLOUD ONEDRIVE AND MOODLE PLATFORM FOR THE FOREIGN STUDENTS RUSSIAN LANGUAGE OF PHYSICS TEACHING

Olga Gracheva¹, Pavel Matukhin²

^{1,2}Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

¹Ph.D., e-mail: olagra@hotmail.com, ²e-mail: m-pg@mail.ru

Abstract. Some results of application of BYOD technologies on the basis of mobile devices for Internet access in training of foreign students of preparatory faculty in bases of Russian of physics are presented. Possible approaches to formation of the case of minimum sufficient terms of physical science and the principles of creation of test tasks are described.

Keywords: the language of physical science, Russian as a foreign language, training of foreigners, remote control, self-control, tests, mobile devices, BYOD, One Drive, MOODLE.

Introduction. Foreign students of the preparatory faculty of the University teaching in the language of physical science in scope of the Russian as a foreign language for specific purposes requires great skills and teamwork of Russian



teachers, as well as their colleagues from the departments of physics and computer sciences [6, 10]. Only joint efforts of developers can enhance and improve the system of formation of the basic communication competencies in the Russian language of the physical science of foreign students. They include student's skills and abilities in proficiency in scientific style of speech on the basis of modern software and hardware and information technologies, in particular mobile online services. When using the BYOD techniques we turn any audience in the computer classroom with all the possibilities of Internet communication [12].

The basis of the educational process in the foreign students' Russian language of physics teaching is a set of printed manuals, developed jointly by the teachers of Department of Russian language and Department of physics of the preparatory faculty [2, 3, 4, 5, 9]. Simultaneously the media complex in physics was developed [11]. Currently at the preparatory faculty the dynamic learning environment MOODLE is under implementation. This system provides a web interface for mobile access to electronic educational online resources prepared by a teacher, which are correlated with the set of the textbooks. Author electronic resources can be considerably greater in volume compared to the printed versions. At the same time the electronic form of these developments can be equipped with elements of feedback. And we consider that to be of a special importance in the process of formation of basic skills in educational communication [7, 8]. The latter ones act as instruments of control and self-management in language learning.

Purpose. To achieve the goal of revitalizing and improving the educational process it is necessary to form a system of support for BYOD-learning. The system concerns to the solution of a number main problems, namely:

- 1) acquisition of basic lexical and grammatical material of all significant parts of speech of the Russian language of physical science,
- 2) mastery of the basic structures of the language of science,
- 3) mastering the ability to make a transformation of structures,
- 4) mastering the ability to highlight in the phrase grammar base and complicating its distributors – participles and verbal adverbs etc.
- 5) mastering the basic concepts of physics and physical terminology
- 6) mastering in the computer software use as a tool for educational and professional communication.

Methodology and materials. Foreign students who study physics in Russian and in need of passive and active mastery of the linguistic means of this scientific style of speech subtype should have words that are grouped both by subject and conceptual grounds, and grammatically.

Condition of such problems solution is a systematic approach to the description of lexical and grammatical material of the Russian language of physics,

which allows setting the students a solid language base that operate various parts of speech. Here the next set of problems arise:

- to study the composition and structure of the Russian language of physics;
- to train future physicists and engineers to distinguish parts of speech;
- to understand the specifics of their functioning in the Russian language of physics science;
- to master the ability to combine in the sentence different parts of speech according to the rules of Russian grammar;
- to make necessary replacement of parts of speech.

Features of the behavior of parts of speech in the language of physics as follows: a large number of verbal nouns and noun forms, the preferred use of verbs imperfect, reflexive verbs, passive forms of verbs, the frequent formation of adjectives from nouns and adverbs from adjectives, the definitive and the relative are frequent among pronouns.

With regard to the sacraments (especially the short in the role of predicate) and of adverbial participles, which are abundant in the language of science, because they are forms of verbs, their formation and use must be carefully presented to students and discussed with them. The official parts of speech – prepositions, conjunctions, particles, performs a grammatical role in the language of physics as lexically marked.

The act of the text constructing in Russian (finding new information in the end of the sentence) extremely complex for the perception and production of foreign students – this also should be trained.

To accommodate the learning of such language peculiarities of the Russian language of physics only unlimited volume of e-textbooks is useful, whereas the printed manual would be better used as initial elements to support the presentation of linguistic material.

For nouns significant are the indication on the lexical compatibility of words (a phrase constructed on the basis of subordinating connection, alignment and management, for example: физическая величина, значение величины) and word formation (for example: физика – физический - физик). With regard to grammatical meanings of gender and number, the foreign students when explanations of grammar able to recognize the gender of the noun to form its plural.

For example, the noun «круг» (circle): «окружность» (circumference) (female gender) «круговое движение» (circular motion), «инерция» (inertia): «закон инерции» (the law of inertia (Genitive case.)), «инерциальный» (-ая,-ое,-ые) (inertial), «инерциальная система отсчета» (inertial reference frame), «инертность» (inertia (female gender.)), «свойство инертности» (the property of inertness (Noun + Noun.)).

Special attention is paid by Russian teachers to verbs, which are painted in detail: specify their conjugations, mandatory questions demanded by the valence of a particular verb, there is a case, examples of collocations on the basis of subordinating connection, coordination, management, contiguity, and derivative words, i.e. verbal nouns, and then gives examples of sentences in which this verb functions in its various forms.

For example, the verb «деформировать» (to deform): 1st conjugation, что (what?) Под действием чего (Under the influence of what?) Accusative case., тело (body), пружину (spring), нить (thread), опору (support), под действием силы (under the action of forces), деформация (deformation).

«Внешняя сила деформирует пружину. Под действием силы тело деформируется (возвратный глагол). Деформированная опора действует на тело. Сила упругости противоположна направлению деформирующей силы. Мы говорим об упругой деформации» (External force deforms the spring. Under the force of the body is deformed (the reflexive verb). Support acts on the deformed body. Elastic force opposite to the direction of deforming force. We're talking about elastic deformation.)

Among the adjectives used by the language of physics, a large number of motivating which are based on nouns and participles that have passed into the category of adjectives and became the terms. In addition to full of adjectives and participles, the language of physics successfully operates and brief, which play the role of predicate in a sentence, and therefore functionally loaded.

For example, «условие – условный (-ая,-ое,-ые) – условно: условно считать неподвижным; бесконечный (-ая,-ое,-ые) – бесконечность – бесконечно: бесконечно малый промежуток времени; натягивать – натянуть – натяжение – натянутый (-ая,-ое,-ые): сила натяжения нити; результат – результирующий (-ая,-ее,-ие), результирующая сила; направлен (-а,-о,-ы): Силы трения направлены по прямой линии, касательной к поверхности контакта; равен(-а,-о,-ы): Модуль вектора перемещения и путь равны».

Adverb clarifies a verb. It is usually formed from adjectives and participles, which in the early derivational chains often have a noun as well as by word. For example, «перпендикулярный – перпендикулярно: Сила давления направлена перпендикулярно поверхности опоры; одновременно: Тело может двигаться поступательно и одновременно вращаться вокруг некоторой оси» (perpendicular to, perpendicular, the Force of pressure directed perpendicularly to the surface of the support; at the same time: the Body can move progressively and simultaneously rotate around a certain axis).

Pronouns and numerals are also involved in the formation of scientific information in the proposal. The first place among the relative pronouns takes definite and, rarely demonstrative, and interrogative in after text jobs. Cardinal

numbers – from one to thousands, as well as the serial. For example: «Известно, что все тела в природе притягиваются друг к другу. Сообщающимися сосуда́ми называются два или несколько сосудов, которые соединяются друг с другом»(It is known that all bodies in nature attract each other. Communicating vessels is called two or more vessels which are connected to each other). Status categories words to some extent are used in the language of physics: « Можно найти данную физическую величину по формуле. Нужно запомнить следующие правила...» (You can find this physical quantity according to the formula. Remember the following rules).

The language of physics uses all the primitive prepositions: « сила тяжести приложена к телу, под действием силы тяжести, для ускорения свободного падения » (the force of gravity applied to the body, under the action of gravity, for the gravitational acceleration).

To the greatest extent the language of physics involved subordinating conjunctions, such as conditional, temporary, targeted: «Чтобы тело находилось... Если жидкость находится в равновесии...Когда точка приложения силы реакции опоры...» (That the body was... If the liquid is in equilibrium...When the point of application of the reaction force support...)

The language of physics uses formative particles: « Пусть тело движется прямолинейно и равномерно. Шарик отклонился бы от положения равновесия... » (Let the body moves rectilinearly and uniformly. The ball has deviated from the equilibrium position).

Such language material, clearly and correctly presented to foreign students, provided them with language training, teaches them to the correct manipulation of linguistic units.

Using the principle of «From language to speech», teachers make it possible to achieve good learning results, because this approach increases its efficiency.

The use of the BYOD cloud technology greatly increases the quality of foreign students learning of the lexical and grammatical material of the Russian language of physics. Mobile access allows students to work remotely in online mode. An important difference from traditional printed books is the ability to monitor the work of students by teachers of the Russian language. The teacher obtains the opportunity to receive information about the number of attempts to perform the task, execution time and the student's results shown.

For this, we used the Excel-Survey/One Drive tool as well as a built in system of interactive lectures, surveys, questionnaires and tests in MOODLE. All these tools allow us to design test materials with the inclusion of all major types of issues and they have no restrictions. It should be noted that in Excel-Survey/OneDrive, there is no built-in mechanism of formation of the samples and randomization of questions and answers. So it can more effectively be used for

boundary control, or to create our own versions of special online tools to support learning.

The subsystems of electronic training controls under development objectives are :

- 1) assistance in the self-study of foreign students in the mobile mode,
- 2) automation control of training in the form of the student (self-control) – the teacher/ the school/ University.
- 3) automation of preparation and publication of reports and other materials.

This set of goals erases the following set of problems:

- 1) development of techniques for automated remote training and testing (a survey system),
- 2) the selection of the software and the tool base,
- 3) dock the selected tools.

At the initial stage we faced an extremely acute question of selection of language material. As shown, the optimal solution was to quantify the amount of vocabulary depending on the parts of speech as follows: nouns – 100 units, adjectives – 150 units, 200 units of verbs, adverbs – 50 units.

Questions on linguistic material was prepared on the «From form to content» as well as «From content to form» principles For example, in tests on nouns, students are asked to determine for each of the plurality of gender, number, case, form, the ability of words to compatibility. Conversely, in this case from the set students should determine the form of the word. In tests with the verbs students need from the set on the form to identify the person, number, tense, choose a conjugation paradigm, valence. Conversely, having this set or any of the bundle categories they are to determine the form of the verb

Media complex developers focused on the implementation of the following linguistic tasks:

- 1) development of lexical physical terms compatibility;
- 2) development of the case system and verbal forms in a scientific context;
- 3) development of syntactic structures and their implementations in scientific language.

Implementation of these tasks was followed by the tests of number of types:

- 1) tests for approval kind and number of adjectives and nouns;
- 2) tests on the use of prepositions, participating together with the endings in the formation of case grammatical values;
- 3) tests to determine the cases of nouns in the syntactic context;
- 4) tests for the presence of the verbal word form;

5) run on understanding the functioning of words and word collocations on «Basic concepts in mechanics».

Given the peculiarities of application of electronic web resources implemented in the system of the teacher's information and supervisory tools for monitoring the training of foreign students of the preparatory faculty in the basics of the Russian language of physical science. These products are made in the form of electronic tables (Excel spreadsheets) and posted in the appropriate section of the cloud complex in the One Drive disk with electronic versions of standard textbooks. Hyperlinks to the files of the manuals and tests are included in the pages of the offices of lecturer on the University portal and MOODLE. The set of control includes two groups – Trainers of terms and Tests.

To support the solution of the above described tasks of foreign students teaching on Russian as a foreign language of science media complex includes interactive elements for training and monitoring of the achieved level of mastering the current language-acoustic material. It is completing the mini tests embedded in slides, simulators, tests on the topics of the manual and sets options for mid-term and final testing. Language mini tests are included in the presentation in parallel with tests in physics. Their presence allows us to combine the specialist training with the language in the mode of unity. This approach through is quite important for teaching of the contingent of foreign students of the preparatory faculty. And it allows provide the synergy effect from combination of two educational directions – study of physics and language training.

EXCEL kits of tests for the preparation, organization and holding of the computer training and testing on scientific language of physics at the level of Russian as a foreign strange similar to those described above sets of test in physics. Base of 200 questions is also the basis of the simulator and test generator. Using these tools, a set of options with a given number of issues, and embedded environments tools verification is to be designed. Sets of test tools on scientific language of physics are designed in such a way that they could be posted online. They may be downloaded and used in standalone mode or when placing on Internet services such as MS-OneDrive, apply for webinars and self-control, including mobile access. These tests are extremely important and useful for training in Russian language because foreign students translate grammatical phenomena from their language into Russian language, making countless mistakes. The instructor provides tests which help to reorient the foreign students from grammar realities of their native language to realities of Russian language. So online tests seem to be indispensable for providing foreign students the necessary time to reflect specific grammar of Russian language and give the opportunity of constant training at a convenient mode, including removed access. Therefore, the advantage of the system of allocation and access for the media complex and built-in tests on

the Internet resource MS-OneDrive is the fact that can be used as taken in personal and outside of the classroom, self-study language training of foreign students.

Conclusions. Thus, summarizing the results of several stages of our research, we can conclude that the use of modern BYOD class mobile technologies to enhance learning and support of independent work of foreign students of the preparatory faculty while learning the basics of the Russian language of physical science can be effectively implemented on the basis of a combination of cloud-based resources such as MS One Drive and educational environment of the class MOODLE. This solved a significant problem of cost optimization of work and time of teachers and comfortable conditions of academic work of foreign students are provided.

REFERENCES

1. Matukhin P.G., Elsgolts S.L., Gracheva O.A., Pevnitskaya E.V. MS SkyDrive as a Platform for On-line Multimedia Manual for Pre-University Training of Foreign Students with Elements of Smart Technologies// Proc. of the Int. Sci. Conf "IT for Engineering Education" (Moscow, MPEI, April 15-16, 2014). - M.: MPEI Publishing, 2014. - pp. 393-397.
2. Грачёва О.А., Эльсгольц С.Л., Певницкая Е.В. Изучаю физику на русском языке. Ч.1 Тестовые задания и упражнения к учебному пособию «Механика» - Учебное пособие. – М: изд РУДН, 20011, 26 с.
3. Грачёва О.А., Эльсгольц С.Л., Певницкая Е.В. Изучаю физику на русском языке. Ч. 2 Тестовые задания и упражнения к учебному пособию «Механика» - Учебное пособие. – М: изд РУДН, 20011, 26 с.
4. Грачева О.А., Белоглазова Л.Б., Копылова П.А., Калинина В.С. Лексико-грамматический минимум в системе упражнений. Классификация. Измерение. Процесс. (Научный стиль речи, технический профиль): учебное пособие по русскому языку для студентов-иностранцев. – 2-е изд, перераб. и доп. – М.: РУДН, - 2015, 36 с.: ил.
5. Грачёва О.А., Эльсгольц С.Л., Певницкая Е.В., Копылова П.А. Русские глаголы в физике: справочник для студентов-иностранцев подготовительных факультетов вузов. – 2-е изд., испр. – М.: РУДН, 2013. – 161 с.
6. Грачёва О.А., Матухин П.Г., Эльсгольц С.Л. Межпредметные ИТ проекты в разработке УПМ по русскому языку для физиков.//Вестник РУДН. Информатизация образования, 2013, №4, стр.27-39.
7. Грачева О.А., Эльсгольц С.Л., Матухин П.Г., Певницкая Е.В., Матяш Г.А. База вопросов, тренажеры, генератор тестов и комплект вариантов по русскому языку как иностранному для иностранных студентов-физиков : электронный информационно-образовательный ресурс. – М.: ИНИМ РАО, 2013 г. [HTTP://www.ofernio.ru/rto_files/ofernio/19358.doc](http://www.ofernio.ru/rto_files/ofernio/19358.doc).
8. Герасимова А.В., Грачева О.А., Завадская О.А., Кузнецова Ю.В., Матухин П.Г., Певницкая Е.В., Ткаченко Д.И. Эльсгольц С.Л. Введение в курс физики. База тестов по русскому языку как иностранному (научный язык физики): электронный информационно-образовательный ресурс. – М.: ИНИМ РАО, 2013 г. [HTTP://www.ofernio.ru/rto_files/ofernio/19355.doc](http://www.ofernio.ru/rto_files/ofernio/19355.doc)



9. Ефремов А.П. и др. Механика. Учебн. пособие. – М: изд РУДН, 2008.
10. Матухин П.Г., Эльсгольц С.Л., Провоторова Е.А. Wiki-проекты на облачной платформе OneDrive как компоненты BYOD онлайн-технологий образовательной языковой и предметной адаптации иностранных студентов// Мат.XII Межд. научно-практ. конф. "Проблемы непрерывного образования", Липецкий гос.-пед. Унив., 23-24 мая 2014 г.
11. Матухин П.Г., Грачева О.А., Эльсгольц С.Л., Певницкая Е.В. Табличная организация образовательного контента как основа BYOD комплекса поддержки и контроля обучения иностранных студентов физике и русскому языку физики на базе облачного ресурса MS OneDrive// Труды Международной научно-практической конференции «Информатизация инженерного образования» ИНФОРИНО-2016. – М.: МЭИ, 1916 г.
12. Эльсгольц С.Л., Певницкая Е.В., Матухин П.Г. Разработка медиакомплекса по физике с элементами образовательной адаптации студентов-иностранцев на факультете русского языка и общеобразовательных дисциплин с применением технологии wiki-проектирования. // Международное образование и сотрудничество. Сб. мат. IV Межд. Научн.-практ.конф. «Профессионально направленное обучение русскому языку иностранных граждан». – М.: МАДИ, 2015 г. – Том 3, с. 278-280.
13. Эльсгольц С.Л., Провоторова Е.А., Матухин П.Г., Грачева О.А., Певницкая Е.В. Перспективы использования BYOD-технологий в WIKI-проектах для образовательной, языковой, предметной и ИТ-адаптации иностранных студентов. // Международный научно-практический семинар "Преподавание общеобразовательных предметов на русском языке в иноязычной аудитории". Сборник материалов. ИРЯиК МГУ им. М.В.Ломоносова, 22 мая 2014 г. - М.: Ред.-изд. совет ИРЯиК МГУ, 2014. - С.148-157.

УДК 371.14 + 37.02 + 37.04 + 159.9

ДИСТАНЦІЙНА ФОРМА НАВЧАННЯ: МОТИВАЦІЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ

О.В. Грицук¹, Ю.В. Грицук²

¹кандидат психологічних наук, доцент кафедри англійської філології, перекладу та психології, Горлівський інститут іноземних мов Державного вищого навчального закладу «Донбаський державний педагогічний університет», м. Бахмут, Україна, e-mail: oxana.gri@gmail.com

²кандидат технічних наук, доцент кафедри загальної інженерної підготовки, Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Краматорськ, Україна, e-mail: yuri.gritsuk@gmail.com

Анотація. В роботі розглянуто проблематика зміни навчальної мотивації здобувачів вищої освіти при використанні дистанційної форми навчання. Визначено причини її зниження та запропоновано шляхи підвищення позитивної мотивації.

Ключові слова: мотивація, освіта, дистанційна освіта, інформаційні технології, Інтернет-технології.



DISTANCE LEARNING: MOTIVATION OF APPLICANTS OF HIGHER EDUCATION AND WAYS OF ITS IMPROVEMENT

Oksana Hrytsuk¹, Yurii Hrytsuk²

¹PhD, Associate Professor of English Philology, Translation and Psychology Department, Horlivka Institute for Foreign Languages of State Higher Educational Institution "Donbass State Pedagogical University", Bakhmut, Ukraine, e-mail: oxana.gri@gmail.com

²PhD, Associate Professor of General Engineering Training Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Kramators'k, Ukraine, e-mail: yuri.gritsuk@gmail.com

Abstract. In this work the problems of changes in academic motivation of seekers of higher education when used distance learning are considered. The causes of its reduction are determined and the ways of increasing the positive motivation are proposed.

Keywords: *motivation, education, distance education, information technologies, Internet technologies.*

Вступ. Соціальні реформи в Україні, у тому числі й у галузі освіти, зумовлюють перебудову методів та підходів до підготовки здобувачів вищої освіти. Особливого значення набуває такий аспект освіти, як самостійна підготовка студентів до навчальних занять, до виконання ними професійної діяльності. Майбутні фахівці мають вміти швидко адаптуватись до вимог майбутнього місця роботи, вирішувати професійні питання, вносити корективи для покращення ефективності праці, бути творчими особистостями. Найбільш ефективному вирішенню поставлених завдань на сучасному етапі відповідає система дистанційної освіти.

Згідно наказу МОНУ [1] під дистанційним навчанням розуміється «індивідуалізований процес набуття знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини, який відбувається в основному за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників навчального процесу у спеціалізованому середовищі, яке функціонує на базі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій».

Дистанційне навчання передбачає застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій за певними освітніми або освітньо-кваліфікаційними рівнями відповідно до державних стандартів освіти. Ця форма навчання відкриває можливості для залучення в освітній процес широких верств населення незалежно від статі, раси, національності, соціального і майнового стану, роду та характеру занять, світоглядних переконань, стану здоров'я, місця проживання відповідно до здібностей людини.

Одним з найважливіших завдань освітнього закладу є підготовка фахівців, які здатні до саморозвитку, постійного удосконалення в професійній



діяльності, самостійної організації власної діяльності, засвоєнню інформаційних технологій, що дозволяє покращувати рівень своїх знань та умінь в процесі навчання та в подальшій роботі. Дистанційна форма навчання, звичайно, сприяє розвитку професійних компетенцій, але за умови наявності високого рівня розвитку навчальної мотивації.

Мета роботи. Метою роботи є дослідження особливостей навчальної мотивації студентів дистанційної форми навчання та шляхів її формування.

Матеріал та результати досліджень. Навчальна мотивація представляє вид мотивації, що займає практично всі роки становлення особистості. Вона має складну структуру. У якості її компонентів виступають мотиви навчальної діяльності, потреби, цілі, установки, почуття обов'язку, інтереси. Важливі такі характеристики навчальної мотивації, як її стійкість, зв'язок з рівнем інтелектуального розвитку і характером навчальної діяльності.

Позитивна навчальна мотивація сприяє психічному, особистісному, інтелектуальному розвитку здобувачів вищої освіти [2]. Вона виникає тільки у ході виконання студентами активної навчальної діяльності. Завдяки розвитку мотивації ефективніше відбувається формування компонентів професійної діяльності та підготовка майбутніх спеціалістів до її виконання.

Практично весь навчальний матеріал здобувачі вищої освіти опрацюють і засвоюють самостійно. Особливості дистанційної форми освіти вимагають від них достатньої сили волі, самоорганізації, відповідальності і самоконтролю, але не завжди студенти здатні підтримувати потрібний темп навчання. Їм треба бути особливо вмотивованими, оскільки процес безпосереднього спілкування викладача зі студентами обмежений.

Основними факторами, що впливають на формування позитивної стійкої мотивації здобувачів вищої освіти до навчальної діяльності, є наступні: зміст навчального матеріалу, організація навчальної діяльності, колективні форми навчальної діяльності, оцінювання навчальної діяльності, стиль педагогічної діяльності викладача, усвідомлення студентами найближчих і кінцевих цілей навчання, а також теоретичної й практичної значущості засвоєних знань, професійна спрямованість навчальної діяльності, проблемне навчання [3]. Студентів спонукають учитись потреба у знаннях, допитливість, прагнення пізнати нове. Вони отримують задоволення від накопичення своїх знань при засвоєнні нового матеріалу; мотивація учіння відбиває стійкі пізнавальні інтереси. Специфіка мотивації навчальної діяльності залежить от особистісних особливостей студентів, наприклад, від потреби у досягненні успіху, стійкості до невдач і т. п. Виходячи з цього, пропонується використовувати наступні шляхи формування навчальної діяльності здобувачів вищої освіти дистанційної форми навчання (деякі з них будуть притаманні і при здійсненні освіти з використанням масових відкритих онлайн-курсів

(MOOC's)):

1) чітка організація навчального процесу з прозорими і зрозумілими вимогами, що ставляться перед студентами. Вони повинні мати вільний доступ до навчально-методичних матеріалів викладачів з певної навчальної дисципліни (робочих програм, конспектам лекцій, практичних і лабораторних завдань, завдань для самостійної роботи, рекомендованих літературних джерел, запитань для контролю та самоконтролю тощо). Важливо, щоб студенти мали можливість працювати з електронною бібліотекою як елементом інформаційного середовища дистанційної освіти;

2) застосування рейтингової системи. Увесь навчальний курс поділяється на модулі, що оцінюються викладачем. Здобувачі бачать кількість власних набраних балів за кожний модуль і за кожне завдання, а також бали інших студентів. Також вони мають можливість покращувати власний результат. Має бути заздалегідь визначена кінцева дата остаточного варіанту вирішення запропонованих завдань. За допомогою рейтингової системи студенти можуть постійно контролювати і оцінювати власні досягнення;

3) робота в чаті і на форумі викладача зі студентами на базі середовища MOODLE. На форумі обговорюються питання, заздалегідь відомі студентам. Проблемні питання з навчальної дисципліни розміщуються викладачем на форумі. Надається декілька днів для відповідей на питання та їх обговорення студентами. Потім викладач підводить підсумки обговорення питання і аналізує відповіді студентів, розмістивши їх у форумі. У чаті переважно вирішуються поточні проблеми, що виникли у студентів під час опрацювання певної теми;

4) використання групових форм роботи. Викладач створює мікрогрупи серед студентів і дає їм завдання. Їх пропонується представити за допомогою онлайн-дошок, спільної онлайн-роботи над документами тощо. Робота у співпраці дозволяє відпрацьовувати вміння розуміти і оцінювати дії інших учасників групової роботи, регулювати свої дії згідно з вимогами інших людей і умовами завдання, відстоювати власну точку зору, що є умовою засвоєння навчальної інформації;

5) проведення Інтернет-конференцій з певної науково-практичної проблеми. Студенти готують доповіді, у тому числі, відеодоповіді, презентації, а потім розташовують їх на спеціальному сайті у відкритому доступі для обговорення серед учасників конференції. Найкращі доповіді пропонується рекомендувати до публікації у періодичному виданні з певної галузі науки. Зв'язок теоретичних знань і практичних вмінь стимулюють студентів до підвищення їх пізнавальної активності;



б) проведення вебінарів, онлайн-семінарів та веб-квестів з залученням до цього виду роботи студентів з інших навчальних закладів, зокрема, зарубіжних. Учасникам цих форм роботи дається можливість голосових повідомлень, а також задавання питань онлайн і через чат. Такі Інтернет-технології відкривають нові цікаві можливості для навчання і ділового віртуального спілкування.

Висновки. Таким чином, на основі теоретичного дослідження проблеми можна зробити наступні висновки:

1. дистанційна форма навчання сприяє розвитку професійних компетенцій, але за наявності високого рівня розвитку навчальної мотивації;
2. позитивна навчальна мотивація виникає у ході виконання студентами активної навчальної діяльності;
3. впровадження в освіту технологій дистанційного навчання розширить збільшить можливості комунікації студентів і викладачів, а отже, сприятиме зростанню мотивації здобувачів вищої освіти до навчання, оптимізує процес навчання, посилить їх творчу самореалізацію.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наказ міністерства освіти і науки України № 466 від 25.04.2013 «Про затвердження Положення про дистанційне навчання» – [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13>
2. Маркова А. К. Проблема формирования мотивации учебной деятельности / А.К. Маркова // Советская педагогика. – 1979. – № 11. – С. 63-71.
3. Ильин Е. П. Мотивация и мотивы / Е. П. Ильин. – СПб. : Питер, 2002. – 512 с.

УДК 378.147.88 : 004

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНКУРСА GOOGLE ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

А.Г. Дубинский¹

¹кандидат технических наук, доцент кафедры медико-биологической физики и информатики, Государственное учреждение «Днепропетровская медицинская академия МОЗ Украины», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: dubinsky@ukr.net

Аннотация. Корпорация Google с 2008 года проводит международные соревнования для студентов Google Online Marketing Challenge. Студенческие команды создают рекламные кампании в Google Adwords для привлечения посетителей на выбранный сайт. В ходе выполнения заданий конкурса студенты получают практические навыки в сфере интернет-маркетинга. Организация командной работы позволяет получить опыт проектной работы в группе. Участие в конкурсе помогает хорошо мотивированным студентам расширить свой кругозор и лучше подготовиться к реальной работе после окончания



вуза. Подобные соревнования позволяют добавить в процесс обучения реальные практические кейсы, а также помогают укреплять связи высшего образования с бизнесом. Внедрение таких конкурсов в процесс обучения полезно для модернизации системы высшего образования.

Ключевые слова: Google Online Marketing Challenge, конкурс, Google Adwords, интернет-маркетинг, самостоятельная работа студента, информационные технологии.

THE POSSIBILITIES OF USING THE GOOGLE ONLINE MARKETING CHALLENGE FOR HIGHER EDUCATION

Alexey Dubinsky¹

¹Ph.D., Associate Professor of Department of Medical-biological Physics and Informatics, State Establishment "Dnipropetrovsk Medical Academy", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: dubinsky@ukr.net

Abstract. The Google Inc. from 2008 provides the Google Online Marketing Challenge - worldwide student competition. Student teams create the advertising campaigns in Google Adwords for attract visitors to the selected site. In the weeks of Challenge, students acquire the practical skills in the field of internet marketing. The team work allows gaining experience of project work in the group. The contest participants can to broaden their horizons and to better prepare for the real work after graduation. Such competitions allow adding the real practical cases to the education process. And also help to connect the higher education institutions to the business companies. Implementation of such competitions in the teaching process is useful for the modernization of the higher education system.

Keywords: Google Online Marketing Challenge, Google Adwords, internet marketing, independent work of student, information technologies.

Введение. Восьмой год подряд корпорация Google проводит международный конкурс Google Online Marketing Challenge [1]. Более ста тысяч студентов из ста стран мира принимали в нем участие. В 2016 году студенты вузов Украины вновь получили право участвовать в этом конкурсе.

Студенческие команды могут включать от трех до шести человек. Все они должны быть студентами. В команде могут быть студенты разных вузов. Личность капитана студенческой команды подтверждает преподаватель. Преподаватель должен заранее пройти регистрацию на сайте конкурса и предоставить доказательства, что он работает в этом вузе. Количество команд-участников у преподавателя ограничено.

Цель работы – проинформировать студентов и преподавателей о конкурсе компании Google; разъяснить какую пользу от участия в конкурсе получает каждая из вовлеченных сторон; показать, как участие в конкурсе может быть включено в учебный процесс.

Основная часть. Главная часть конкурса состоит в создании маркетинговых кампаний в интернет с помощью Google AdWords и Google+. Основными стейкхолдерами (заинтересованными сторонами) являются: студенты – члены команд, представители бизнеса – сотрудники продвигаемых сайтов, преподаватели, курирующие работу команд и сама корпорация Google (точнее подразделение Google AdWords).

Со стороны бизнеса в проекте принимают участия лица, ответственные за онлайн-маркетинг и привлечение посетителей на сайт. Это может быть сотрудник отдела маркетинга или специалист по интернет-продажам. В малом бизнесе часто нужно общаться непосредственно с предпринимателем-собственником. Бизнес получает возможность проверить действенность инструментов Google AdWords и оценить эффективность их использования для привлечения новых клиентов. Разрешено участие и для некоммерческих организаций.

При этом не нужно вкладывать средства в настройку рекламной кампании и оплачивать ее проведение. Расходуется только время выделенного сотрудника на общение со студентами – участниками конкурса. При хорошей работе студентов, представители бизнеса дают позитивные отзывы и пересматривают свою стратегию продвижения в сети.

Студенты получают знания основ интернет-маркетинга, в первую очередь о методах продвижения сайтов с помощью контекстной рекламы, учатся создавать и настраивать рекламные кампании Google AdWords. Полученные навыки могут стать первым шагом для приобретения квалификации интернет-маркетолога, специалиста по контекстной рекламе. Заинтересованные студенты могут сделать этой своей дополнительной профессией для работы в частном порядке (фриланс, неполная занятостью) во время продолжения обучения по своей основной специальности.

Студенты обычно удовлетворены своим участием в конкурсе. Воодушевление вызывает работа в реальном, а не в учебном проекте – с реальными деньгами для потребностей реальных бизнес-клиентов [2]. По результатам опроса, наиболее удобны команды из четырех участников.

Корпорация Google ежегодно получает множество новых клиентов – владельцев сайтов, которые убедились в эффективности использования контекстной рекламы. Несколько тысяч новых студентов осваивают технологии Google AdWords и становятся активными сторонниками, пропагандируя их использование. Также в целом в академической среде формируется доброжелательное отношение к компании, предоставляющей интересную возможность для выхода за рамки традиционного обучения.

Преподаватели получают возможность показать своим студентам реальные задачи, возникающие при использовании современных интернет-

технологий для решения задач маркетинга и рекламы. Участие в конкурсе может быть предложено как один из вариантов выполнения традиционной внеаудиторной самостоятельной работы студентов [3] в рамках курсов, которые связаны с изучением информационных технологий или экономики и маркетинга.

Поскольку компания Google не ставит ограничений на специальность студентов и курс обучения, в соревнованиях могут участвовать студенты любых специальностей, для которых предметы информатики или управления и экономики не являются профилирующими.

Для вуза в целом конкурс помогают продемонстрировать высокий уровень обучения и дают возможность упрочить связи высшего образования с бизнесом. Преподаватель также укрепляет свои контакты в бизнес-среде, поскольку обычно именно преподаватель занимается поиском заинтересованных бизнес-участников.

Процедура проведения конкурса достаточно хорошо отработана. Установлены временные рамки для регистрации преподавателей вузов и студентов – капитанов и членов команд. Определены форматы документов – отчетов о запланированной и проделанной работе.

Студенческая команда начинает с подготовки стратегии продвижения сайта-клиента. Описание стратегии сохраняет в предварительном отчете. После проведения кампании команда обрабатывает результаты и готовит второй, финальный отчет. В документации конкурса указаны формальные и содержательные требования к представленным отчетам. Дан список обязательных сведений, которые должны быть освещены в отчете и указаны баллы, присуждаемые за все компоненты отчетов. Отчет может быть представлен на любом из 16 языков, в том числе на русском.

На основе оценки успеха проведенной рекламной кампании и качества представленных отчетов выбираются региональные и глобальные победители конкурса. Отчеты победителей прошлых лет доступны участникам следующих соревнований.

Для эффективной работы необходимо правильно организовать взаимодействие студентов в команде. Это особенно важно, когда студенты обучаются в разных группах на разных факультетах. В этом случае необходимо наладить интернет-общение с помощью общего чата.

В 2016 году от Днепропетровской медицинской академии в конкурсе участвуют три команды. Одна из них включает студентов старших курсов, которые уже принимали участие в конкурсе несколько лет назад. Результаты соревнования будут известны летом.

Выводы. Участие во всемирном конкурсе Google Online Marketing Challenge – это хороший способ привнести в программу обучения реальные



кейсы в области применения современных интернет-технологий для решения практических бизнес-задач. Все заинтересованные вовлеченные стороны (студенты, преподаватель и вуз, владельцы продвигаемых сайтов) получают свою пользу от этого конкурса. Принимать участие в конкурсе будет полезно всем вузам, студенты которых изучают информационные технологии и/или экономику и маркетинг. Рекомендую преподавателям и студентам в следующем учебном году присоединиться к соревнованию.

Примеру корпорации Google стоит следовать всем глобальным компаниям, ориентированным на массовый рынок. Будет крайне полезно найти/организовать другие подобные конкурсы, в которых не требуются глубокие знания от участников, где обладающие только базовым уровнем компетенции студенты смогут принимать участие и овладевать новыми умениями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Miko J. The Google Online Marketing Challenge: Real Clients, Real Money, Real Ads and Authentic Learning //Information Systems Education Journal.–2014.–Vol.12.–№.6.–p.45.
2. Дубинский А. Г. Способы организации самостоятельной работы студентов при изучении информационных технологий / А. Г. Дубинский, С. Н. Стадниченко // Вісн. Луган. нац. ун-ту ім. Т. Шевченка. Пед. науки. - 2012. - № 15, ч. 3. - С. 5-11.
3. Lang G., Ceccucci W. Working with Real Companies, Making a Real Impact: Student Perspectives on the Google Online Marketing Challenge //Information Systems Education Journal. – 2014. – Vol. 12. – №. 3. – p. 18.

УДК 004.92:372.862

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТУ HTML5 CANVAS ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ

Г.М. Кодола¹, Н.С. Волинець²

¹викладач кафедри інформаційних систем, Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпропетровськ, e-mail: gkodola@gmail.com

²викладач кафедри інформаційних систем, Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпропетровськ, e-mail: nm80@mail.ru

Анотація. В роботі викладений досвід проведення лабораторних робіт з курсу «Комп'ютерна графіка» з використанням елементу HTML5 Canvas. Обґрунтовано доцільність використання саме цієї технології. Були показані основні переваги для використання в учбових цілях.

Ключові слова: комп'ютерна графіка, лабораторні роботи, HTML5, CANVAS.



EXPERIENCE USING ELEMENTS OF HTML5 CANVAS FOR LAB WORKS WITH COMPUTER GRAPHICS

Galyna Kodola¹, Natalya Volynec²

¹Lecturer, Department of Information Systems of the State Higher Educational Institution "Ukrainian State Chemical Technology University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: gkodola@gmail.com

²Lecturer, Department of Information Systems of the State Higher Educational Institution "Ukrainian State Chemical Technology University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: nm80@mail.ru

Abstract. This paper describes the experience of laboratory work on the course "Computer Graphics" using HTML5 Canvas element. It justifies the use of this technology. There were shown the main advantages for usage in the educational purposes.

Keywords: *computer graphics, laboratory work, HTML5.*

Вступ. Головною ціллю інженерної освіти є підготовка спеціалістів, що мають високий рівень професійної кваліфікації, компетентності в обраній справі і комплексом особових якостей, що актуальні в сучасних умовах інформатизації професійної діяльності, що представляють собою соціальну значимість.

Ефективна реалізація кожного виду майбутньої професійної діяльності випускників технічних вузів потребує високого рівня обізнаності в нових технологіях. Якість цієї обізнаності покликаний підвищити курс «Комп'ютерна графіка».

Сучасна комп'ютеризована підготовка в моделюванні графічних елементів є важливою складовою вмінь майбутніх спеціалістів в області комп'ютерних технологій. В значній мірі зросла потреба в спеціалістах, які здатні проявити творчість у рішенні інженерно-графічних задач, що стосуються візуалізації і графічного оформлення програм.

Ціль роботи. Згідно «Освітньо-кваліфікаційної характеристики бакалавра з напрямку «Комп'ютерні науки» [1], метою навчальної дисципліни «Комп'ютерна графіка» є ознайомлення студентів із принципами побудови сучасних графічних систем, опанування алгоритмічних основ дво- та тривимірної графіки, набуття навичок створення графічних зображень за допомогою графічних редакторів.

Завданням дисципліни є опанування алгоритмів і сучасних програмних засобів обробки графічних зображень.

Лабораторні роботи покликані навчити студентів застосовувати дво- і тривимірне моделювання в графічних редакторах, використовувати сучасні

програмні засоби для розв'язання інженерних задач геометричного моделювання, розробляти інтерактивні графічні додатки.

Перед викладачем постає питання – які програмні засоби обрати для проходження практичної частини курсу.

За своїм «професійним» призначенням засоби комп'ютерної графіки та анімації можна поділити на такі групи: пакети комп'ютерної графіки для поліграфії; програми двовимірної комп'ютерної живопису; презентаційні пакети; програми двовимірної анімації, що використовуються для створення динамічних зображень і спецефектів у кіно; програми для двовимірного і тривимірного моделювання, що застосовуються для дизайнерських і інженерних розробок; пакети тривимірної анімації, що використовуються для створення рекламних і музичних кліпів і кінофільмів; комплекси для обробки відеозображень, необхідні для накладення анімаційних спецефектів на відеозапис; програми для наукової візуалізації. Програми комп'ютерної графіки та анімації представляють професійний інтерес для художників і дизайнерів, поліграфістів і кінематографістів, розробників комп'ютерних ігор і творців освітніх програм, кліп-мейкерів і вчених, а також будь-яких фахівців, яким необхідно створювати, використовувати і обробляти найрізноманітніші зображення.

Матеріал і результати досліджень. Для вивчення та практичного опанування даного курсу існує велика кількість програм комп'ютерної графіки і анімації, таких як Aobe Photoshop, 3D Studio MAX, Maya, Corel Draw, Adobe Flash та інші. Більшість таких продуктів є комерційними та пред'являють високі вимоги до технічних характеристик комп'ютерів, тому студенти не завжди мають можливість використовувати їх на домашньому комп'ютері.

В розвитку сучасного суспільства інформаційно-комунікаційні технології відіграють зростаючу роль. З'являються нові апаратні і програмні засоби, а ті, що були створені раніш, вдосконалюються, надаючи все нові і нові можливості. Процес вдосконалення торкнувся і мови HTML, остання специфікація якого була оприлюднена 24.12.1999 р. [2]. Період, що пройшов з того часу був насичений появою різних технологічних розробок: насичені інтернет-додатки (RIA), технології Microsoft Silverlight, Adobe Flex для створення RIA, JavaScript і бібліотеки для нього, які дозволили підняти програмування цією мовою на новий рівень, і т.д. Мова HTML за цей час не змінювалась. Роботи в напрямку мови HTML5 були спричинені тим, що можливості HTML4.01 не враховували усіх сучасних тенденцій, що відбулись у Web. Зараз майже всі браузерери підтримують мову HTML5.

В стандарт HTML5 включено багато нових елементів, що враховують напрямку розвитку web-додатків [3]. Підтримка мультимедіа є важливою складовою нового стандарту. Виникнення елемента Canvas спричинило

«революцію» у використанні малювання на HTML-сторінках. Елемент Canvas (від англ. canvas – «полотно»), що використовується разом з мовою програмування JavaScript надає широкі можливості для розробників різних web-додатків, включаючи ігри, освітні ресурси, побудову графіків і анімації [4]. Тому цей елемент доцільно використовувати при виконанні лабораторних робіт з курсу «Комп'ютерна графіка».

На рисунку 1 приведений простий приклад відображення Canvas в html-документі, який будує відрізок:

```
1 <!DOCTYPE HTML>
2 <html>
3   <head>
4   </head>
5   <body>
6     <canvas id="myCanvas" width="578" height="200"></canvas>
7     <script>
8       var canvas = document.getElementById('myCanvas');
9       var context = canvas.getContext('2d');
10      context.beginPath();
11      context.moveTo(100, 150);
12      context.lineTo(450, 50);
13      context.stroke();
14    </script>
15  </body>
16 </html>
```

Рисунок 1 – Приклад використання елементу Canvas для побудови відрізка

Використання Canvas дозволяє оволодіти такими навичками:

- створення та модифікація 2D-креслень, тексту і растрових зображень;
- використання математичних алгоритмів в основі руху і фізичних взаємодій;
- інтеграція та управління відео та аудіо додатків;
- побудова базової основи для створення різноманітних ігор;
- використання растрових зображень і листів плитки (тайлова графіка) для розробки анімованої ігрової графіки;
- проводити дослідженнями використання Canvas для побудови 3D і багатокористувацьких ігрових додатків.

Web-технологія дозволяє не лише представити результати своєї діяльності на широкий загал в мережі Інтернет, але і створити таку сторінку в рамках локальної мережі вузу і переглядати її на будь-якому комп'ютері без підключення до Інтернету.

Таким чином, розробка курсу лабораторних робіт засобами HTML5 Canvas є, безумовно, актуальною.



В межах курсу «Комп'ютерна графіка» для студентів спеціальності «Інформаційні управляючі системи та технології» на кафедрі «Інформаційні системи» УДХТУ були розроблені індивідуальні завдання до лабораторних робіт з комп'ютерної графіки та приклади їх виконання, які базуються на застосуванні елементу Canvas, що відноситься до нового стандарту HTML5.

Була розроблена структура, зміст і тематичне планування навчання роботи з елементом HTML5 Canvas. Ціль лабораторних робіт: сформувати навички малювання графічних об'єктів за допомогою Canvas.

Кожна лабораторна робота складається з двох частин – теоретичної і практичної. Теоретична частина містить матеріал, необхідний для виконання лабораторної роботи. Розглядаються методи малювання графічних примітивів, визначення, якими планується оперувати в даній лабораторній роботі. Практична частина передбачає виконання індивідуального завдання.

Висновок. Під час виконання лабораторних робіт студенти набувають таких вмінь і навичок:

- знайомство з графічним API;
- відтворення примітивів;
- перетворення координат;
- побудова графіку функції;
- попіксельна обробка зображень;
- побудова анімаційного зображення;
- відтворення найпростіших тривимірних об'єктів;
- інтерактивна графіка;

Досвід проведення лабораторних робіт з використанням нових технологій показав, що застосування елементу Canvas надає такі переваги:

- можливість виконувати лабораторні роботи на будь-якому комп'ютері, для розробки необхідні лише браузер та текстовий редактор;
- необхідне лише вільне програмне забезпечення;
- висока зацікавленість студентів до нових технологій;
- велика кількість суміжних тем, які можна використовувати як теми для курсових, дипломних робіт.

ЛІТЕРАТУРА

1. Галузевий стандарт вищої освіти України з напряму підготовки 6.050101 "Комп'ютерні науки": Збірник нормативних документів вищої освіти. – К.: Видавнича група ВНУ, 2011. – 85 с.

2. HTML 4.01 Specification. [Електронний ресурс] – Режим доступу: – <https://www.w3.org/TR/html401/cover.html> – Дата звернення: 04 травня 2016.



3. HTML 5.1. [Електронний ресурс] – Режим доступу: – <https://w3c.github.io/html/>
– Дата звернення: 04 травня 2016.
4. Fulton S., Fulton J. HTML5 Canvas. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc., 2011. – 749 p.

УДК 378:512:004

ПРОПЕДЕВТИКА МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В КУРСІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

О.Е. Корнійчук

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри вищої та прикладної математики, Житомирський національний агроекологічний університет, м. Житомир, Україна, e-mail: elena.k.02@i.ua

Анотація. У статті обґрунтовано необхідність і можливість засвоєння студентами нематематичних спеціальностей основ математичного моделювання, починаючи з перших етапів університетської освіти, в процесі навчання вищої математики. Демонструється взаємозв'язок лінійної алгебри, задач лінійного програмування та систем комп'ютерної математики.

Ключові слова: лінійна алгебра, лінійне програмування, задача оптимізації, модель, математичне моделювання, прийняття рішення, системи комп'ютерної математики, MathCad, табличний процесор Excel.

PROPEDEUTICS OF MATHEMATICAL MODELING IN THE COURSE OF HIGHER MATHEMATICS

Olena Korniiichuk

Ph.D., Associate Professor of Higher and Applied Mathematics, Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, Ukraine, e-mail: elena.k.02@i.ua

Abstract. In the article the necessity and possibility of mastering by students non-mathematical specialties basic knowledge on mathematical modeling, beginning with the first stages of University Education in learning higher mathematics. Is demonstrated interconnection - linear algebra, linear programming, systems of computer mathematics.

Keywords: linear algebra, linear programming, optimization task, model, mathematic modelling, decision-making, systems of computer mathematics, MathCad, Excel spreadsheet.

Вступ. Інформатизація освіти, яка торкається практично кожного аспекту організації навчання – від галузевих стандартів і навчальних планів до формування необхідного рівня професійної культури всіх учасників освітнього процесу, по суті, створює новий спосіб пізнання. Зміст навчання вищої математики має враховувати той матеріал, що є, з одного боку, принципо-



вим й характерним для використання математичних методів майбутніми інженерами, технологами або менеджерами за умов широкого використання комп'ютерних технологій, а з іншого – доступним для розуміння студентами та цікавим для самостійного опрацювання.

Забезпечення узгодженої роботи та взаємодії колективів людей, комплексів оснащення й обладнання вимагає ретельного вивчення сукупності методів і підходів щодо пошуку та підготовки ефективних рішень. Науковий напрям, що надає кількісні основи для прийняття рішень, отримав назву «дослідження операцій». Етапи дослідження: *побудова математичної моделі явища (операції) → аналіз моделі → реалізація результатів дослідження*.

Для побудови моделей та їх розв'язання необхідні певні статистичні й математичні методи, а також системи комп'ютерної математики (СКМ).

Критерієм існування такого наукового напрямку є комплексний підхід до поставлених задач, співпраця і порозуміння спеціалістів різних галузей (математиків, економістів, інженерів, операторів, екологів, агрономів, експертів, бухгалтерів, менеджерів). Тому володіти методами математичного моделювання потрібно всім, хто задіяний в організації виробництва [1].

Водночас існує проблема сприйняття та усвідомлення студентами дисциплін, сутність і тематика яких споріднена: «Математичне моделювання систем та процесів», «Математичні методи і моделі», «Дослідження операцій», «Математичне програмування», «Методи оптимізації», «Моделювання і прогнозування стану довкілля», «Оптимізація виробничих процесів» тощо. Неприйняття, не усвідомлення та, як наслідок, незнання сутності зазначених дисциплін відбувається на завершальному етапі навчання в університеті (9-10 семестр).

Актуальними завданнями математичної освіти і вищої школи виступають мотивація вивчення та активізація математичних знань студентів для майбутньої професійної діяльності, не лякаючи тих, хто не уявляв і не розглядав математику в якості необхідного робочого інструменту щодо обраної спеціалізації [2; 3]. Зокрема, подання прийомів і методів математичного моделювання має відбуватись у популярній і доступній формі з перших курсів навчання, буквально з перших лекцій курсу вищої математики та лабораторних занять з інформатики та комп'ютерної техніки [4; 5].

Математичний аспект має бути обов'язковим у широкому контексті процесу прийняття рішень. Проте для побудови математичної моделі необхідні такі статистичні відомості та економічні показники, які б реально характеризували результати дослідницької чи господарської діяльності. Комп'ютерні технології допомагають розглядати різноманітні математичні

моделі, виявляти сутність варіативних результатів аналізу практичних ситуацій, що дає студентам не тільки основу для розуміння математичних методів, а й розуміння можливостей їх застосування. Проте, доки не побудована математична модель практичної задачі, проблеми, процесу, не можна й говорити про використання комп'ютерних технологій!

Розв'язання практичних задач за допомогою комп'ютера вимагає:

- уміння будувати й досліджувати математичні моделі;
- знання загальних правил подання математичного об'єкту у вигляді, що задовольняє вимогам комп'ютерного дослідження математичної моделі;
- знання структури оптимізаційних математичних моделей; уміння застосовувати методи оптимізації.

Такий підхід було визначено у 80-х рр. минулого століття як перспективний напрям розвитку загальноосвітньої математичної підготовки. З метою економічного виховання старшокласників пропонувалося методичне удосконалення традиційних розділів математики і посилення прикладного спрямування навчання, зокрема розв'язування задач лінійного програмування графічним та симплексним методами.

Метою даної роботи є розкриття необхідності та можливості пропедетики математичного моделювання при вивченні методів вищої математики, зокрема, ознайомлення студентів з елементами і задачами лінійного програмування, їх розв'язання засобами комп'ютерної математики, що суттєво підвищує рівень вмотивованості навчання та математичної культури, розширює кругозір, орієнтує на успішну професійну діяльність.

Виклад матеріалу. Алгебра матриць широко використовується для моделювання наукових досліджень. Це питання постало особливо актуальним у програмуванні, при розробці й використанні баз даних: при роботі з ними майже всі дані зберігаються та обробляються у матричній формі [6; 7].

Розділ курсу вищої математики «Лінійна алгебра» передбачає опрацювання студентами визначників і матриць, їх застосування для розв'язування систем лінійних рівнянь (СЛР). А наслідком засвоєних умінь і навичок має бути дослідження лінійних моделей і розв'язання прикладних задач, що вимагає виконання великих обсягів обчислень. Використовуючи, наприклад, метод оберненої матриці для знаходження розв'язку системи 4-х рівнянь з 4-ма невідомими кращі студенти витрачають біля 30 хвилин і при цьому можуть допустити помилки. А розв'язок СЛР комп'ютерними засобами можливо знайти за 3-4 хвилини.

Завдання. Розв'язати методом оберненої матриці систему лінійних рівнянь (1), яка є математичною моделлю деякого досліджуваного процесу, та зробити перевірку знайденого результату за допомогою засобів комп'ютерної математики.

$$\begin{cases} 2x_1 - 3x_2 + 2x_3 + x_4 = -8 \\ x_1 + 2x_2 + 3x_3 - 2x_4 = 6 \\ 2x_1 - x_2 - 2x_3 - 3x_4 = 8 \\ 3x_1 + 2x_2 - x_3 + 2x_4 = 4 \end{cases} \quad (1)$$

Розв'язання системи (1) засобом *MathCad* подано на рисунку 1.

MathCad – універсальне математичне середовище, яке визнане одним з найкращих для наукових, технічних, інженерних та економічних обчислень. Якщо для введення формул в інших пакетах комп'ютерної математики, а також в електронних таблицях, використовується доволі складний синтаксис, то *MathCad* відрізняється легкістю у засвоєнні його функцій і процедур, можливістю у звичній формі, *ніби з олівцем в руках*, компоувати робочий аркуш. Розв'язуючи задачу в *MathCad*, можна вільно передавати дані у середовище іншого додатка, зокрема інтегруватися з *Word* та *Excel*.

$$A := \begin{pmatrix} 2 & -3 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & -2 \\ 2 & -1 & -2 & -3 \\ 3 & 2 & -1 & 2 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} -8 \\ 6 \\ 8 \\ 4 \end{pmatrix} \quad X := A^{-1} \cdot B$$
$$A^{-1} = \begin{pmatrix} 0.111 & 0.056 & 0.111 & 0.167 \\ -0.167 & 0.111 & -0.056 & 0.111 \\ 0.111 & 0.167 & -0.111 & -0.056 \\ 0.056 & -0.111 & -0.167 & 0.111 \end{pmatrix} \quad X = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ -1 \\ -2 \end{pmatrix}$$

Рисунок 1 – Розв'язання СЛР у *MathCad*

У галузі освіти система *MathCad* є фактично обов'язковим атрибутом в наборі стандартних пакетів типу текстового редактора *Word*, табличного процесора *Excel*, системи управління базами даних *Access*, що забезпечують комп'ютерну підтримку навчального процесу.

MS Excel – редактор електронних таблиць, що містить велику кількість вбудованих функцій (алгебраїчних, фінансових, статистичних), дає змогу проводити розрахунки з великими масивами даних, операції з матрицями, табулювання функцій, створювати динамічні діаграми, моделювати й досліджувати різноманітні складні фінансово-економічні ситуації.

На рисунку 2 демонструється розв'язання даної системи лінійних рівнянь в *Excel*.

F12	={МУМНОЖ(A11:D14;F4:F7)}					
	A	B	C	D	E	F
1	Матриця коефіцієнтів СЛР A				Стовпчик вільних членів B	
2						
3						
4						
4	2	-3	2	1		-8
5	1	2	3	-2		6
6	2	-1	-2	-3		8
7	3	2	-1	2		4
8	Обернена матриця 1/A				Розв'язок $X = (1/A) \cdot B$	
9						
10						
11						
11	0,111111	0,055556	0,111111	0,166667		1
12	-0,16667	0,111111	-0,05556	0,111111		2
13	0,111111	0,166667	-0,11111	-0,05556		-1
14	0,055556	-0,11111	-0,16667	0,111111		-2
15						

Рисунок 2 – Розв'язання СЛР в Excel

Спорідненим до розділу вищої математики «Лінійна алгебра» є лінійне програмування – метод математичного моделювання, розроблений для оптимізації використання обмежених ресурсів. *Оптимізація* – процес знаходження екстремального значення функції.

На мікрорівні, в процесі управління окремим виробництвом, приймається безліч рішень. Всі вони вимагають аналітичного обґрунтування: ті самі витрати можуть давати різний економічний ефект в залежності від прийнятих рішень. Потрібно підготувати й розглянути різні варіанти рішення та визначити оптимальний. Для цього у 1939 році Л. Канторовичем був розроблений метод лінійного програмування.

Якщо математична модель описує реальні технологічні та економічні процеси, то вона, як правило, може мати сотні й тисячі змінних та обмежень. Тому розв'язання таких задач стало можливим лише за допомогою використання комп'ютерних технологій. Для комп'ютерної реалізації лінійних моделей розроблено універсальний *симплексний* метод. В основі перетворень симплекс-таблиць для знаходження оптимального розв'язку лежить один з методів розв'язання СЛР – метод *Жордана-Гаусса*.

Excel дає змогу моделювати й досліджувати різноманітні виробничі, фінансово-економічні ситуації і здатна задовольнити потреби менеджерів та інженерів, фахівців з маркетингу та банківської справи.

Надбудова Excel містить інструмент «Пошук розв'язку», який дозволяє створювати розрахункові таблиці для пошуку оптимальних розв'язків багатомірних екстремальних задач з обмеженнями. На заняттях з вищої математики з питання «Системи рівнянь і методи оптимізації», студентів можна



ознайомити із загальними задачами лінійного програмування (задача «дієти», про розподіл ресурсів, раціональний розкрій матеріалів, транспортна задача), їх математичними моделями.

Процес формування навичок використання команди «Пошук розв'язку» проілюструємо на прикладі наступної задачі:

«Фірма рекламує свою продукцію, використовуючи телебачення, радіо та газети. Витрати на рекламу в бюджеті фірми обмежені сумою 8000 ум. од. на місяць. Досвід минулих років показав, що 1 ум. од., що витрачена на телерекламу, дає фірмі прибуток у розмірі 10 ум.од., а витрачена на рекламу на радіо та в газетах – відповідно 4 та 8 ум.од. Фірма має намір витратити на теле- та радіо-рекламу не більш як 70 % рекламного бюджету, а витрати на газетну рекламу не повинні більш як удвічі перевищувати витрати на радіо-рекламу. Визначити такий варіант розподілу рекламного бюджету за різними напрямками реклами, який дає фірмі найбільший прибуток від рекламування своєї продукції».

Дана задача відноситься класу *задач лінійного програмування* (ЗЛП): необхідно встановити *план* (програму) випуску продукції (розподілу бюджету), орієнтуючись на *цільову функцію* (найбільший прибуток) і приймаючи до уваги *обмеження* (ресурси, витрати).

Зауваження. «Лінійного» – означає, що цільова функція та обмеження між змінними задачі залежать лінійно у вигляді рівнянь або нерівностей. «Програмування» не має прямого відношення до програмування в сучасному розумінні цього слова. Тут інший зміст: програма – план випуску продукції.

Найбільш простим і наочним методом розв'язання ЗЛП з двома змінними є *графічний метод*. Проте математична модель даної задачі має три змінні: витрати на телебачення, радіо, газети. При цьому цільова функція (2) – найбільший прибуток від реклами:

$$z = 10x_1 + 4x_2 + 8x_3 \rightarrow \max \quad (2)$$

і обмеження витрат на рекламу (3):

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 \leq 8000 \\ x_1 + x_2 \leq 5600 \\ x_3 \leq 2x_2 \\ x_j \geq 0, \quad j = 1..3 \end{cases} \quad (3)$$

Умову задачі подано на робочому аркуші у вигляді таблиці (рис. 3), а числові значення у її виділених клітинках – це отримані результати розрахунків програми.

F9		=	=\$B\$6*\$B\$8+\$C\$6*\$C\$8+\$D\$6*\$D\$8				
	A	B	C	D	E	F	
1	Щомісячний рекламний бюджет, ум.од.-				8000	8000	
2	Теле-та радіореклама не більше 70% бюджету -				5600	5600	
3	Газетна рекл. не перевищує більш як удвічі витрати на радіо					0	
4		Телебачення	Радіо	Газети			
5	Прибуток з 1 ум.од.,						
6	витраченої на рекл.				10	4	8
7	Розподіл рекл.						
8	бюджету, ум.од.				4400	1200	2400
9					Загальний прибуток:		68000
10							
Отчет по пределам 1 Лист1 Лист2							

Рисунок 3 – Робочий аркуш Excel

Заповнення розрахункової таблиці формулами та занесення даних у «цільову комірку», «змінну комірку», «обмеження» вимагає від користувача поглибленого розуміння суті задачі, побудови її математичної моделі, знань можливостей програми Excel (рис. 4).

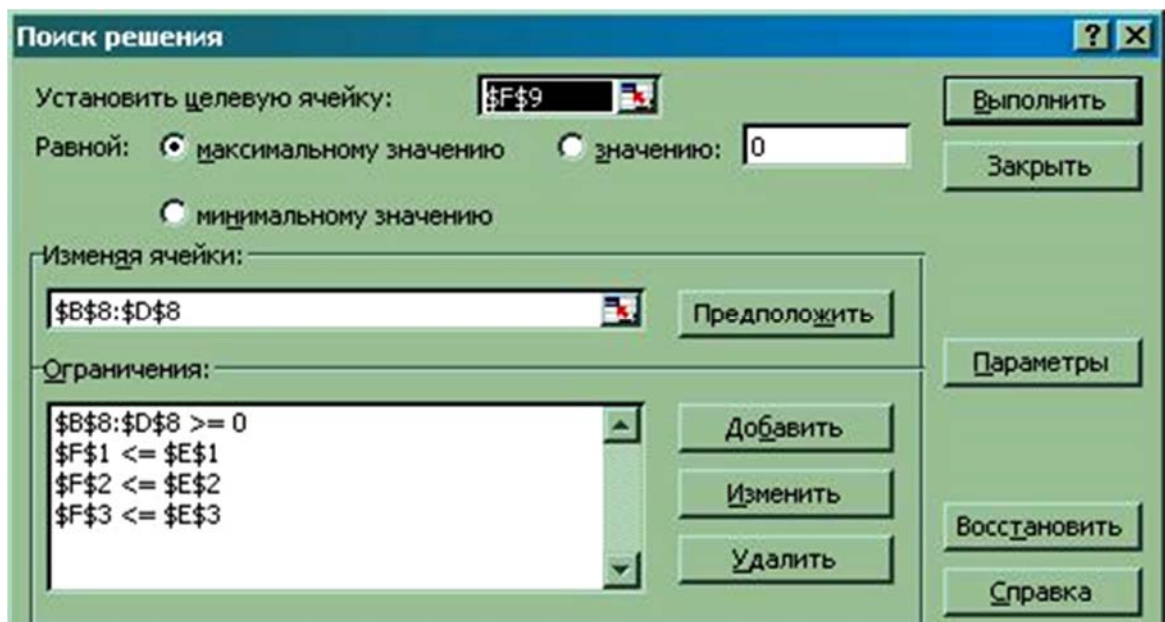


Рисунок 4 – Розрахункова таблиця «Пошук розв'язку»

Після занесення даних і формул до розрахункової таблиці, заповнення комірок «Пошуку розв'язку» заповнюються порожні комірки F1:F3, B8:D8, F9 робочого аркушу (рис. 3). Отже, фірма буде мати найбільший прибуток від



рекламування своєї продукції в розмірі 68 тис. ум. од. за різними напрямками реклами у разі витрат на телебачення 4400 ум. од., радіо – 1200 ум. од., газети – 2400 ум. од. щомісячно.

Дану задачу і, загалом, задачі лінійного програмування зручно розв'язувати за допомогою функції *Maximize(f,X)* або *Minimize(f,X)* у *MathCad* [8].

Якщо мова йде про обчислення, то застосування *Excel* є ефективним засобом для задач будь-якої складності. Проте в тому випадку, коли потрібно отримати аналітичний результат, виникають труднощі.

Для виконання символьних обчислень розроблено низку потужних програмних продуктів: *MathCad*, *Maple*, *MatLAB*, *Mathematica*, *MuPAD*, *Derive*. Це багатофункціональні комп'ютерні середовища з власним набором команд, внутрішньою мовою, засобами анімації. Вони надають інструментарій, необхідний для проведення наукових, технічних, інженерних та економічних досліджень, для роботи з формулами, числовими даними, матрицями, похідними, інтегралами, границями, рядами, графіками та поверхнями [9].

До складу *Maple* входять пакети підпрограм для розв'язання задач лінійної оптимізації (симплекс-метод) та задач фінансової математики.

Зауважимо, що розробники пакетів *MatLAB* і *MathCad* (з V5 по V13) використовують символьний процесор *Maple* у своїх програмах (аналітичні перетворення *MathCad14* – з пакету *MuPAD*). На відміну від *MathCad*, введення математичних конструкцій в *Maple* здійснюється за аналогією з системами програмування типу *Pascal* та *Basic*, спілкування з якими є необхідним для студентів. Враховуючи складність інтерфейсу та специфічну мову опису математичних виразів у середовищах *MatLAB* і *Mathematica*, вони залишаються поза нашої уваги, незважаючи на свої великі можливості.

Звернемо увагу на пакет програм вітчизняного виробництва – *GRAN*, над створенням якого у різні роки працювали М.І. Жалдак, Ю.В. Горошко, О.В. Вітюк, Є.Ф. Вінниченко, А.В. Пеньков. Засоби *GRAN1*, *GRAN2D*, *GRAN3D* призначені для візуалізації даних, що мають складну математичну природу, й використовуються при вивченні алгебри, математичного аналізу, теорії ймовірностей та математичної статистики, для створення динамічних геометричних образів [10; 11].

Студентам необхідно навчитися працювати з різними типами комп'ютерних програм загального та конкретно-предметного призначення. Зокрема, набуття студентами навичок роботи з системами комп'ютерної математики – *MathCad* [1; 8], *Maple* [9], *GRAN* [10; 11; 12], допоможе їм при розв'язанні багатьох задач вищої та прикладної математики, для перевірки

знайдених результатів (геометричний аналіз завдань та розв'язків, аналітичні перетворення, розрахунки).

Висновок. Використання СКМ у навчальному процесі надає реальну можливість майбутнім фахівцям привчатися працювати за наступним ланцюжком: *формалізація вихідної проблеми → побудова математичної моделі → вибір математичного методу і алгоритму розв'язування моделі → реалізація розв'язання на комп'ютері → перевірка адекватності моделі → прийняття рішення та реалізація розв'язку.*

Нерозуміння, побоювання, ігнорування, а звідси й гальмування впровадження у господарську практику економіко-математичних методів й досі відбувається тому, що, починаючи з перших курсів, студентам майже не розкриваються можливості та перспективи методів вищої математики, її комп'ютерних засобів для математичного моделювання та дослідження операцій у майбутній професійній діяльності.

До відома студентів у доступній формі потрібно донести, що цей науковий напрям, хоча й постійно звертається до математики, проте уникає складних математичних викладок. Необхідно розібратись у сутності типових задач, методах і алгоритмах їх розв'язання, а підмогою в знаходженні результату має бути вільне спілкування з пакетами прикладних програм.

ЛІТЕРАТУРА

1. Корнійчук О.Е. Новітні методи і прийоми навчання математичного моделювання та дослідження організації виробництва / О.Е. Корнійчук // Освіта та педагогічна наука. – Луганськ: ДЗ «ЛНУ ім. Т. Шевченка». – 2012. – № 3 (152). – С. 54-61.
2. Корнійчук О. Мотивація в системі навчання математичних дисциплін / О. Корнійчук // Витоки педагогічної майстерності : збірник наук. праць. Серія «Педагогічні науки». – Полтава: ПДПУ ім. В.Г. Короленка. – 2012. – Вип. 10. – С. 144-148.
3. Корнійчук О.Е. Професійно орієнтований тренінг у формуванні математичних компетентностей інженерів еколого-природознавчого напрямку / О.Е. Корнійчук // Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький ДПУ ім. Г.Сковороди» : збірник наукових праць. Педагогіка, психологія, філософія. – Переяслав-Хмельницький : ДВНЗ «Переяслав-Хмельн. ДПУ ім. Г. Сковороди». - 2013. – Вип. 28. – Т 2. – С. 439-445.
4. Корнійчук О.Е. Напрямки інтеграції математики з інформатикою у процесі підготовки молодших спеціалістів економічного профілю / О.Е. Корнійчук, В.М. Єрмаков // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2004. – № 6. – С. 16-19.
5. Корнійчук О.Е. Комп'ютерні технології у вивченні математики для економістів / О.Е. Корнійчук, В.М. Єрмаков // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2004. – № 8. – С. 16-18.
6. Корнійчук О.Е. Взаємодія між дисциплінами фундаментальної та професійної підготовки в процесі вивчення компонент інтелектуальної системи / О.Е. Корнійчук, Є.Ю. Тімченко // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2012. – № 7 (103). – С. 15-19.
7. Корнійчук О.Е. Формування професійного інтелекту в процесі моделювання систем штучного інтелекту / О.Е. Корнійчук // Зб. наук. праць КПНУ ім. Івана Огієнка. Серія



педаг. – Кам'янець-Под. : КПНУ ім. Івана Огієнка. – 2014. – Вип. 20 : «Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю». – С. 90-94.

8. Корнійчук О.Е. Математичні моделі в економічних розрахунках на базі *Mathcad* // Математика в школі. – 2006 - № 6. – С. 35-41.

9. Корнійчук О. Система *Maple* в процесі навчання методам диференціального числення / О. Корнійчук // Інформаційні технології у професійній діяльності : матер. VI Всеукр. науково-практичної конференції. – Рівне: РДГУ. – 2012. – С. 28-30.

10. Корнійчук О. Е. GRAN- ілюстрація та прогнозні обчислення еколого-економічної моделі / О. Е. Корнійчук // Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова. Сер. № 2. Комп'ютерно орієнтовані системи навчання. – 2007. – Вип. 12. – С. 131–136.

11. Корнійчук О. Е. Методи інтегрального числення та GRAN-застосування для розв'язування задач економічного змісту / О. Е. Корнійчук // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2012. – № 8 (104). – С. 12-16.

12. Корнійчук О. Застосування вищої математики до розв'язання актуальних питань з проблеми екологізації економіки / О. Корнійчук // Проблеми та перспективи наук в умовах глобалізації : матеріали VI Всеукр. наук. конф. – Тернопіль : Тернопільський нац. пед. ун-т ім. В. Гнатюка. – 2010. – Ч. I. : Педагогіка, психологія, суспільствознавство, мовознавство. – С. 24-30.

УДК 378.147.111

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КУРСЕ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКЕ

А.Ю. Лагошный¹, Е.А. Лагошная², Н.В. Матысина³

¹старший преподаватель кафедры прикладной математики, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: alexlagosh@mail.ru

²ассистент кафедры автомобилей и автомобильное хозяйство, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: lenala@ua.fm

³кандидат технических наук, доцент кафедры строительной, теоретической и прикладной механики, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: matysina@ua.fm

Аннотация. В настоящее время роль компьютерных технологий в обучении возрастает. В первую очередь это связано с поиском новых, более продуктивных форм и методов обучения. Интерактивные компьютерные модели могут быть использованы в качестве средств обучения, причем для выполнения основных функций в учебном процессе.

Ключевые слова: информация, модель, информационная компьютерная модель, метод.



APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGY IN THE COURSE OF THEORY PROBABILITY AND MATHEMATICAL STATISTICS

A. Lagoshny¹, O. Lagoshna², N. Matysina³

¹Senior Lecturer of Applied Mathematics Department, State Higher Educational Institution "Dnieper State Academy of Civil Engineering and Architecture", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: alexlagosh@mail.ru

²Assistant Professor of Automobiles and Automobile Economy Department, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: lenala@ua.fm

³Ph.D., Associate Professor of Structural, Engineering and Applied Mechanics Department, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: matysina@ua.fm

Abstract. Currently, the role of computer technology in education is increasing. This is primarily associated with search of new, more productive forms and methods of teaching. Interactive computer models can be used as a means of learning, and to perform basic functions in the learning process.

Keywords: *information, model, information computer model, method.*

Введение. Теория вероятностей служит одним из краеугольных камней современной математики, фундаментом современной теории систем. Она обеспечивает теоретическую базу для широкого круга практических задач обработки данных наблюдений, получаемых в результате реальных опытов (наблюдений). Такая обработка данных связана с получением оценок параметров исследуемых явлений, исследованием законов, которым подчиняются результаты экспериментов, формированием математического описания наблюдаемых процессов и явлений, их прогнозированием. Практика обработки результатов испытаний, опытов, экспериментов в целях определения возможного математического описания наблюдаемых процессов, приближенного определения (оценки) параметров составляет основу математической статистики. Возрастание скорости увеличения общечеловеческих знаний, применение результатов теории вероятности и математической статистики во многих научных и прикладных областях, тенденция уменьшения количества учебных часов и другие факторы приводят к необходимости пересмотра всей системы преподавания теории вероятностей, используемых методик и технологий, начиная с определения содержания соответствующих учебных предметов и курсов. В вузовском курсе теории вероятностей необходимо уменьшить объем времени, который отводится на обработку алгоритмов решения типовых задач (механические вычислительные действия), и использовать это время на решение развивающих, познавательных задач, на знакомство с новыми достижениями

науки, на усиление прикладной направленности этого курса. Возможным вариантом решения данной проблемы является более широкое использование информационных технологий в преподавании этого курса.

Цель работы. Трудно представить полноценное научное исследование в любой области знаний, которое выполнено без учета разброса данных эксперимента (наблюдений), без учета совокупности факторов, влияющих на получаемые результаты. Это объясняет тот непреходящий интерес к изучению основ теории вероятностей и математической статистики, который наблюдается в последнее время. Анализ тенденций внедрения математических методов в практику решения практических задач показывает, что это внимание к теории вероятностей и математической статистике в ближайшие периоды и в отдаленном будущем будет только возрастать. Причиной этого служит как резкий подъем развития вычислительной техники, разработка и внедрение новых информационных технологий во все сферы жизни общества, так и новые результаты, полученные в последнее время в области имитационного моделирования. Та революция, которая произошла в прошлое десятилетие в области создания программных платформ имитационного моделирования, делает его одним из основных и перспективных методов научного исследования сложных систем, явлений, процессов как совокупности множества более простых взаимодействующих элементов. Наибольшей полнотой и объективностью полученные таким образом результаты будут характеризоваться только при учете случайной природы взаимодействий, факторов и возмущений в таких моделях. Изложение основ теории вероятностей и математической статистики должно быть акцентировано на прикладные аспекты и сориентировано на гармонически сбалансированное формирование знаний, умений и навыков у студентов.

Материал и результаты исследований. В настоящее время очевидны тенденции повышения информационно-компьютерных технологий в образовании и смещения интересов обучающихся, способных к точным наукам, в область этих технологий. Поэтому необходимо сочетание высококвалифицированного преподавания фундаментальных основ курса теории вероятностей и математической статистики с использованием компьютера при решении практических задач по этому курсу. В качестве одной из задач подготовки специалиста к работе с информационно-компьютерными технологиями является раскрытие межпредметных связей между теорией вероятностей и новыми информационными технологиями. Разделы теории вероятностей и математической статистики, предусмотренные государственными образовательными стандартами многих специальностей и направлений технического образования, связаны с системным анализом, анализом и

синтезом информационно-вычислительных и информационно-управляющих систем, анализом и синтезом систем обработки информации в реальном времени, анализом и синтезом стохастических систем, разработкой программных сред и моделированием. Необходимо обратить внимание на практическую направленность методов и алгоритмов, дать рекомендации по их практическому использованию для получения решения соответствующих задач с применением компьютеров.

Реальные прикладные задачи, решение которых требует привлечения теории вероятностей и математической статистики, характеризуются алгоритмической сложностью, необходимостью выполнения значительных объемов вычислений. Получение результатов в таких задачах без привлечения компьютерных технологий затруднительно или практически невозможно. Большинство наиболее весомых результатов в математической статистике имеет асимптотический характер. На практике, как правило, имеют дело с ограниченными объемами наблюдений. И в этом случае свойства используемых статистик порой значительно расходятся с асимптотическими. Как следствие – некорректные статистические выводы при решении прикладных задач математической статистики. Количество и уровень сложности этих задач растут настолько быстро, что человек не в состоянии обеспечить их решение без использования соответствующих компьютерных средств.

В условиях недостаточного внедрения средств вычислительной техники и информационных технологий в процесс образования не удастся прививать студентам умения и навыки решения профильных прикладных задач, связанных с использованием теории вероятностей и математической статистики. В этом случае на практическом занятии могут рассматриваться одна-две простые задачи без возможности анализа результатов при варьировании исходных данных.

Компьютеризация практических занятий при изучении теории вероятностей и математической статистики требует применения специализированного программного обеспечения. Разработка программ, составляющих основу подобного программного обеспечения, на языках высокого уровня представляет непростую проблему, что служит основной причиной недостаточного проникновения компьютерных технологий в учебный процесс. Проблема создания специализированного обеспечения резко упрощается с привлечением универсальных программных систем компьютерной математики, поскольку при этом исключается необходимость разработки программ на языках высокого уровня. Применение систем компьютерной математики в процессе проведения практических занятий позволяет уделять

должное внимание многовариантному решению широкого спектра алгоритмически сложных задач по теории вероятностей и математической статистике.

Применение компьютерных средств в обучении теории вероятностей и математической статистики позволяет раскрыть статистическую природу понятий и фактов теории вероятностей, что имеет не только методологическое, но и методическое значение. Используя компьютерное моделирование, можно многие факты науки и практики сделать наиболее наглядными. С помощью компьютерных статистических экспериментов в ряде случаев можно моделировать описываемые в задачах ситуации и сравнивать результаты, получаемые в эксперименте, с теоретическими расчетами.

Можно перечислить некоторые возможности применения компьютеров в вузовском курсе теории вероятностей и математической статистики:

- выполнение численных расчетов, требующихся при решении статистических задач на основе аналитических выражений, встроенных функций или задаваемых программных модулей;
- обработка результатов эксперимента: статистической обработки данных, их интерполяции и экстраполяции, аппроксимация полиномами с применением метода наименьших квадратов, реализации метода статистических испытаний (метода Монте-Карло) и других;
- создание выборок случайных величин, распределенных по любому из широко используемых для модуляции всевозможных случайных процессов.

Компьютер способен осуществлять функции контроля знаний, тренировки, анализа, синтеза и др. Целесообразно привлекать студентов к составлению компьютерных программ, что позволит им приобрести навыки, представляющие практическую ценность для их будущей работы.

Известны специализированные программные системы, предназначенные для решения круга задач, относящихся к теории вероятностей и математической статистике. Среди них можно отметить программные комплексы Statistica; SYSTAT, TableCurve 2D, TableCurve 3D, PeakFit, AutoSignal компании Systat Software Inc; Stata компании Stata Corporation и др. Эти системы характеризуются исключительно высокой степенью интеграции. Решение задач в них требует лишь ввода исходных данных, например, результатов наблюдений, выбора режима работы (типа задачи, которая должна быть решена). После активации этого режима пользователь получает ответ, для получения которого может не требоваться проникновения в сущность используемого при решении подхода, знания формальных зависимостей и алгоритмов. Предельно упрощая, можно сказать, что решить соответствующую задачу, известную пользователю лишь по названию, с помощью таких

систем можно, даже не зная основ теории вероятностей и математической статистики. Безусловно, указанные программные системы имеют свою область приложения, однако совершенно неприемлемы при изучении теории вероятностей и математической статистики, при проведении практических занятий.

Процесс изучения теории вероятностей и математической статистики требует рассмотрения тонкой структуры материала, практического освоения обширной совокупности понятий, методов и алгоритмов анализа результатов экспериментов. Поэтому представляется, что изучение теории вероятностей и математической статистики должно опираться на программные системы невысокой степени интеграции, позволяющие рассмотреть детали, подходы и алгоритмы решения отдельных задач, обеспечивающие наглядность и информативность занятий.

Значительную роль в системе информационных технологий обучения играют универсальные математические пакеты, обладающие широким дидактическим и развивающим потенциалом. Анализ свойств каждого из наиболее известных математических пакетов позволяет сделать вывод, что все универсальные математические пакеты имеют приблизительно одинаковый набор встроенных средств, позволяющий эффективно применять эти программы при решении очень широкого круга учебных и исследовательских задач. Наиболее приемлемой средой для решения задач теории вероятностей является система MathCad. Пакет содержит все элементарные математические функции и большое количество специальных функций; позволяет обрабатывать данные статистическими методами, находит подгоночные функции, строит двух- и трехмерные графики; решает численно и аналитически системы дифференциальных уравнений, как обыкновенных, так и с частными производными, а также множество других задач.

Выбор MathCad можно обосновать следующими соображениями:

- ✓ сравнительная простота и большая распространенность этой системы компьютерной математики среди пользователей (студенческая среда, научные работники, преподаватели);
- ✓ универсальность, приспособленность к численному, символьному и графическому решению широкого круга математических задач;
- ✓ наличие большого числа встроенных функций для решения задач теории вероятностей и математической статистики;
- ✓ возможность решения задач с выделением достаточно мелких этапов и глубоким проникновением в сущность каждого из них в тесной связи с особенностями задачи в целом, без механицизма, характерного для программных сред высокой степени интеграции;
- ✓ отсутствие высоких требований к пользователю как программисту;

- ✓ возможность обработки данных, записанных в различных форматах (например, в текстовых с расширениями .txt, .prn, .csv), с последующей трансформацией результатов в один из этих форматов;
- ✓ простота двумерного (2D) и трехмерного (3D) графического представления результатов;
- ✓ возможность интеграции MathCad с множеством других программных систем (Excel, MatLab, Lotus, Power Point и др.);
- ✓ простота создания пояснительных записок, отчетов, докладов, статей и даже монографий на основе совместного использования MathCad и текстовых редакторов Word.

Перечисленными возможностями не обладает, например, приложение Excel, рекомендуемое в качестве базы при изучении теории вероятностей и математической статистики в ряде книг, что ограничивает возможности не только студента, но и преподавателя.

В среде MathCad пользователю предлагается широкий набор «шаблонов» (предварительно запрограммированных на языке C++ процедур) и встроенных функций для решения любых математических задач, визуализации результатов, мощный арсенал операторов символьного преобразования математических выражений, решения систем алгебраических и дифференциальных уравнений, неравенств, циклических и рекуррентных процедур и т.д. Широко представлен в MathCad арсенал средств для решения задач теории вероятностей и математической статистики. MathCad имеет несомненные преимущества по сравнению с другими пакетами и традиционными методами. Это выражается в предоставлении возможности ввода математических формул и численного расчета по ним, задания различных значений используемых величин, построение графиков для наглядного изображения результатов моделирования, генерацию случайных величин (моделирование случайных процессов), выполнение логических операций, условных операторов и циклов, что позволяет реализовать различные численные методы. Статистические расчеты без помощи компьютера достаточно сложны и требуют применения многочисленных таблиц функций и квантилей стандартных распределений. Применение пакета MathCad значительно сокращает время, затрачиваемое на решение задач теории вероятностей и математической статистики. К достоинствам решения задач на компьютере следует отнести возможность варьировать параметры в очень широких пределах.

Все эти особенности MathCad не только облегчают процесс достижения конечного результата, осуществление более глубокого анализа проблем, но и позволяют использовать альтернативные пути решения тех же задач.

Выводы. Необходимость и возможность развития компьютерных методов исследования статистических закономерностей, исследования свойств методов оценивания и процедур проверки гипотез, выбора и построения оптимальных методов обработки и анализа эмпирических данных, построения различных вероятностных моделей, описывающих наблюдаемые случайные величины, создания программных систем статистического анализа, предназначенных для исследования статистических закономерностей не вызывает никаких возражений. Информационные технологии позволяют с меньшими временными и интеллектуальными затратами получать фундаментальные знания в области теории вероятностей и математической статистики, делать корректные статистические выводы. Процесс решения и постановки задач с помощью компьютера способен формировать исследовательский стиль мышления, резко повышая тем самым уровень образования, эффективность обучения теории вероятностей и математической статистики, интерес студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дьяконов В.П. Компьютерная математика. Теория и практика. – М.: «Нолидж», 2001. – 1296 с.
2. Плис А.И. Сливина Н.А. MathCad. Математический практикум для инженеров и экономистов: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 656 с.
3. Гурский Д.А. Вычисление в MathCad. – Мн.: Новое знание, 2003. – 814 с.
4. Ивановский Р.И. Теория вероятностей и математическая статистика. Основы, прикладные аспекты с примерами и задачами в среде MathCad. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 528 с.

УДК 378.147.111

ТВОРЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ В ОБУЧЕНИИ ИНФОРМАТИКЕ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

А.Ю. Лагошный¹, Е.А. Лагошная², Н.П. Громик³

¹старший преподаватель кафедры прикладной математики, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: alexlagosh@mail.ru

²ассистент кафедры автомобиля и автомобильное хозяйство, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: lenala@ua.fm

³учитель информатики и математики II категории, Коммунальное заведение образования «Средняя общеобразовательная школа № 37», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: natashagromik@gmail.com



Аннотация. Специфика информатики как школьного учебного предмета определяется ролью и местом информатики как науки в развитии человеческого общества. Упрощенно определение информатики как комплексной научной дисциплины укладывается в совокупность средств всей современной техники и технологии, суммарное обозначение данной сферы. Общими целями, стоящими перед школьным курсом информатики, следует считать формирование и развитие научных и технологических знаний и умений, необходимых для информационного взгляда на мир, для использования информационных технологий в практической деятельности. Этими целями определяется комплекс основных задач, решаемых школьной информатикой. Цикл дисциплин предметной подготовки по информатике охватывает большое количество учебных предметов, каждый из которых предполагает и дает возможности для формирования творческих способностей обучающихся.

Ключевые слова: информация, информатика, модель, информационная компьютерная модель, метод, творчество.

CREATIVE TASKS IN THE INFORMATICS LEARNING IN SECONDARY SCHOOLS

A. Lagoshny¹, O. Lagoshna², N. Gromyk³

¹Senior Lecturer of Applied Mathematics Department, State Higher Educational Institution "Dnieper State Academy of Civil Engineering and Architecture", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: alexlagosh@mail.ru

²Assistant Professor of Automobiles and Automobile Economy Department, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: lena@ua.fm

³teacher category II of informatics and mathematics, Communal educational institution "Secondary school # 37", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: natashagromik@gmail.com

Abstract. The specifics of informatics as a school subject is determined by the role and place of informatics as a science in the development of human society. A simplified definition of informatics as a complex discipline fits into the whole set of means of modern techniques and technologies, the total identification of this sector. The overall objectives a school course of informatics, should be regarded as the formation and development of scientific and technological knowledge and skills necessary for the Information view of the world, for the use of information technology in practice. These objectives defined a set of basic problems solved by the school science. Cycle of disciplines of subject preparation on computer science covers a large number of subjects, each of which involves and gives the possibility for the formation of creative abilities of students.

Keywords: information, informatics, model, information computer model, method, creativity.

Введение. Использование компьютерных технологий в образовании открывает новые возможности для построения открытой образовательной системы, позволяющей каждому человеку выбрать свою собственную тра-

екторию обучения; коренного изменения технологии получения новых знаний посредством более эффективной организации познавательной деятельности обучаемых в ходе учебного процесса на основе известного дидактического свойства компьютера – индивидуализации и динамической адаптированности учебных материалов.

Цель работы. Отправной точкой исследования послужил известный тезис о том, что обучение программированию есть частный случай обучения творчеству вообще. Что такое творчество? Можно ли ему научить? Как развить творческие способности? Как определить наличие творческих возможностей у человека? Эти вопросы всегда волновали человека, и на них нет однозначного ответа.

В философии категория творчества трактуется как некий «процесс человеческой деятельности, создающий качественно новые материальные и духовные ценности; возникающую в труде способность человека из доставляемого действительностью материала созидать новую реальность, удовлетворяющую многообразным общественным потребностям». Главное в этом процессе – созидание новой реальности. Но ведь реальность сама по себе не может возникнуть без участия в этом процессе созидającego субъекта. Кто создает эту новую реальность? Чьи способности, мотивы, знания и умения влияют на такие качества конечного продукта как новизна, оригинальность и уникальность? Психология дает на этот вопрос достаточно ясный и однозначный ответ, трактуя понятие творчества через личностный и процессуальный аспекты. Определяющую роль в творчестве играют «воображение, интуиция, неосознаваемые компоненты умственной активности, а также потребности личности в самоактуализации, в раскрытии и расширении своих созидательных возможностей». Именно с этой точки зрения и следует рассматривать процесс формирования творческих способностей у учащихся, обучающихся информатики. При этом необходимо отталкиваться от положения о том, что каждый ученик, в той или иной мере, обладает способностями, которые можно отнести к разряду творческих. Наша задача – развить эти способности с целью формирования профессионально-значимых качеств человека, живущего в XXI веке.

Материал и результаты исследований. Специфика информатики как школьного учебного предмета определяется ролью и местом информатики как науки в развитии человеческого общества. Упрощенно определение информатики как комплексной научной дисциплины укладывается в совокупность средств всей современной техники и технологии, суммарное обозначение данной сферы. Некоторое расширение данного понятия позволяет включить в него области, связанные с разработкой, созданием, использова-

нием и материально-техническим обслуживанием систем обработки информации, включая компьютеры, периферийное оборудование, математическое обеспечение, организационные аспекты, а также комплекс различных воздействий. Но информатика – это еще и особая отрасль знания. Поэтому можно говорить об информатике, как естественной науке, изучающей процессы передачи и обработки информации. Наряду с естественнонаучным и математическим аспектами в информатике присутствуют социальные аспекты современных информационных процессов, а также технико-технологическая сторона автоматизированного поиска, передачи, получения, обработки и использования информации. Комплексный, интегративный характер информатики соответствует духу того времени, когда формируется эта отрасль знания. Обобщение вышеперечисленных определений позволяет говорить об информатике как о совокупности средств автоматизированной информационной техники и технологии; особой области экономики, включающей всю сферу автоматизированной обработки и технологического использования информации, а также отрасли научного знания, изучающей процессы передачи информации и средства ее автоматизированной обработки.

Любой школьный предмет отличается своим, только ему присущим набором базовых понятий и технологий. В качестве базовых понятий информатики можно выделить понятие информации, модели, алгоритма, программы. К базовым технологиям следует отнести создание алгоритмов, создание информационных моделей, работу с системным и прикладным программным обеспечением. Базисность этих технологий и понятий основывается на существовании общей технологии создания алгоритмов решения задач и единой технологии составления информационных моделей жизненных задач, которые конкретизируются в каждом из школьных предметов. Таким образом, информатика – это школьный учебный предмет, содержание которого составляет изучение перечисленных технологий. Общими целями, стоящими перед школьным курсом информатики, следует считать формирование и развитие научных и технологических знаний и умений, необходимых для информационного взгляда на мир, для использования информационных технологий в практической деятельности. Этими целями определяется комплекс основных задач, решаемых школьной информатикой:

- формирование представлений об информации; единстве информационных принципов строения и функционирования различных самоуправляемых систем; роли информационных технологий в развитии общества;
- развитие теоретического, творческого мышления; формирование

операционного мышления, направленного на выбор оптимальных решений;

- формирование компьютерной грамотности и информационной культуры.

Из всего многообразия обозначенных задач в данном исследовании выделено формирование творческого мышления учащегося, как предпосылку развития его творческих способностей.

Человек в своей повседневной деятельности совершает массу дел: маленьких и больших, простых и сложных. При этом он решает свои профессиональные задачи, которые являются для него привычными и хорошо известными, а каждодневный труд называется исполнительской деятельностью. Обучаясь профессии, человек развивает свои способности: внимание, память, умение копировать действия других, повторять увиденное или услышанное, умение человеку поступать в какой-либо привычной деятельности по раз и навсегда установленному правилу или шаблону. Если же в задаче надо самому поразмыслить, найти ее решение, то это новая задача. И даже если она не очень сложная, ее можно отнести к творческим задачам.

Диапазон творческих задач необычайно широк по сложности – от нахождения ошибки в разработанном алгоритме или решения информатического кроссворда до проектирования инструментального средства или научного исследования. При решении любой из этих задач происходит акт творчества, находится новый путь или создается нечто новое. Вот здесь и требуются особые качества ума, такие, как наблюдаемость, умение сопоставлять и анализировать, комбинировать, находить связи и зависимости, закономерности и т.д. – все то, что в совокупности и составляет творческие способности.

Деятельность учителя постоянно сопровождает творчество, т.к. он не только решает каждый день новые задачи, но и решение старых задач не может оставаться неизменным в силу обстоятельств профессии: новые учебники, новые условия жизни, и наука не стоит на месте... Это особенно актуально для учителя информатики, поскольку темпы развития этой науки зачастую опережают темпы любого развития вообще.

Цикл дисциплин предметной подготовки по информатике охватывает большое количество учебных предметов, каждый из которых предполагает и дает возможности для формирования творческих способностей обучаемых. Не претендуя на универсальность, и не делая попытки «объять необъятное», можно предложить следующие творческие задания.

I. Дать ответы на следующие вопросы и ответ обосновать:

- Информатика и математика – это просто одно и то же? Про что они?
- Какие современные достижения информатики стоило бы включить в



программу школьного курса информатики?

- Должен ли школьник уметь программировать?

II. Согласны ли вы со следующими утверждениями? Ответ обосновать:

- «Информатика – это не про компьютер, так же как арифметика – не про калькулятор, а музыка – не про пианино».
- «Информатика ставит целью выработать алгоритмическое мышление в качестве обязательного инструмента, применяемого при любом размышлении».
- «Информатика должна разъяснить принципы работы компьютера, из которых следуют принципы работы с компьютером».
- «Одной из задач курса информатики как раз и является обучение не только не бояться делать ошибки, но и радоваться им, поскольку каждая найденная ошибка уменьшает количество еще не найденных».

III. Решить задачу с указанием каждого этапа ее решения, построением модели и алгоритма, анализом результатов:

- а) Имеется 9 монет, среди которых 1 монета фальшивая (легче остальных). Как с помощью двух взвешиваний на чашечных весах без гирь определить, какая из монет фальшивая?
- б) Спускаясь по эскалатору, движущемуся вниз, человек бежал со скоростью 2 ступени в секунду и насчитал при этом 140 ступеней; при скорости бега 3 ступени в секунду результат был на 28 ступеней больше. Сколько всего ступеней в эскалаторе?
- в) Взглянув на календарь в конце года, программист обнаружил, что три различные цифры в дате образуют равные сумму и произведение. Что за число и месяц это были?

IV. Разработать систему вопросов для подведения итогов экскурсии «Поход за информацией» (это может быть экскурсия в художественный музей или исторический музей, в библиотеку, на выставку, в вычислительный центр, в театр или на концерт).

V. Кодирование литературного произведения с помощью описания информационных процессов, лежащих в его основе:

- ✓ Сказка «Колобок»: источник информации – некое геометрическое тело - передает одно и то же информационное сообщение четырем различным приемникам. Последний процесс передачи приводит к уничтожению источника.
- ✓ Ж.Верн «Дети капитана Гранта»: длительное хранение информации в ненадежном источнике привело к потере части данных, что в совокупности с неверной интерпретацией полученного сообщения послужило поводом для полных опасностей странствий двух близких родственников в поисках третьего родственника.

Выводы. Большие трудности могут дать и большие радости, радости высшего, человеческого порядка – радость преодоления, радость открытия, радость творчества. Наша действительность требует от человека не шаблонных, привычных действий, освященных многовековыми традициями, а подвижности мышления, быстрой ориентировки, творческого подхода к решению больших и малых задач. Человеку с творческим складом ума легче найти «изюминку» в любом деле, увлечься любой работой и достичь высокой степени профессионализма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лапчик М.П., Семакин И.Г., Хеннер Е.К. Методика преподавания информатики. – М.: АКАДЕИА, 2000. – 256 с.
2. Босова Л.Л. Занимательные задачи по информатике / Л.Л.Босова, А.Ю.Босова, Ю.Г.Коломенская. – 5-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 152 с.
3. Златопольский Д.М. Интеллектуальные игры в информатике. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 400 с.
4. Златопольский Д.М. Занимательная информатика: учебное пособие / Д.М. Златопольский. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 424 с.

УДК 004.9

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА PROJECT EXPERT В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКЕ

А.А. Маленков¹

¹студент факультета «Математики и информационных технологий», группа АИС-21, Стерлитамакский филиал «Башкирский государственный университет», г. Стерлитамак, Россия, e-mail: andakm@rambler.ru

Аннотация. Данная работа наглядно демонстрирует эффективность применения компьютерной программы Project Expert в образовательной практике. Программа воплощает в себе имитационную модель, т. е. с ее помощью можно воспроизвести деятельность будущей компании. Она способствует развитию умений систематизировать информацию, анализировать полученный материал, а также содействует формированию логического мышления учащихся.

Ключевые слова: моделирование, информационные технологии, Project Expert.

EFFECTIVENESS OF SOFTWARE PROJECT EXPERT IN EDUCATIONAL PRACTICE

Alexey Malenkov¹

¹student of the Faculty "Mathematics and Information Technologies", group of AIS-21, Sterlitamak Branch "Bashkir State University", Sterlitamak, Russia, e-mail: andakm@rambler.ru

Abstract. This work demonstrates the effectiveness of the computer program Project Expert in educational practice. The program embodies an imitating model i.e. it can be used to reproduce the activity of future company. It promotes the development of skills to organize information, analyze the resulting data, and facilitates the formation of logical thinking of business school students.

Keywords: Modeling, Information Technology, Project Expert.

Введение. Знания, полученные при изучении этого курса, имеют для учащихся большое значение в сфере практической экономики и при их дальнейшем обучении в экономической сфере. Деятельность любого специалиста в информационном пространстве требует, прежде всего, умения автоматизировать процессы обработки информации. И эта автоматизация должна происходить в доступной для него среде. Существует множество программных продуктов для специалистов экономических направлений с узкой специализацией: для бухгалтеров, менеджеров, финансистов и других профессионалов. Проникновение информатики в экономику связано с систематическим выполнением экономистами сложных и трудоёмких расчетов при решении профессиональных задач, которые было бы рационально автоматизировать с помощью компьютера. Обучение опирается на знания учащихся, полученные на занятиях информатики, экономики, математики и других общеобразовательных предметов. То есть предполагается, что экономические термины, необходимые при решении задач данной программы, изучаются учащимися в соответствующих курсах экономики, а в рамках данного курса получают свою конкретизацию и наглядность.

Цель работы. В статье продемонстрируем эффективность современных информационных технологий с помощью аналитической системы «Project Expert». Для этого рассмотрим интерфейс программы Project Expert, основные приемы моделирования деятельности компании и инвестиционных проектов Project Expert, анализ эффективности, анализ рисков, сценарного анализ, подбор инвестиций.

Материал и результаты исследований. Пакет Project Expert является автономным, закрытым приложением, функционирующим в среде Windows 95/NT; он реализован с использованием современных инструментальных средств программирования на языке C++, что обеспечивает высокую надежность и скорость расчетов. С его помощью можно осуществлять анализ, подготовку бизнес-планов и мониторинг инвестиционных проектов. Продукт выпускается в нескольких модификациях: облегченной, профессиональной (Professional) и холдинг, различающихся по функциональным возможностям и стоимости.

Профессиональная версия пакета включает следующие блоки: моделирования, генерации финансовых документов, анализа, группировки проектов, контроля реализации проектов, генератор отчетов, а также дополнительные встраиваемые модули.

Каждый блок состоит из функциональных модулей, позволяющих менеджеру в диалоговом режиме решать следующие задачи:

- детально описывать текущее состояние предприятия с учетом изменения параметров внешней среды (инфляция, налоги, валютные курсы и т.д.);
- разрабатывать план реализации инвестиционного проекта, стратегии маркетинга и производства, обеспечивающие рациональное использование материальных, трудовых и финансовых ресурсов;
- определять схему финансирования проекта (собственный капитал, заемные средства, лизинг и др.);
- проигрывать различные сценарии реализации проекта, варьируя значения факторов, способных повлиять на его финансовые результаты;
- автоматически формировать все необходимые виды отчетности (баланс, отчет о прибылях и убытках, прогноз потоков наличности и т.д.) и проектной документации в соответствии с требованиями международных стандартов на русском и английском языках, а также другие виды документов по запросу пользователя;
- проводить всесторонний анализ чувствительности и эффективности проекта в разрезе его участников (предприятия, инвесторов, банков и т.п.);
- осуществлять последующий мониторинг и контроль реализации различных стадий проекта с автоматическим выявлением отклонений фактических показателей от запланированных и др.

Изучая данную программу, студент может работать самостоятельно, создавая свой инвестиционный проект.

Пакет Project Expert имеет простой понятный интерфейс. Начальная страницы выглядит следующим образом(рис.1)

Создание бизнес плана компании, оценка различных вариантов развития предприятия, бизнес план расширения действующего или создания нового производства, выход на новые рынки, развитие сбытовой сети, реструктуризация и возможная продажа – все это требует подготовки финансового плана и итоговых отчетов.

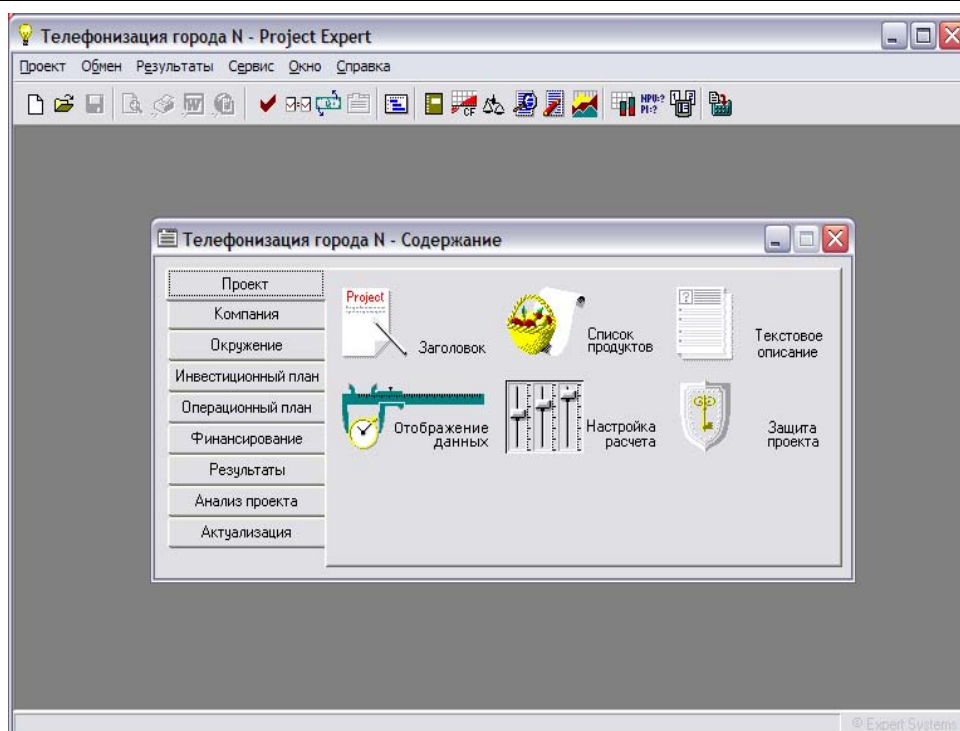


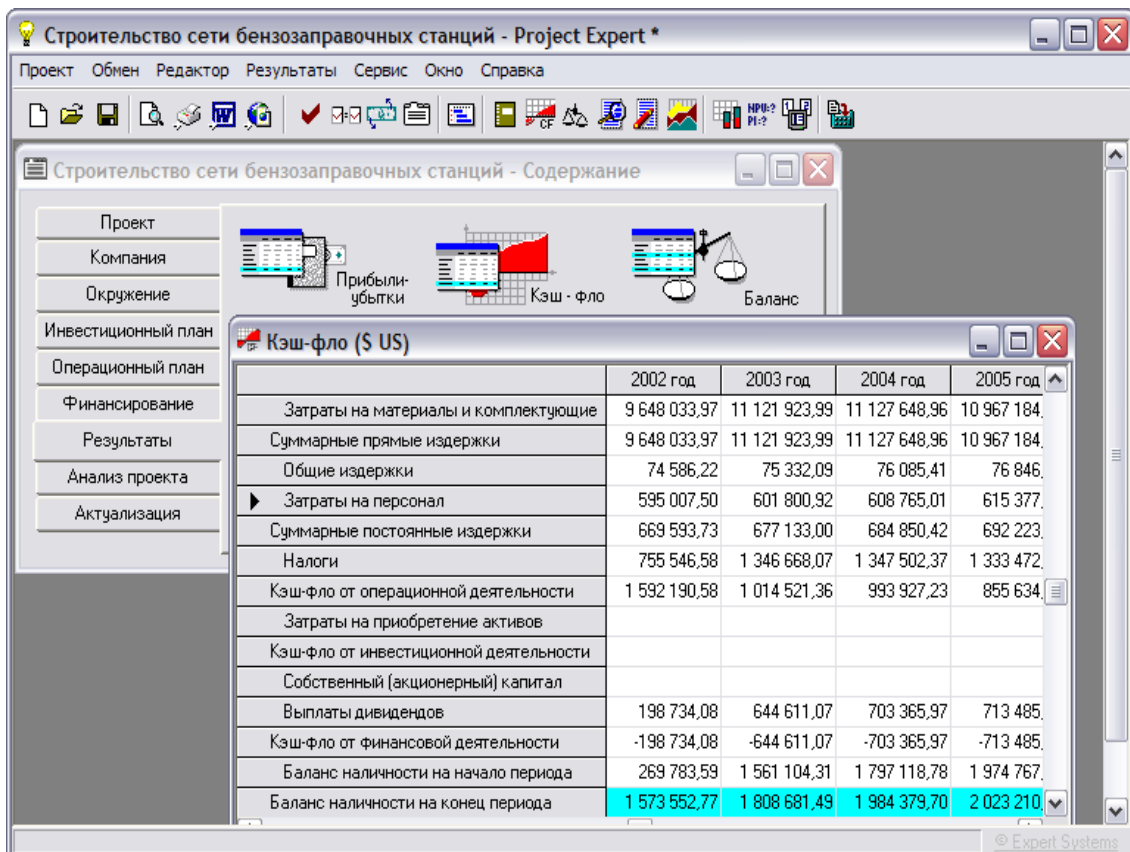
Рис.1. – Начальная страница Project Expert

Project Expert существенно облегчает процесс бизнес планирования. С помощью Project Expert исходные данные о планируемой операционной деятельности, обеспечивающих ее реализацию вновь создаваемых активах и привлеченных для их финансирования средствах автоматически преобразуются в:

- прогнозную финансовую отчетность: отчет о движении денежных средств, баланс, отчет о прибылях и убытках,
- таблицы прогнозных финансовых показателей, показателей эффективности инвестиций
- итоговые отчеты бизнес плана.
- Результаты моделирования деятельности предприятия отражаются в финансовых отчетах: Отчет о прибылях и убытках, Баланс, план денежных потоков Cash-Flow.

На основе финансовой модели Project Expert автоматически формирует отчеты, соответствующие международным стандартам финансовой отчетности (МСФО). Это делает результаты расчетов понятными иностранным инвесторам.

Финансовые отчеты демонстрируют результаты деятельности компании, и они формируются в Project Expert автоматически в результате выполнения расчетов. Процесс генерации бухгалтерских процедур и формирования отчетных финансовых документов осуществляется в соответствии с международными стандартами бухгалтерского учета (рис.2).



Строительство сети бензозаправочных станций - Project Expert *

Проект Обмен Редактор Результаты Сервис Окно Справка

Строительство сети бензозаправочных станций - Содержание

Проект
Компания
Окружение
Инвестиционный план
Операционный план
Финансирование
Результаты
Анализ проекта
Актуализация

Прибыли-убытки Кэш - фло Баланс

Кэш-фло (\$ US)

	2002 год	2003 год	2004 год	2005 год
Затраты на материалы и комплектующие	9 648 033,97	11 121 923,99	11 127 648,96	10 967 184,
Суммарные прямые издержки	9 648 033,97	11 121 923,99	11 127 648,96	10 967 184,
Общие издержки	74 586,22	75 332,09	76 085,41	76 846,
▶ Затраты на персонал	595 007,50	601 800,92	608 765,01	615 377,
Суммарные постоянные издержки	669 593,73	677 133,00	684 850,42	692 223,
Налоги	755 546,58	1 346 668,07	1 347 502,37	1 333 472,
Кэш-фло от операционной деятельности	1 592 190,58	1 014 521,36	993 927,23	855 634,
Затраты на приобретение активов				
Кэш-фло от инвестиционной деятельности				
Собственный (акционерный) капитал				
Выплаты дивидендов	198 734,08	644 611,07	703 365,97	713 485,
Кэш-фло от финансовой деятельности	-198 734,08	-644 611,07	-703 365,97	-713 485,
Баланс наличности на начало периода	269 783,59	1 561 104,31	1 797 118,78	1 974 767,
Баланс наличности на конец периода	1 573 552,77	1 808 681,49	1 984 379,70	2 023 210,

© Expert Systems

Рис.2. – Пример выполнения расчета

Project Expert формирует также таблицы показателей эффективности инвестиций и финансовых показателей, включающие следующие группы данных:

–Показатели ликвидности – текущая ликвидность, быстрая ликвидность, чистый рабочий капитал и другие показатели, отражающие способность компании удовлетворять претензии держателей краткосрочных долговых обязательств.

–Показатели рентабельности – набор коэффициентов, показывающих, насколько прибыльна деятельность компании и насколько эффективно использование различных типов ресурсов.

–Показатели деловой активности позволяют проанализировать, насколько эффективно предприятие использует свои средства, включают набор показателей оборачиваемости различных типов средств, обязательств и т.п.

–Показатели устойчивости характеризуют финансовую независимость и платежеспособность компании, включают различные представления соотношений между источниками финансирования (коэффициент финансовой независимости, коэффициент покрытия процентов и т.п.). Детализация результатов. Кэш-фло. Общие издержки

Инвестиционные критерии, характеризующие стоимость и доходность акций предприятия (прибыль на акцию, коэффициент покрытия дивидендов и т.п.).

Показатели эффективности инвестиций (дисконтированные Cash-Flow критерии) - чистый приведенный доход, период окупаемости проекта, внутренняя норма рентабельности и другие показатели, используемые для комплексного анализа проекта (рис.3).

Строительство сети бензозаправочных станций - Project Expert *

Проект Обмен Результаты Сервис Окно Справка

Финансовые показатели

	2001 год	2002 год	2003 год	2004 год	2005 год
Коэффициент текущей ликвидности (CR), %	14 393,69	223,95	254,94	279,54	310,65
Коэффициент срочной ликвидности (QR), %	14 325,92	185,65	221,92	246,48	278,28
Чистый оборотный капитал (NWC), руб.	26 322 962,05	25 710 325,50	43 882 316,16	54 389 495,61	64 126 194,96
Чистый оборотный капитал (NWC), \$ US	910 097,74	792 424,33	1 248 180,23	1 445 958,04	1 615 746,68
Коэфф. оборачиваем. запасов (ST)		34,11	36,02	36,02	38,64
Коэфф. оборачиваем. кредиторской задолж. (C)					
Коэфф. оборачиваем. рабочего капитала (NCT)					
Коэфф. оборачиваем. основных средств (FAT)					
► Коэфф. оборачиваем. активов (TAT)					
Суммарные обязательства к активам (TD/TA),					
Суммарные обязательства к собств. кап. (TD/I)					
Коэфф. рентабельности валовой прибыли (GPR)					
Коэфф. рентабельности операц. прибыли (OPM)					
Коэфф. рентабельности чистой прибыли (NPM)					
Рентабельность оборотных активов (RCA), %					
Рентабельность внеоборотных активов (RFA), %					
Рентабельность инвестиций (ROI), %					
Рентабельность собственного капитала (ROE),					
Прибыль на акцию (EPS), руб.					

Эффективность инвестиций

Длительность проекта: 60 мес.
Период расчета: 60 мес.

Показатель	Рубли
► Ставка дисконтирования, %	25,00
Период окупаемости - PB, мес.	44
Дисконтированный период окупаемости - DPB, мес.	> 60
Средняя норма рентабельности - ARR, %	27,73
Чистый приведенный доход - NPV	-9 227 107
Индекс прибыльности - PI	0,92
Внутренняя норма рентабельности - IRR, %	19,16
Модифицированная внутренняя норма рентабельности - MIRR, %	22,36

© Expert Systems

Рис.3. – Пример выполнения расчета

Модуль "Детализация результатов" предоставляет возможность детализировать результаты расчета проекта. Всего можно использовать до 30 стандартных таблиц, отображающих состояние и результаты проекта. Если это окажется недостаточным или появится необходимость в отчетах другого формата, их можно создать в разделе «Таблицы пользователя». Оформление и просмотр выходных данных, подготовленных программой, выполняются в разделе «Результаты». Эти материалы вместе с пояснительным текстом входят в бизнес-план, формирование которого обеспечивает Project Expert(рис.4).

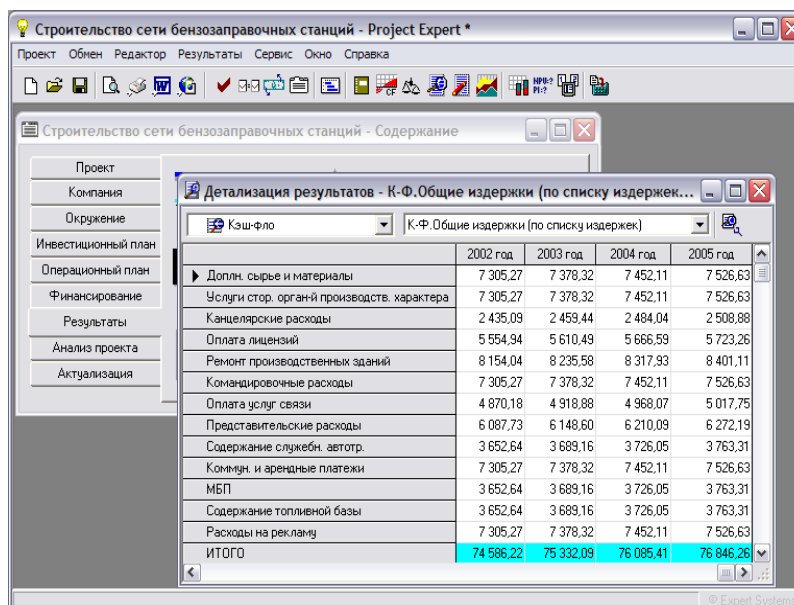


Рис.4. – Пример выполнения расчета

После того как Project Expert сформирует прогнозные финансовые отчеты о результатах деятельности предприятия: отчет о прибылях и убытках, баланс, отчет о движении денежных средств, - автоматически производится расчет планируемых финансовых показателей и показателей эффективности инвестиций. Project Expert позволяет провести проектный анализ в полном объеме и предоставляет апробированную методологию. Помимо оценки эффективности инвестиционных проектов на основе интегральных показателей программа обеспечивает (рис. 5, 6):

- анализ чувствительности
- анализ безубыточности
- сценарный анализ

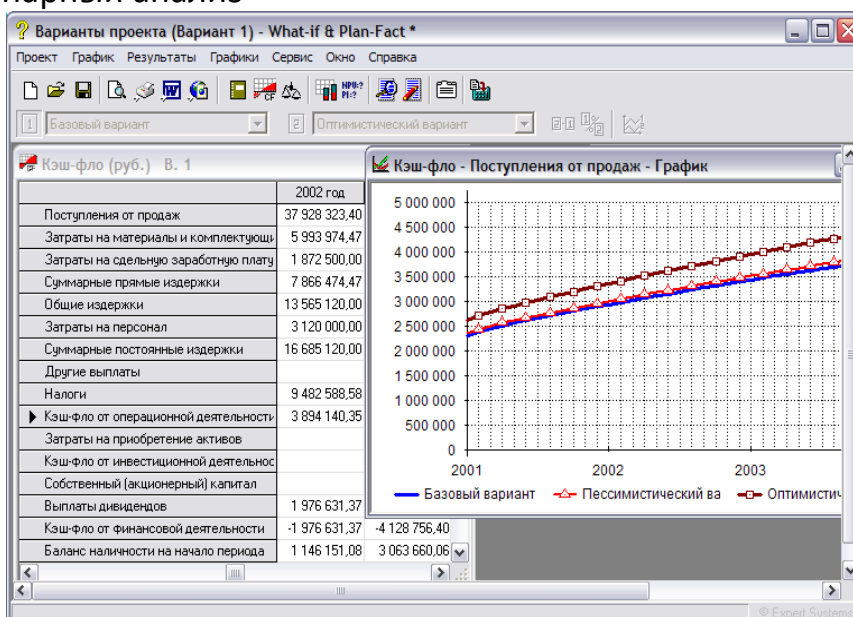


Рис.5.

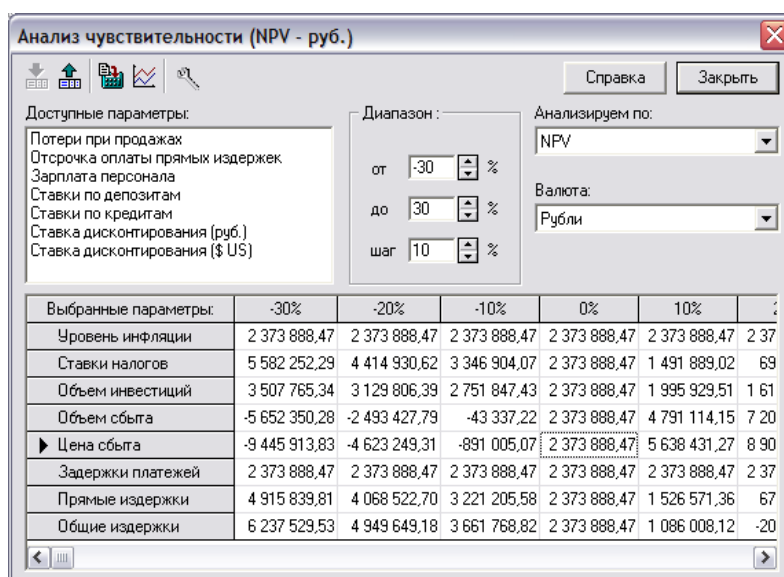


Рис.6.

Исследование чувствительности показателей эффективности к изменению ставки дисконтирования позволяет определить устойчивость проекта к колебаниям конъюнктуры финансового рынка и возможным изменениям макроэкономических условий деятельности (рис.7).

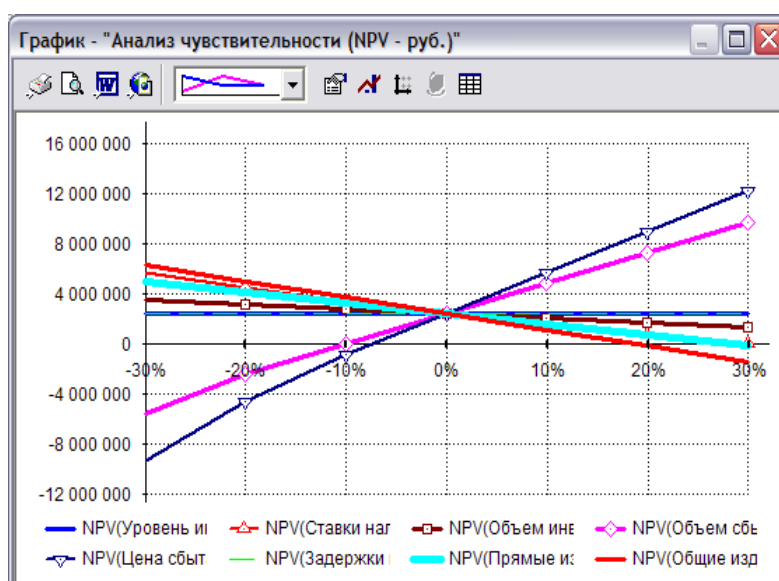


Рис.7.

Вывод. Сделав сравнительный анализ можно сделать вывод, что для каждого пользователя в зависимости от его целей и потребностей существует программный продукт с подходящим набором функциональных свойств, и по мере развития задач пользователи могут наращивать мощь используемых финансовых инструментов.

Научный руководитель: к.ф-м.н., доцент Акимов А.А.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев В.С. Практикум по бизнес - планированию с использованием программы Project Expert . Учебное пособие. Инфра-М, 2007. – 272 с.
2. Акимов А.А. Электронное учебное пособие «Информационные технологии в решении экономических задач»/ А.А.Акимов, Г.Р. Галиаскарова, Р.Г. Идрисов // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. – 2014. – №10(65). – С. 30.

УДК 621.01

СБОРКИ ТРЕХПОВОДКОВОЙ ГРУППЫ ТРЕТЬЕГО КЛАССА С ДВУМЯ ВНЕШНИМИ ПОСТУПАТЕЛЬНЫМИ КИНЕМАТИЧЕСКИМИ ПАРАМИ

И.Н. Мацюк¹, Э.М. Шляхов², Н.В. Зима³

¹кандидат технических наук, доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина

²доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

³асистент, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина

Аннотация. Исследовано влияние двух внешних поступательных кинематических пар группы третьего класса на число её возможных сборок. Поиск сборок выполнен в программе Mathcad на основе представления векторов комплексными числами и сводится к нахождению вещественных корней полинома четвертой степени. Максимальное число сборок в этом случае равно четырем.

Ключевые слова: Mathcad, плоский механизм, вектор, комплексное число, сборка группы

THE ASSEMBLIES OF THE THREE-BAR STRUCTURAL GROUPS OF THE THIRD CLASS WITH TWO EXTERNAL TRANSLATIONAL KINEMATIC PAIRS

Irina Matsyuk¹, Eduard Shlyahov², Natalia Zima³

¹Ph.D., Associate Professor of Machinery Design Bases Department State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine

²Associate Professor of Machinery Design Bases Department State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua



³asistent, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. The investigated the effect two external translational of kinematic pairs structural groups of the third class the number of its possible assembly. Search assembly was performed in the Mathcad program on the basis of vectors representations by complex numbers and it reduces to finding the real roots of a polynomial of the fourth degree. The maximum number of assemblies is four.

Keywords: Mathcad, flat mechanism, vector, complex number, assembly of groups

Введение. Определение положений звеньев является первой и самой сложной задачей кинематического анализа механизмов.

Даже самые простые структурные группы второго класса имеют два варианта сборок, которые легко находятся из уравнений кинематики, приводящих к алгебраическому квадратному уравнению.

С увеличением класса и количества звеньев число возможных сборок растет.

Уравнения кинематики рычажных механизмов записывают с помощью различных методов, среди которых наиболее популярны метод замкнутых векторных контуров, метод преобразования координат, координатный метод и др.

Применение любого из перечисленных методов сводится к численному решению полученных уравнений.

Еще в 1985 году в работе [1], было показано, что максимальное число сборок трехповодковой структурной группы третьего класса с вращательными кинематическими парами равно шести. А поиск сборок сводится к нахождению действительных корней алгебраического полинома шестой степени.

В работе [2] на основе метода условных обобщенных координат этот вывод получил подтверждение.

В работе [3] излагается метод нахождения вариантов сборок, базирующийся на расчленении группы третьего класса на простые группы второго класса. Для каждой простой группы составляются уравнения, решение которых находят с помощью метода итераций. В работе рассмотрены сборки плоского механизма открывания окна, содержащего две поступательные кинематические пары: внешнюю и внутреннюю. Число сборок такого механизма третьего класса равно четырем.

Однако, вывод о том является ли это число максимальным или нет, отсутствует.

Цель работы. Исследовать плоскую трехповодковую группу третьего класса, содержащую в своем составе два поводка в виде ползунов, на предмет выяснения максимального числа возможных сборок.

Материал и результаты исследований. К анализу принята структурная группа, схема которой представлена на рис. 1.

Группа включает в себя стойку 0, базисное звено 2 с тремя внутренними вращательными кинематическими парами B , C и E и три поводка, два из которых ползуны 1 и 4. На основе метода замкнутых векторных контуров [4] на рис. 2 изображено векторное представление звеньев группы.

На рис. 2 обозначены: $BD = l_1$; $BC = l_2$; $CE = l_{21}$; $CD = l_3$; $DE = l_0$.

Заданы следующие геометрические параметры:

$$x_D = 0; y_D = 0, l_2 = 100; l_{21} = 50; l_3 = 40; \varphi_0 = 60^\circ.$$

Исследование выполнено в программном продукте Mathcad v. 11.

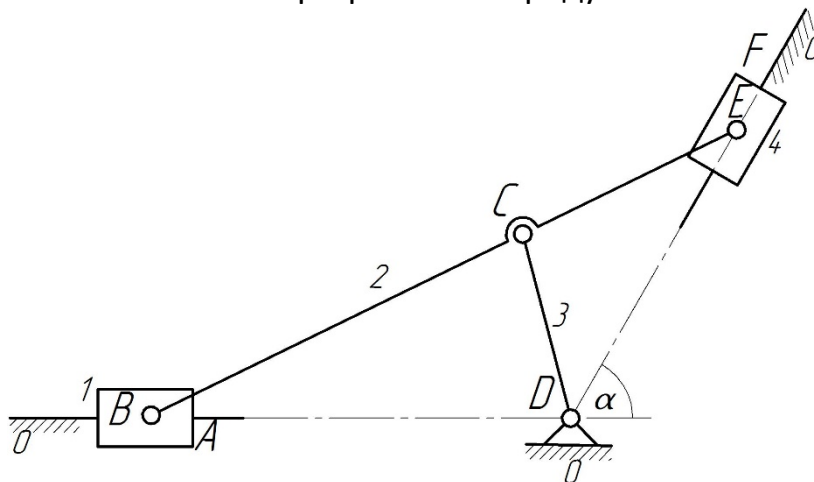


Рис. 1 – Группа третьего класса с двумя ползунами.

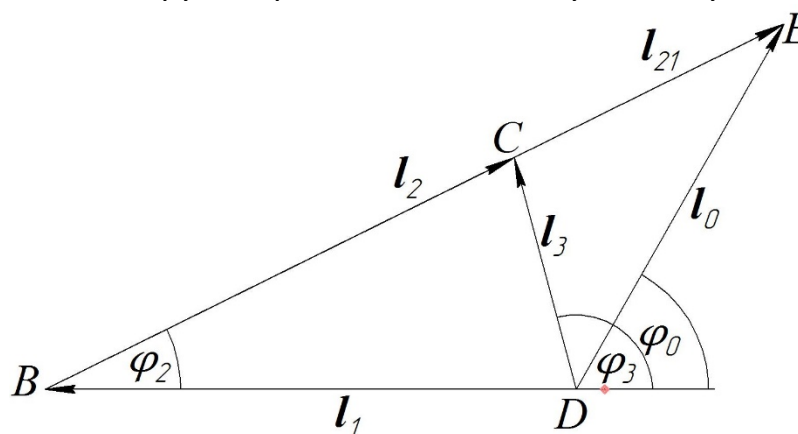


Рис. 2 – Векторная интерпретация группы

Уравнения замкнутости для контуров CED и BED (здесь и далее математические выкладки даны в виде фрагментов документа Mathcad)



$$l_0 \cdot \exp(\phi_0 \cdot i) = l_3 \cdot \exp(\phi_3 \cdot i) - l_{21} \cdot \exp(\phi_2 \cdot i)$$

$$l_0 \cdot \exp(\phi_0 \cdot i) = l_2 \cdot \cos(\phi_2) - l_3 \cdot \cos(\phi_3) + (l_2 + l_{21}) \cdot \exp(\phi_2 \cdot i) \quad .$$

Выполнив элементарные математические преобразования и применив универсальную тригонометрическую подстановку

$$\sin(\phi_2) := \frac{2 \tan\left(\frac{\phi_2}{2}\right)}{1 + \tan\left(\frac{\phi_2}{2}\right)^2} \quad \cos(\phi_2) := \frac{1 - \tan\left(\frac{\phi_2}{2}\right)^2}{1 + \tan\left(\frac{\phi_2}{2}\right)^2} \quad ,$$

получим уравнение четвертой степени относительно $x = \tan \frac{\phi_2}{2}$:

$$y(x) := k_1 \cdot x^4 + k_2 \cdot x^3 + k_3 \cdot x^2 + k_4 \cdot x + k_5$$

Коэффициенты уравнения определяются следующими выражениями:

$$k_1 := -l_{21}^2 - l_3^2 \cdot \cos(\phi_0)^2 + \cos(\phi_0)^2 \cdot l_{21}^2 + l_3^2$$

$$k_2 := -4 \cdot \cos(\phi_0) \cdot l_2 \cdot l_{21} \cdot \sin(\phi_0) - 4 \cdot \cos(\phi_0) \cdot l_{21}^2 \cdot \sin(\phi_0)$$

$$k_3 := 2 \cdot l_3^2 + 2 \cdot l_{21}^2 - 8 \cdot l_2 \cdot l_{21} \cdot \cos(\phi_0)^2 - 4 \cdot l_2^2 - 6 \cdot \cos(\phi_0)^2 \cdot l_{21}^2 - 2 \cdot l_3^2 \cdot \cos(\phi_0)^2$$

$$k_4 := 4 \cdot \cos(\phi_0) \cdot l_2 \cdot l_{21} \cdot \sin(\phi_0) + 4 \cdot \cos(\phi_0) \cdot l_{21}^2 \cdot \sin(\phi_0)$$

$$k_5 := -l_{21}^2 - l_3^2 \cdot \cos(\phi_0)^2 + \cos(\phi_0)^2 \cdot l_{21}^2 + l_3^2 \quad .$$

Для исследуемой группы эти коэффициенты равны

$$k_1 = -675 \quad k_2 = -12990 \quad k_3 = -46350 \quad k_4 = 12990 \quad k_5 = -675 \quad .$$

Для нахождения корней многочлена в программе Mathcad имеется специальная функция «polyroots». С ее помощью находим четыре действительных корня.

$$v := (k_5 \ k_4 \ k_3 \ k_2 \ k_1)^T \quad \text{polyroots}(v)^T = (-14.375 \ -5.135 \ 0.07 \ 0.195) \quad .$$

Этим корням соответствуют следующие значения угла ϕ_2 :

$$\phi_{21} := -172.04 \text{deg} \quad \phi_{22} := -157.959 \text{deg} \quad \phi_{23} := 7.959 \text{deg} \quad \phi_{24} := 22.041 \text{deg}$$

Четыре сборки рассмотренной структурной группы представлены на рис. 3.



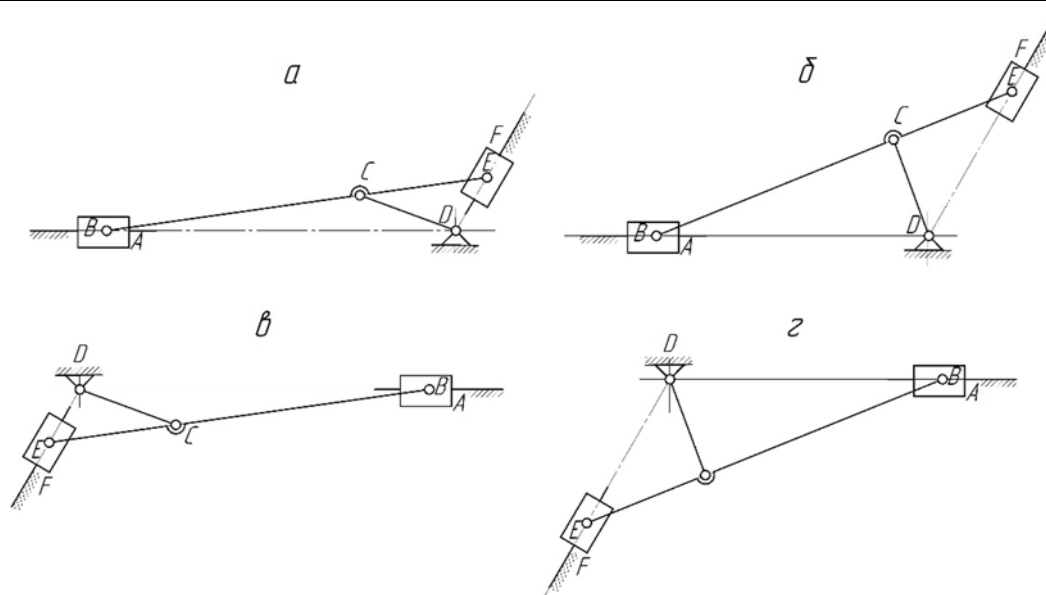


Рис. 3 – Сборки группы третьего класса с двумя ползунами:

а - $\varphi_2 = 7,959^\circ$; б - $\varphi_2 = 22,041^\circ$; в - $\varphi_2 = -172,04^\circ$; г - $\varphi_2 = -157,959^\circ$.

Вывод. Для трехповодковой четырехзвенной структурной группы с двумя поводками-ползунами максимальное число сборок равно четырем. Возможные сборки определяются вещественными корнями многочлена четвертой степени и могут быть получены численно с помощью стандартной процедуры программы Mathcad.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пейсах Э.Е. Определение положений звеньев трехповодковой и двухповодковой четырехзвенных групп Ассура с вращательными парами //Машиноведение. – 1985. - № 5. – С. 55-61.
2. Джалдасбеков У. А. Аналитические методы анализа и синтеза механизмов высоких классов. / У. А. Джалдасбеков, М. М. Малдарбеков Алматы, 1997, - 230с.:ил.
3. Čavić, M., Kostić, M., Zlokolica, M., Position Analysis Of The High Class Kinematic Group Mechanisms. Proceedings of 12th World IFTOMM Congress, 2007., Besancon, (CD Rom) pp.1-6.
4. Мацюк И.Н., Шляхов Э.М. Определение кинематических и кинетостатических параметров плоских стержневых механизмов сложной структуры// Современное машиностроение. Наука и образование: Материалы 3-й Междунар. науч.-практ. конференции. / Под ред. М.М. Радкевича и А.Н. Евграфова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – С. 788 – 796.
5. Мацюк И.Н., Геометрический анализ трехповодковой структурной группы третьего класса в программе Mathcad. Вісник Криворізького технічного університету – Кривий Пір, 2013. – Вип. 35. – С. 209–213.

УДК 378.14

ВИЗНАЧЕННЯ РЕЙТИНГУ СТУДЕНТІВ В УМОВАХ МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ

О.М. Паламарчук¹, М.М. Балака²

¹студентка групи ПНК-51, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, e-mail: olgahodnevich@ukr.net

²асистент кафедри будівельних машин, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, e-mail: maxim.balaka@gmail.com

Анотація. В роботі наведено види рейтингу, що регулюють порядок вивчення та засвоєння студентом дисципліни в умовах модульної системи навчання. Описано принципи рейтингової системи контролю знань, переваги її використання в навчальному процесі та порядок визначення семестрового рейтингу студента з дисципліни.

Ключові слова: модульна система навчання, рейтинг, контроль знань.

DETERMINATION OF STUDENTS RATING IN THE CONDITIONS OF MODULAR TRAINING SYSTEM

Olga Palamarchuk¹, Maxim Balaka²

¹Student of group PNC-51, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: olgahodnevich@ukr.net

²Assistant of Building Machinery Department, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: maxim.balaka@gmail.com

Abstract. The paper presents the rating types, governing the study and assimilation a student at discipline in the conditions of modular training system. The principles of rating system for knowledge control, the advantages of its use in the training process and the procedure for determination the semester rating of student on discipline are described.

Keywords: modular training system, rating, knowledge control.

Вступ. Існуючі системи оцінювання знань студентів у більшості випадків є недостатньо ефективними. Окрім суб'єктивізму цих систем і домінування в них усередненого підходу можна відзначити також їх епізодичне та безсистемне використання. Система контролю знань у вищих навчальних закладах (ВНЗ) вступає в суперечність з сучасними вимогами до підготовки кваліфікованих спеціалістів і ніяк не сприяє самостійній роботі студентів.

Останніми роками все більш популярною в закордонній та українській дидактиці стає рейтингова система оцінювання знань студентів. Реалізації рейтингової системи оцінювання вимагає Болонська конвенція, перехід до здійснення

положень якої відбувається в системі вищої освіти України.

Мета роботи. Охарактеризувати рейтингову систему контролю знань, переваги її використання для всіх учасників навчального процесу. Навести порядок підрахунку семестрового рейтингу студента з дисципліни.

Матеріал та результати досліджень. Організація модульних програм професійного навчання створює передумови для використання рейтингового оцінювання знань студентів [1]:

- програма навчання включає систему модулів і навчальних елементів, структурна організація якої дозволяє планувати оцінювання з кожного елементу програми;

- у кожному модулі та при навчальному плануванні передбачається виконання тестів і практичних завдань, результати яких повинні враховуватись при побудові рейтингової оцінки;

- у модульних програмах зазвичай передбачається підсумкове тестування, а також виконання підсумкових творчих робіт, які також мають бути включені до підсумкової рейтингової оцінки.

Технологія модульного навчання настільки тісно пов'язана з рейтинговою системою оцінювання знань студентів, що прийнято говорити про модульно-рейтингову систему навчання (МРСН).

Рейтинг (від англійського *rating* – рівень, розряд) – це індивідуальний числовий показник. Рейтингова оцінка системи знань передбачає систему накопичення умовних одиниць (балів) знань протягом всього періоду, що атестується. Залежно від кількості балів, отриманих за кожен виконаний вид навчальної діяльності, студент після закінчення курсу отримує досить адекватну сукупну оцінку. Такий підхід дозволяє в комплексі оцінити старанність студента, його навчальну активність і рівень засвоєння матеріалу.

Рейтингова система – сукупність правил, методичних вказівок і відповідного математичного апарату, реалізованого в програмному комплексі, що забезпечує обробку інформації як за кількісними, так і за якісними показниками індивідуальної навчальної діяльності студентів, та дозволяє привласнити персональний рейтинг (інтегральну оцінку, число) кожному студентові в розрізі будь-якої навчальної дисципліни, будь-якого виду занять, а також узагальнено за списком дисциплін.

У практиці ВНЗ *рейтинг* – це деяка числова величина, виражена, як правило, за багатобальною шкалою, приміром п'яти- або стобальною, та інтегрально характеризує успішність і знання студента по одному чи декількох дисциплінах протягом визначеного періоду навчання (семестр, рік).

Рейтинг підрозділяється на різні види, що регулюють порядок вивчення навчальної дисципліни і оцінку її засвоєння (рис. 1). Рейтинг у ВНЗ може бути реалізований

лізований на рівні: дисципліни або групи дисциплін (кафедри, факультету), загального рейтингу студента за результатами курсу навчання.

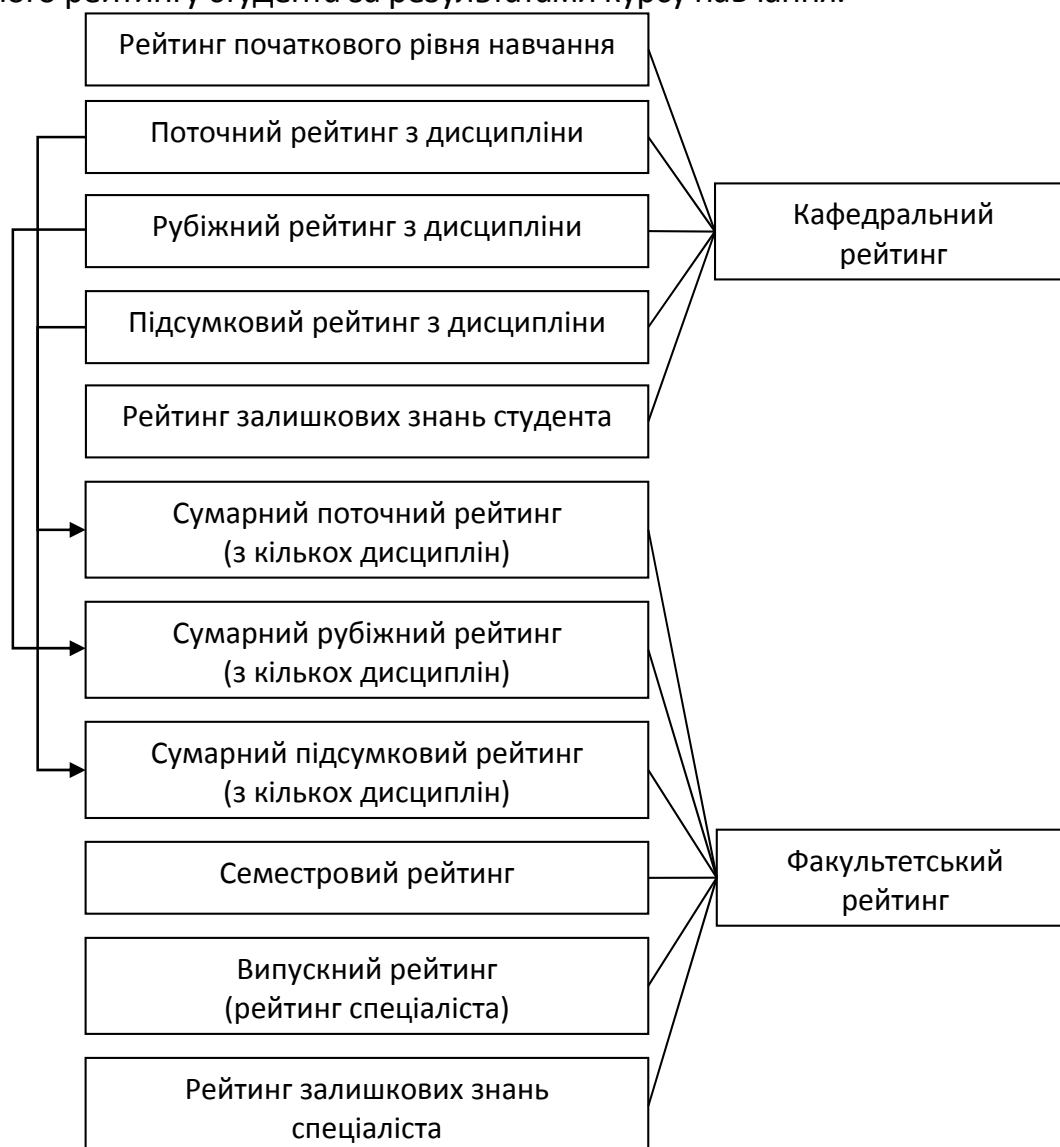


Рисунок 1 – Типологія рейтингів студента у навчальному процесі

Мета рейтингового оцінювання полягає в тому, щоб створити умови для мотивації самостійності студентів, які навчаються, засобами своєчасної і систематичної оцінки результатів їх роботи щодо реальних досягнень.

В основі рейтингової системи контролю знань лежить комплекс мотиваційних стимулів, серед яких – своєчасна і систематична оцінка результатів в точній відповідності з реальними досягненнями студентів, а також система заохочення успішних студентів.

Однак для ефективної та правильної роботи рейтингової системи оцінювання знань потрібно, щоб виконувались наступні умови [2]:

- при організації рейтингового контролю застосовуються поточний, проміжний (рубіжний) і загальний контроль. Форми і методи будь-якого контролю

визначаються кафедрою (викладачем) і доводяться до зведення студентів на початку навчального семестру;

- обов'язковою умовою рейтингової системи контролю є наявність план-графіка самостійної роботи студента з кожної дисципліни;
- чітко розробляється система критеріїв, по яких можна оцінити правильність виконання кожного із завдань.

Принципи, на яких базується рейтингова система оцінювання:

- 1) комплексність – комплексне врахування всіх видів навчальної діяльності студентів;
- 2) систематичність – врахування повинне проходити постійно впродовж всього періоду навчання;
- 3) діагностичність – результати рейтингової оцінки повинні дозволяти робити висновки про необхідність внесення змін у навчальний процес, в організацію пізнавальної діяльності студентів;
- 4) адекватність – відповідність оцінювання видам діяльності та врахування різного вкладу різних видів діяльності в загальний результат;
- 5) дуальність – можливість застосування системи як в очному, так і в дистанційному навчанні;
- 6) різносторонність – врахування в рейтинговій системі результатів успішності, відвідуваності занять та своєчасності виконання робіт;
- 7) відвертість – система рейтингового контролю має бути абсолютно «прозорою» і відкритою для студентів, тобто їм мають бути зрозумілі правила виставлення балів, підрахунку загального рейтингу; ці правила мають бути доведені до студентів на початку навчання.

Рейтингова система оцінювання надає переваги і для студентів, і для викладачів. Використання рейтингового контролю стимулює у студента:

- прагнення до здобуття вищого балу і покращення свого рейтингу;
- систематичну і ритмічну навчально-пізнавальну діяльність;
- своєчасне виконання робіт згідно графіку навчального процесу;
- систематичне відвідування занять;
- творчу активність, науково-дослідну діяльність;
- можливість просто і регулярно у будь-який момент часу отримати інформацію про набраний рейтинг і свої успіхи, що дозволяє з боку студента управляти навчальним процесом з вивчення окремих дисциплін, прагнути досягнення кращих результатів в оцінці своєї діяльності.

Рейтингова оцінка знань важлива для викладача, тому що:

- систематичне оцінювання дозволяє викладачеві об'єктивніше виставляти залікові та екзаменаційні оцінки;
- на підставі систематичного рейтингового оцінювання можна робити важливі висновки про необхідність змін в навчальному процесі;

- створюється основа для диференціації студентів, що особливо важливо при переході на багаторівневу систему навчання;
- дозволяє скласти для кожного студента індивідуальну освітню траєкторію, що робить навчальний процес гнучкішим і мобільнішим.

Основний алгоритм рейтингової системи контролю знань:

- 1) весь курс навчання з предмету розбивається на тематичні розділи (модулі), контроль з яких обов'язковий;
- 2) після закінчення навчання з кожного модуля проводиться контроль знань студентів із оцінкою в балах;
- 3) в кінці навчання визначається сума набраних за весь період балів і виставляється загальна оцінка. Студенти мають підсумкову суму балів з рейтингу від 86 % до 100 % можуть бути звільнені від заліків (екзаменів).

Оскільки навчальна діяльність студента має безліч складових, то її результати виявляються не лише в результативності засвоєння змісту навчального матеріалу, тому оцінка навчальної діяльності студента об'єктивно має бути багатомірною. Однак в цій багатомірності не повинні втрачатися оцінки різних складових навчальної діяльності, які необхідні студентові передусім для об'єктивізації самооцінки і корекції своїх планів. Разом з цим оцінка є робочим інструментом, і тому її не можна робити занадто громіздкою: вона має бути ясна і зрозуміла як для викладача, так і для студента. І з врахуванням можливості застосування автоматизованої системи контролю знань доцільно результати контролю знань студентів в кожній контрольній точці оцінювати за п'ятибальною шкалою від 0 до 5 з кроком 0,1 балу, що дозволяє одержувати 50 диференційованих оцінок [3].

Порядок підрахунку семестрового рейтингу студента з дисципліни по поточному контролю успішності наступний.

1. Якщо дисципліна містить один модуль, тобто це дисципліни, які читаються в об'ємі не більше однієї години на тиждень, то семестровий рейтинг студента з дисципліни (R_{dc}):

$$R_{dc} = R_{dm} = \sum_{i=1}^n O_{cpi} \cdot k_i, \quad (1)$$

де R_{dm} – рейтинг студента по модулю дисципліни; n – кількість форм поточного контролю; $O_{cpi} = \left(\sum_{j=1}^{m_{Ti}} O_{ij} \right) / m_{Ti}$ – середній бал за даний період i -тої форми поточного контролю; $\sum_{j=1}^{m_{Ti}} O_{ij}$ – сума балів всіх j -тих точок оцінювання i -тої форми поточного контролю; m_{Ti} – кількість точок оцінювання, включа-

ючи число перездач, по i -тій формі поточного контролю; k_i – коефіцієнт значущості i -тої форми контролю ($\sum k_i = 1,0$).

а) Якщо за навчальним планом передбачений з дисципліни тільки «залік», то семестровий рейтинг з дисципліни розраховують за виразом (1), вважається залік зданий студентом, якщо $R_{\partial c} = R_{\partial m} = R_{\partial z} \geq 3,0$;

б) Якщо за навчальним планом з дисципліни передбачений «залік» і «іспит», то для виставлення «заліку» необхідно підрахувати рейтинг $R_{\partial z}$ тільки для тих форм поточного контролю, по яких передбачений залік. Розрахунок здійснюють за виразом

$$R_{\partial z} = \sum_{i=1}^{n_3} O_{cpi} \cdot k_{zi}, \quad (2)$$

де $R_{\partial z}$ – рейтинг залікових одиниць (заліку); n_3 – кількість форм поточного контролю, по яких передбачений залік; k_{zi} – коефіцієнти значущості форм поточного контролю, по яких передбачений залік ($\sum k_{zi} = 1,0$).

Якщо залік ставиться за результатами тільки однієї форми поточного контролю, то $R_{\partial z}$ дорівнюватиме середньому балу однієї форми поточного контролю ($R_{\partial z} = O_{cpi}$). Залік вважається за зданого студента, якщо $R_{\partial z} \geq 3,0$.

Для визначення екзаменаційної оцінки за результатами поточного контролю підраховується семестровий рейтинг студента з дисципліни ($R_{\partial c}$) за виразом (1), якщо всі форми поточного контролю проводить один викладач. Тут також необхідно, щоб сума коефіцієнтів значущості для форм поточного контролю, по яких передбачений іспит, складала 1,0.

Якщо різні форми поточного контролю з дисципліни проводять декілька викладачів, то семестровий рейтинг розраховується за виразом

$$R_{\partial c} = \sum_{i=n_3+1}^n O_{cpi} \cdot k_i + R_{\partial z} \sum_{i=1}^{n_3} k_i, \quad (3)$$

де $R_{\partial z}$ – визначається за виразом (2).

в) Якщо в навчальному плані з дисципліни передбачені «залік», «іспит» і «курсовий проект» (курсова робота), то курсовий проект розглядається як окремий модуль. Курсовий проект містить свої, встановлені викладачем, специфічні форми поточного контролю, коефіцієнт значущості яких в сумі складає 1,0. У процедурі представлення курсового проекту обов'язково повинна мати місце підсумковий захист курсового проекту.

Рейтинг курсового проекту (роботи) розраховується таким чином:

$$R_{\partial k} = k_{KT} \cdot R_{KT} + k_{KH} \cdot O_{зах}, \quad (4)$$



де R_{KT} – рейтинг курсового проекту з поточного контролю; $O_{\text{зак}}$ – оціночний бал підсумкового захисту курсового проекту; k_{KT} – коефіцієнт значущості оцінки поточного контролю виконання курсового проекту (наприклад, $k_{KT} = 0,2$); k_{KH} – коефіцієнт значущості оцінки підсумкового контролю захисту курсового проекту (наприклад, $k_{KH} = 0,8$).

$$R_{KT} = \sum_{i=1}^{n_K} O_{\text{спі}} \cdot k_{Ki}, \quad (5)$$

де n_K – кількість форм поточного контролю в курсовому проекті; k_{Ki} – коефіцієнти значущості окремих i -тих форм поточного контролю виконання курсового проекту ($k_{Ki} = 1,0$).

Рейтинг залікових одиниць ($R_{\text{дз}}$) підраховують за виразом (2), семестровий рейтинг з дисципліни ($R_{\text{дс}}$) визначають за виразом (1) або (3).

2. Якщо дисципліна містить більше за один модуль, то семестровий рейтинг студента з дисципліни ($R_{\text{дс}}$) визначають за виразом

$$R_{\text{дс}} = \sum_{K=1}^{m_M} R_{\text{дмк}} \cdot k_{\text{МК}}, \quad (6)$$

де $R_{\text{дмк}}$ – рейтинг студента K -того модуля дисципліни, що визначається за виразом (1); m_M – кількість модулів дисципліни в семестрі; $k_{\text{МК}}$ – коефіцієнти значущості K -того модуля.

Для спрощення обчислень необхідно, щоб сума коефіцієнтів значущості модулів дорівнювала одиниці ($\sum k_M = 1,0$).

а) Якщо за навчальним планом передбачений з дисципліни тільки залік, то підраховують семестровий рейтинг з дисципліни за виразом (6) і вважається, що залік зданий студентом, якщо $R_{\text{дс}} = R_{\text{дз}} \geq 3,0$.

б) Якщо за навчальним планом з дисципліни передбачені залік та іспит, то для виставлення заліку необхідно підрахувати рейтинг заліку ($R_{\text{дз}}$) тільки для тих форм поточного контролю, з яких передбачений «залік».

Розрахунок рейтингу заліку здійснюють за виразом

$$R_{\text{дз}} = \sum_{K=1}^{m_M} R_{\text{дзк}} \cdot k_{\text{МК}}, \quad (7)$$

де $R_{\text{дзк}}$ – рейтинг залікових одиниць K -того модуля, згідно виразу (2).

Залік вважається за зданого студента, якщо $R_{\text{дз}} \geq 3,0$. Для визначення екзаменаційної оцінки за результатами поточного контролю підраховують рейтинг з дисципліни ($R_{\text{дс}}$) за виразом (2.6), якщо всі види занять з даної дисципліни

веде один викладач. Якщо всі види занять з дисципліни ведуть декілька викладачів, то в цьому випадку семестровий рейтинг студента з дисципліни слід розраховувати з врахуванням рейтингу заліку ($R_{\partial z}$):

$$R_{\partial c} = \sum_{K=1}^{m_M} \sum_{i=n_3+1}^n O_{cpi} \cdot k_i \cdot k_{mk} + R_{\partial z} \sum_{i=1}^{n_3} k_i, \quad (8)$$

де $R_{\partial z}$ – визначається за виразом (7).

в) Якщо за навчальним планом з дисципліни передбачені залік, іспит і курсовий проект, то рейтинг курсового проекту ($R_{\partial k}$) розраховують за виразом (4), рейтинг заліку ($R_{\partial z}$) – за виразом (7), рейтинг екзаменаційної оцінки – за виразом (6) або (8).

Якщо студент згоден на отримання заліку і екзаменаційної оцінки за результатами поточного контролю і не претендує на підвищення свого семестрового рейтингу з дисципліни, то в залікову книжку йому виставляють «зараховано» за $R_{\partial} = R_{\partial z}$ та екзаменаційну оцінку за $R_{\partial} = R_{\partial c}$ відповідно до перевідної таблиці 1.

Таблиця 1 – Шкала оцінювання та переведення балів

Рейтинг дисципліни (курсowego проекту)	Екзаменаційна оцінка (диференційований залік)	Залік
$4,5 \leq R_{\partial} \leq 5,0$	«відмінно»	«зараховано»
$4,0 \leq R_{\partial} \leq 4,5$	«добре»	«зараховано»
$3,0 \leq R_{\partial} < 4,0$	«задовільно»	«зараховано»
$R_{\partial} < 3,0$	«незадовільно»	«не зараховано»

У заліково-екзаменаційну відомість проставляють залік і екзаменаційну оцінку за R_{∂} відповідно до таблиці 1 відповідних ним рейтингів поточного контролю $R_{\partial z}$ і $R_{\partial c}$. Студенти, що мають поточний рейтинг з дисципліни $R_{\partial c} < 3,0$ і студенти, що бажають підвищити свій навчальний рейтинг, повинні минути підсумкову форму контролю: здачу заліку та іспиту.

При здачі заліку виставляється оцінка (O_3) за п'ятибальною шкалою і обчислюють рейтинг заліку (R_3):

$$R_3 = k_{\partial z} \cdot R_{\partial z} + k_{I3} \cdot O_3, \quad (9)$$

де $k_{\partial z}$ – коефіцієнт значущості оцінки поточного контролю при здачі заліку, наприклад $k_{\partial z} = 0,4$; k_{I3} – коефіцієнт значущості оцінки підсумкового контролю при здачі заліку, наприклад $k_{I3} = 0,8$.

При складанні іспиту виставляється оцінка (O_E) за п'ятибальною шкалою і обчислюють результуючий рейтинг з дисципліни:

$$R_{ДЕ} = k_{\partial c} \cdot R_{\partial z} + k_{IE} \cdot O_E, \quad (10)$$

де $k_{\partial c}$ – коефіцієнт значущості оцінки поточного контролю при складанні іспиту, наприклад $k_{\partial c} = 0,4$; k_{IE} – коефіцієнт значущості оцінки підсумкового контролю при складанні іспиту, наприклад $k_{IE} = 0,8$.

Якщо в результаті спроби підвищення навчального рейтингу на заліку опиниться, що $R_z < R_{\partial z}$, то для обліку успішності зберігається попередній рейтинг, тобто $R_{\partial} = R_{\partial c} = R_{\partial z}$. Якщо в результаті спроби підвищення рейтингу на іспиті опиниться, що $R_{ДЕ} < R_{\partial c}$, то для обліку успішності зберігається попередній рейтинг, тобто $R_{\partial} = R_{\partial c}$.

Якщо на іспитах студент не набирає необхідної кількості балів для отримання екзаменаційної оцінки (по балах, приведених в таблиці 1), то йому виставляється оцінка «незадовільно» ($R_{\partial} < 3,0$) з правом однієї переекзаменовки у встановлені деканатом терміни. У особливих випадках студенту дозволяється друга переекзаменовка – комісії. У залікові та екзаменаційні відомості в цьому випадку проставляють результати здачі заліку та іспиту, виходячи з остаточного значення рейтингу $R_{\partial} = R_z$ і $R_{\partial} = R_{ДЕ}$.

Рейтинг студента підраховується у комп'ютерному програмному середовищі. Застосування рейтингів студента виглядає дуже ефективно, зокрема при диференційованому розподілі студентських стипендій [1].

Висновки. Рейтингова система оцінювання успішно працюватиме при її введенні в усіх навчальних дисциплінах. За допомогою рейтингу повсякденна робота студента над предметом відбивається у підсумковій оцінці. Контроль засвоєння студентом кожної дисципліни здійснюється в рамках модульної системи навчання, що включає поточну та рубіжну атестації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Артюшина М. В. Психологія діяльності та навчальний менеджмент : навч. посібник [Електронний ресурс] / М. В. Артюшина. – Режим доступу : <http://posibniki.com.ua/post-modulno-reytingova-sistema-kontrolyu-y-ocinyuvannya-navchalnoio-diyalnosti>.
2. Паламарчук О. М. Структурний аналіз модульної системи навчання / О. М. Паламарчук, М. М. Балака // Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2015 : материалы Междунар. науч.-практ. конф. 21–22 мая 2015 г. – Днепропетровск : НГУ, 2015. – С. 378–388.
3. Медведенко Н. В. Совершенствование контроля знаний и учета успеваемости студентов в контексте Болонского процесса: из опыта внедрения Европейской системы накопления и переноса кредитных единиц и модульно-рейтинговой системы оценки знаний студентов / Н. В. Медведенко, С. Ю. Рубцова // Высшее образование сегодня. – 2008. – № 3. – С. 93–96.

УДК 371.38

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ БАКАЛАВРОВ ДИСЦИПЛИНЕ «ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ»

С.А. Пахомова¹, М.В. Унчикова²

^{1, 2} кандидат технических наук, доцент, кафедра «Материаловедение», Московский Государственный Технический Университет им. Н. Э. Баумана, Россия

email: ¹mgtu2013@yandex.ru, ²unchikova_mv@mail.ru

Аннотация. В работе представлены рекомендации по системе преподавания курса «Инженерия поверхности» студентам-бакалаврам по специальности «Материаловедение». Программа состоит из модулей, сформированных в соответствии с учебным планом. Каждый модуль включает лекционный курс, методическое и техническое обеспечение дисциплины, а также методику проведения контроля знаний. Для существенного повышения качества обучения и приближения к практической деятельности, в статье приведены рекомендации по самостоятельной работе студентов и обширный список литературы, включающий, в том числе, современные интернет-ресурсы.

При разработке учебной программы учитывались требования Государственного образовательного стандарта по направлению 150100.62.

Ключевые слова: Инженерия поверхности, материаловедение, программа дисциплины, рекомендации, направление подготовки, методика преподавания.

ADVANCED METHODS OF TEACHING BACHELORS OF COURSE "SURFACE ENGINEERING"

S. Pakhomova¹, M. Unchikova²

^{1, 2} Ph.D., assistant Professor, Bauman Moscow State Technical University, Materials Department, Russia

email: ¹mgtu2013@yandex.ru, ²unchikova_mv@mail.ru

Abstract. The paper presents recommendations for the teaching of the course "Surface Engineering" to students in the specialty "Science of Materials". The program consists of modules, formed in accordance with the curriculum. Each module includes lectures, methodological and technical maintenance of discipline, as well as the methodology for the control of knowledge.

To significantly improve the quality of education, the article provides the recommendations for students to self-study of the course and the extensive bibliography, which includes, inter alia, modern Internet resources.

Curriculum development was carried out to meet the requirements of state educational standards in the 150,100.62 direction.

Keywords: Surface Engineering, Science of Materials, program, recommendations, discipline, methodology.

Введение. Преподавание курса «Инженерия поверхности» в МГТУ им. Н.Э. Баумана ведет кафедра «Материаловедение» в течение 3-х лет. Основной целью изучения дисциплины является формирование у студентов знаний, умений и навыков в области современных представлений об особенностях структуры и свойств поверхностных слоев материалов, включая внутренние поверхности раздела, а также инженерных методов изменения структуры поверхностей для получения заданных свойств материалов и изделий.

Основным акцентом при формировании структуры курса «Инженерия поверхности» являлось ознакомление студентов-материаловедов (бакалавров) с закономерностями формирования структуры и свойств поверхности деталей. Как известно, управление структурой и свойствами поверхности деталей осуществляются путем применения эффективных технологий ее обработки. Научные представления и инженерный метод обеспечивают грамотный подход к разработке и применению современных методов обработки поверхностных слоев. В настоящее время новые материалы с новыми принципами организации структуры обеспечивают получение в одном материале трудно сочетаемых физических и механических свойств.

Настоящая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования с учетом требований к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по специальности «Материаловедение» и соответствует компетенциям по направлению подготовки бакалавра 150100.62 «Материаловедение и технологии материалов».

Дисциплина входит в часть профессионального цикла по выбору и преподается в течение одного семестра. Программа рассчитана на 36 часов, из которых 24 – лекции, остальное – самостоятельная работа, направленная на проработку курса, выполнение домашнего задания, подготовку к контрольной работе и к зачету.

Освоение дисциплины предусматривает наличие у студентов первоначальных знаний и умений по следующим дисциплинам: «Физика» (молекулярная физика, физика твердого тела, строение твердых тел, магнетизм, электричество, механические, тепловые, магнитные и электрические свойства твердых тел); «Химия» (виды химической связи, зависимость свойств от положения элементов в периодической системе элементов, элементы электрохимии, химии полимеров, диэлектриков и полупроводников); «Информационные технологии»; «Основы термодинамики».

В свою очередь, знания, полученные студентами в данном курсе, используются при выполнении курсовых проектов и выпускной квалификаци-

онной работы, а также в курсах по теории и практике обработки материалов, трибологии и химико-термической обработке.

Применяемый в МГТУ им. Н.Э. Баумана рейтинго-модульный принцип организации преподавания дисциплин используется в методике преподавания курса «Инженерия поверхности». Весь курс разбивается на два модуля. Первый включает изучение инженерии поверхности деталей на этапах их жизненного цикла, а второй – осуществление инженерии поверхности деталей машиностроения различными способами. Структура и содержание курса, с указанием временных затрат на изучение отдельных тем модулей, представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Структура и содержание дисциплины

№ п/п	Модули	Лекции, ч	Семинары, ч	Самостоятельная работа, ч	Литература
	Модуль 1. Инженерия поверхности деталей на этапах жизненного цикла	12		6	[1-5, 6-10]
1.1	Лекции				
1.2	Контрольная работа №1				
	Модуль 2. Инженерия поверхности деталей машиностроения различными способами	12		6	[3-5, 6-8]
2.1	Лекции				
2.2	Домашнее задание. Презентация доклада на тему «Способ обработки поверхности детали»				
2.3.	Контрольная работа №2				
	Итого:	24		12	

Ниже более подробно приведены содержание лекций, семинаров, лабораторных работ, домашних заданий и структуры оценок по каждой из тем модулей.

1. Лекционный курс

Лекционный курс 1-го модуля включает следующие темы:

1. Проектирование (исходя из функционального назначения детали с наибольшей долговечностью и наименьшими затратами при изготовлении, контроле, эксплуатации, ремонте, восстановлении и утилизации).

2. Технологическая подготовка производства (разработка технологий, обеспечивающих требуемые эксплуатационные свойства при наименьшей себестоимости: на основе САПР ТП и с учетом новейших технологий: электронных, ионных, плазменных).

3. Изготовление деталей. Причем формирование поверхности начина-



ется с получения заготовки и заканчивается окончательной чистовой обработкой. При этом нужно учитывать каждый последующий вид обработки, используя науку о технологической наследственности.

4. Контроль и испытания после каждого вида обработки. А также обработка экспериментальных данных. Сопряжение рабочих поверхностей при сборке. (Возможно появление контактных напряжений).

5. Эксплуатация. Происходит изменение геометрических и физико-механических параметров под действием нормальных и касательных нагрузок особенно в агрессивной среде. Возможны следующие эффекты: упругая и пластическая деформация, корродирование, растрескивание, износ.

6. Ремонт: замена или восстановление потерявших качество поверхностных слоев деталей. В следствие износа, коррозии. Определяется себестоимостью процессов: замена целесообразна в массовом производстве несложных деталей, а восстановление — дорогих и сложных деталей.

7. Утилизация. Особенно позолоченные, серебряные и экологически вредные для здоровья (радиационные или химически активные).

Лекционный курс 2-го модуля включает следующие темы:

1. Основные показатели качества машин: надежность и КПД, которые преимущественно определяются свойствами поверхностных слоев деталей и соединений (пределом выносливости, коррозионной стойкостью, износостойкостью, коэффициентом трения, контактной жесткостью, прочностью посадок, герметичностью соединения и др.).

2. Работа детали машин и устройств в контакте с окружающей или эксплуатационной средой (воздух, вакуум, морская вода, почва и пр.); с технологическими средами, применяемыми в производственном процессе в качестве исходных и конечных материалов при изготовлении веществ и изделий (химические элементы, соединения и их растворы в различных агрегатных состояниях); со средами, используемыми для осуществления рабочего цикла (например, в энергетических установках — топливо и теплоносители, в узлах трения — смазочные материалы и т. д.).

3. Различные виды поверхностной обработки для устранения или торможения процессов, протекающих на границе среда — металл, негативно воздействующих на работоспособность материалов. Необходимость при разработке изделий и технологии их производства использовать достижения современной инженерии поверхности.

4. Методы направленного изменения физико-химических свойств поверхностных слоев материалов путем деформирования, модифицирования, нанесения пленок, покрытий и защитных слоев различными способами.

5. Нанотехнология в инженерии поверхности. Примеры использования нанотехнологий для целенаправленного изменения свойств поверхности изделий. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Технология тонких пленок. Нанокompозитные и наноструктурированные упрочняющие покрытия.

2. Самостоятельная работа

Модуль 1 «Инженерия поверхности деталей на этапах жизненного цикла» включает самостоятельную проработку курса лекций (по конспектам) и методических материалов в рамках подготовки к рейтинговому контролю по материалам модуля в виде контрольной работы №1. Используются конспекты лекций и литература [1-10].

Модуль 2 «Инженерия поверхности деталей машиностроения различными способами» включает выполнение домашнего задания «Способ обработки поверхности детали» и самостоятельную проработку курса лекций с целью подготовки к рейтинговому контролю №2 по материалам модуля 2 и к сдаче зачета. Используются конспекты лекций и предлагаемая литература [4-8]. В связи с тем, что домашнее задание должно быть выполнено на современном уровне развития науки и техники, студенты много времени уделяют анализу информации различных интернет-ресурсов.

3. Выполнение домашнего задания: реферата и презентации доклада

В реферате рассматриваются различные способы поверхностной обработки деталей. С обязательным отражением следующих пунктов: Цель, способы проведения. Обрабатываемые материалы. Изменение свойств и влияние на эксплуатационные свойства. Комбинирование с другими видами обработки. Применение (детали, изделия). В реферате должны быть подробно объяснены теоретические аспекты изменения свойств и структуры поверхности.

Реферат содержит 10-12 страниц текста формата А4 (включая рисунки, титульный лист и список использованной литературы) и 10-12 листов презентации доклада с использованием мультимедиа.

Выполненное задание представляется в виде публичного доклада (презентации) в сроки, предусмотренные графиком учебных занятий. Защита доклада проводится устно, при этом студент должен продемонстрировать понимание сущности изменения структуры и свойств, происходящих на каждом этапе обработки поверхности.

4. Методическое и техническое обеспечение дисциплины

Курс лекций читается в лекционных аудиториях кафедры МТ8, с возможностью использования программных продуктов и мультимедиа представления материала. На первом занятии студенты получают следующие материалы:

- 1) набор электронных презентаций в электронном виде по темам лекционного курса для использования в аудиторных занятиях;
- 2) вопросы для подготовки к контрольной работе по модулю 1;
- 3) примерные темы домашнего задания;
- 4) вопросы к зачету, проводимому после обучения по модулю 2;
- 5) список основной и дополнительной литературы (приведен ниже).

Используемое на лекциях оборудование: интерактивные электронные средства. В том числе: компьютер, проектор, мультимедийная доска.

В курсе «Инженерия поверхности» реализована личностно ориентированная технология образования, сочетающая два равноправных аспекта этого процесса: обучение и учение. С учетом этого, учебные материалы модуля включают информацию нескольких типов:

- информацию, отражающую мировой, постоянно обновляющийся опыт в области инженерии поверхности;
- информацию справочного характера, излагающую факты и связи между ключевыми положениями инженерии поверхности и естественно-научными и общепрофессиональными дисциплинами;
- информацию, помогающую самообразованию. Это - имеющиеся в лекционном разделе модуля текстовые пояснения, указания, примечания, комментарии, смысловые таблицы, приложения, облегчающие самостоятельную обработку текста, его понимание.

Деятельностный подход при освоении дисциплины реализуется через анализ и решение учебных задач. При изучении дисциплины предусмотрены следующие активные формы проведения занятий: 1) просмотр и обсуждение видео фрагментов лекционного раздела модуля; 2) работа в команде при подготовке аналитических обзоров и презентаций по полученным результатам; 3) активное обсуждение презентаций студентов по результатам рефератов на семинарских занятиях.

5. Итоговая рейтинговая система контроля знаний

При изучении дисциплины используется рейтинговая система, включающая постоянный контроль знаний студентов в течении семестра. Система позволяет активизировать работу студентов в ходе лекционного курса, способствует повторению изученного и усвоению нового материала. Объектами оценивания результатов обучения являются знания, умения, навыки и личностные качества — компетенции, сформированные в ходе изучения дисциплины.

Основными видами контроля уровня учебных достижений студентов являются:

- по модулю 1: написание контрольной работы №1 (зачетные баллы 20...30);

- по модулю 2: контроль за выполнением реферата; публичная защита реферата, представляемого в виде доклада (презентации) (зачетные баллы 20...30);
- написание зачетной контрольной работы №2 (зачетные баллы 20...30).

Дополнительные баллы. Студент может получить дополнительные аттестационные баллы, если он выполняет учебную работу, не предусмотренную календарным учебным планом: занимается научной работой на кафедре, участвуя в студенческих научных конференциях (с подготовкой и представлением доклада, реферата или презентации) и т.п. (до 10 баллов).

Максимальная сумма баллов по дисциплине за семестр равна 100 баллов. Зачет по дисциплине выставляется при накоплении от 60 до 100 баллов.

Заключение

После освоения дисциплины «Инженерия поверхности» студент должен приобрести следующие знания, умения и владение навыками, соответствующие компетенциям основной образовательной программы бакалавра, реализуемой ВУЗом по направлению подготовки 150100.62 «Материаловедение и технологии материалов».

Знания:

- закономерности управления структурой и свойствами поверхностных слоев деталей путем изменения химического состава и применения различных способов их обработки;
- особенности строения внешних и внутренних поверхностей раздела в материалах;
- основные термодинамические закономерности поверхностных явлений;
- основные научные представления о строении диффузионных слоев и покрытий.

Умения:

- определять рациональный способ обработки материалов, приводящий к получению требуемых свойств;
- осуществлять выбор тепловых параметров термической модификации поверхности на основе требований чертежа и характеристик теплового источника;
- выбирать методы исследования структуры и состава поверхностных слоев для управления свойствами материалов;
- работать со стандартами и справочной литературой по материалам.

Владение навыками:

- самостоятельно работать с учебной и справочной литературой;
- по выбору материала и технологии его упрочнения по требуемым конструкционным, технологическим и экономическим параметрам;



- по применению оборудования и приборов для определения структуры и свойств поверхности деталей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суслов А.Г. Инженерия поверхности деталей. М.: Машиностроение, 2008. – 320 с.
2. Тушинский Л.И. Методы исследования материалов. Структура, свойства и процессы нанесения неорганических покрытий. М.: Мир, 2004. – 384 с.
3. Григорьянц А.Г. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. пособие для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. - 664 с.
4. Приходько В.М. Металлофизические основы разработки упрочняющих технологий. М.: Машиностроение, 2008. - 3284 с.
5. Зинченко В.М. Инженерия поверхности зубчатых колес методами ХТО. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. - 303 с.

Электронные ресурсы

6. Сайт кафедры МТ8 МГТУ им. Н.Э. Баумана. Режим доступа: <http://hoster.bmstu.ru/~mt8> (дата обращения 01.05.2015).
7. Сайт по тематике материаловедения и термической обработки. Образовательный ресурс: <http://www.materialscience.ru/> (дата обращения 01.05.2015).
8. The Minerals, Metals & Materials Society (TMS):
9. <http://www.materialmoments.org/top100.html/> (accessed March 2015).
10. <https://www.dmoz.org/Science/Technology/Materials> (accessed March 2015).

УДК 004.92:372.862

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Ю.В. Петрова¹, А.В. Трофимов²

¹заместитель директора Бизнес-инкубатора НГУ, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, e-mail: jvp177@gmail.com

²доцент кафедры Транспортных систем и технологий, Государственное высшее учебное заведение «Университет таможенного дела и финансов», г. Днепропетровск, e-mail: atrof@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрена проблема обеспечения качества электронного обучения и задачи, которые стоят в процессе разработки электронных курсов.

Ключові слова: электронное обучение, тестирование, e-learning, EPSS.



THE QUALITY OF EDUCATIONAL PROCESS WITH USE OF E-LEARNING SYSTEMS

Y.V. Petrova¹, A.V. Trofimov²

¹Deputy director of the MSU Business Incubator, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnipropetrovsk, e-mail: jvp177@gmail.com

²Ph.D., Department of Transport Systems and Technology, State Higher Educational Institution "Customs and Finance University", Dnipropetrovsk, e-mail: atrof@mail.ru

Abstract. The paper considers the problem of the quality of e-learning and the challenges that are in the process of developing e-learning courses.

Keywords: *e-learning, testing, EPSS.*

Введение. Электронное обучение открывает огромные возможности на индивидуальном и институциональном уровне. Благодаря невысокой стоимости реализации, интерактивности и круглосуточной доступности по всему миру оно является удобным способом повышения мастерства и карьерного роста.

Цель работы. Хороший электронный курс, способный дать все, что мы от него хотим, нельзя создать по мановению руки. Взять какие-то материалы, как-то их переработать с помощью редактора электронных курсов, добавить немного картинок и тестов и запустить обучение. Качественный курс появляется, только если разработчик, методист или педагогический дизайнер (или же целая команда проекта) следует определенному процессу разработки. Каждый этап этого процесса — важное звено цепи, отказ от которого ухудшает конечный результат

Даже создание слайдов для выступления дело непростое — нужно понять, для кого они предназначены, какая цель, с чем люди должны уйти, что они могут захотеть услышать. Только последовательный анализ и формирование выводов позволяют сделать действительно интересное выступление.

Но если во время выступления все же есть место для маневра, и можно, видя реакцию аудитории, отступить от задуманной последовательности, остановиться на чем-то более подробно или опустить, то e-learning и электронные курсы такой возможности не дают. Тут все необходимо предусмотреть заранее. Когда слушатель самостоятельно, зачастую в полном одиночестве, проходит курс, он остается один на один с тем, что мы предлагаем. В такой ситуации любой недочет может вызвать потерю внимания и понимания.

Материал и результаты исследований. К сожалению, сегодня электронное обучение часто не оправдывает ожиданий. Вместо того чтобы помогать слушателям и эффективно сочетаться с другими формами обучения, оно просто обрушивает на них потоки информации. Часто оно не учитывает индивидуальные потребности, не обеспечивает полноценные учебные мероприятия и не дает возможности отработать новые навыки до профессионального уровня.

Грамотно созданный электронный курс при невысокой стоимости, позволяет адаптировать курс под индивидуальные потребности слушателей и предлагать персонализированную практику. Электронное обучение, применяемое в качестве самостоятельного решения или в сочетании с другими методами, обладает огромным потенциалом, но, как и все формы обучения, оно эффективно только тогда, когда ориентируется на реальные потребности и проектируется для их удовлетворения.



Рис.1. – Ресурсы, используемые для создания полноценного электронного обучения

Также в электронном курсе необходимо предусмотреть контроль знаний в виде тестов.

Контроль качества знаний выполняет три основные функции:

1. Управляет процессом усвоения знаний. Контроль дает возможность увидеть ошибки, оценить результаты обучения, осуществить коррекцию знаний, умений и навыков;
2. Воспитывает познавательную мотивацию и стимулирует творческую деятельность. Правильно организованная система контроля позво-

ляет пробудить чувство ответственности за результаты обучения (получение более высокой оценки), способствует стремлению к целенаправленной работе по исправлению ошибок;

3. Является средством обучения и развития.

Основываясь на назначении системы тестирования, она должна удовлетворять следующим требованиям:

- использовать современные методов оценки знаний;
- оперативно обрабатывать результатов тестирования;
- реализовывать обучающую функцию;
- индивидуализировать процесс усвоения знаний учащимися;
- освободить преподавателя от выполнения рутинных работ.

Согласно теории тестирования [1], тест может быть охарактеризован как эффективный, если он удовлетворяет требованиям, относящимся к следующим его характеристикам:

- валидность;
- надежность;
- дискриминативность;
- шкалирование.

Вывод. Дальнейшее развитие систем дистанционного обучения предполагают обеспечение максимальной интерактивности. На самом деле не секрет, что обучение только тогда становится полноценным, когда достигается имитация реального общения с преподавателем, - вот к этому и следует стремиться. Необходимо использовать сочетание различных типов электронных коммуникаций, что позволяет компенсировать недостаток личного контакта за счет виртуального общения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дик В.В., Уринцов А.И. EPSS - средство дистанционного образования. МЭСИ, Москва [Электронный ресурс] – Режим доступа: – <http://kodu.ut.ee/~tsunami/> – Дата обращения: 06 января 2016.
2. Иванченко Д. А. Системный анализ дистанционного обучения : монография. — М.: Союз, 2005. — 192 с.
3. Хусяинов Т.М. История развития и распространения дистанционного образования // Педагогика и просвещение. — 2014. — № 4. — С.30-41. DOI: 10.7256/2306-434X.2014.4.14288
4. Достоинства и недостатки дистанционного обучения // Образование: путь к успеху. — Уфа, 2010 [Электронный ресурс] – Режим доступа: – http://www.obrazovanie-ufa.ru/Vuz/Dostoinstva_i_nedostatki_distantsionnogo_obucheniya.htm – Дата обращения: 06 января 2016.



УДК 62

ИНФОКОММУНИКАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОСПРИЯТИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

И.Е. Поспеева¹, Т.Ю. Ложневская²

¹старший преподаватель кафедры «Информационные технологии электронных средств», Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье, Украина, e-mail: iris191259@gmail.com

²заведующая лабораторией кафедры «Информационные технологии электронных средств», Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье, Украина, e-mail: tvas@zntu.edu.ua

Аннотация. В работе рассмотрены возможные аналогии между способами восприятия и переработки информации человеческим мозгом с точки зрения соционики и электронными устройствами.

Ключевые слова: соционика, рационал, иррационал, сенсорика, интуиция.

INFOCOMMUNICATION TECHNOLOGIES FOR PERCEPTION AND PROCESSING OF INFORMATION

Irina Pospeyeva¹, Tatyana Lozhnevskaya²

¹Senior Lecturer, department "Information technologies of electronic devices", Zaporizhzhya National Technical University, Zaporizhzhya, Ukraine, e-mail: iris191259@gmail.com

²Head of the laboratory, department "Information technologies of electronic devices", Zaporizhzhya National Technical University, Zaporizhzhya, Ukraine, e-mail: tvas@zntu.edu.ua

Abstract. The possible analogy between the ways of perception and interruption-information processing by the human brain in terms of socionics and electronic devices has been discusses in the paper.

Keywords: socionics, rational, irrational, sensation, intuition.

Введение. Соционика - наука, изучающая процесс обмена информацией между человеком и внешним миром, т.е. способами восприятия, переработки и выдачи информации. Лежащая в ее основе концепция типов личности и взаимоотношений между ними сформулирована в 1970-х годах советско-литовским социологом Аушрой Аугустинавичюте [1] и основана на типологии Юнга и теории информационного метаболизма А. Кемпинского. Модифицируя юнговскую типологию, соционика утверждает существование определённых вариантов информационного обмена между субъектами в зависимости от свойственного им «социотипа», называемого также

ТИМ ("тип информационного метаболизма"). Из восьмитипной типологии Юнга соционика выводит существование 16 соционических типов.

Зная ТИМ, можно правильно подбирать свое окружение: с кем лучше работать, как строить взаимоотношения с коллегами и в быту. Можно научиться корректировать свое поведение, не доводя общение до конфликта, если оно происходит с неподходящим для вас человеком.

Изучением соционики занимаются, в основном, студенты нетехнических специальностей - психологи, социологи и т.п. Однако, знания ее основ необходимы для любых специалистов, так или иначе работающих с людьми. Руководитель, владеющий основами соционики, всегда сможет правильно подобрать кадры для выполнения конкретной работы, сформировать работоспособные группы, найти наиболее эффективные рычаги управления как отдельными личностями, так и коллективом в целом.

Однако усвоение соционики студентами технических специальностей может быть затруднено из-за того, что они, как правило, не владеют специальной терминологией, характерной для социологии и психологии.

Цель работы. В статье сделана попытка провести соответствующие аналогии между работой человеческого мозга и электронной системы (в частности, электронно-вычислительной техники) для удобства восприятия этой информации студентами радиотехнических специальностей.

Материал и результаты исследований.

Деление людей на соционические типы обусловлено различием способов восприятия информации из окружающего мира, ее переработки и последующего отклика (реакции).

Рассмотрим процесс восприятия информации.

Как известно, существуют две соционические дихотомии - рационализм и иррационализм.

Рациональные типы ориентированы, в первую очередь, на осмысление воспринимаемой информации. Это связано с тем, что они "видят" мир дискретно, фрагментарно, расчленено, замечая все детали, но зачастую упуская сущность. Можно сказать, что они отчетливо различают множество деревьев, не видя при этом леса. При этом они, в первую очередь, стремятся определиться со своим отношением к воспринятым фактам, определить их место в системе других фактов. За это отвечает пара рациональных функций "логика"- "этика", с помощью которых и происходит оценка полученной информации.

Оценка с помощью функции "логика" является объективной и основана на сопоставлении полученных фактов с существующими в обществе зако-



нами, правилами, моральными и этическими принципами. Происходит деление по принципу: "плюс"- "минус", "добро"- "зло", "хорошее"- "плохое", "большое"- "маленькое", "черное"- "белое" и т.п.

Если же оценка производится с помощью функции "этика", то тут тоже фигурирует пара полярных категорий, но относятся они уже к области субъективного восприятия. При этом деление происходит по принципу: "нравится"- "не нравится", "приятно"- "неприятно", "комфортно"- "дискомфортно", учитывая, в первую очередь, психологический аспект. В конечном итоге это сводится к разделению по одному основному принципу: все, что вызывает положительные эмоции, и все, что вызывает отрицательные эмоции.

В обоих случаях такой способ восприятия и анализа входящей информации аналогичен работе цифровой техники, которая оперирует дискретными понятиями, такими, как "ноль"- "единица".

Рассмотрим теперь механизм восприятия информации иррациональными типами. Они ориентированы, в первую очередь, непосредственно на сам воспринимаемый объект. Это связано с тем, что иррационалы "видят" мир целостным, единым. Они, как раз, видят весь лес целиком, но не выделяют отдельных деревьев. Для иррационалов важно, в первую очередь, наладить непосредственный контакт с реальностью, и для этого они используют пару иррациональных функций "сенсорика"- "интуиция".

При оценке нового объекта сенсорика задействуют все органы чувств - зрение, слух, осязание, обоняние, вкус. С их помощью они получают всю необходимую информацию об объекте - форме, размерах, цвете, запахе и т.п., позволяющую с его идентифицировать определенной степенью точности.

Интуитики в оценке объекта не пользуются органами чувств, они познают его путем интуиции, догадки, озарения, основываясь на всем предшествующем опыте. Интуиция оперирует такими понятиями, как вероятность, прогноз, предчувствие, видение, предположение, гипотеза, моделирование и т.п. Она позволяет делать оценку при минимуме информации, судить о целом по его частям, внутреннем устройстве по внешним проявлениям.

В любом случае, и сенсорика, и интуиция оперируют сложными меняющимися формами, аналогичными непрерывным сигналам различной формы, характерным для аналоговой техники.

Итак, как видим, процесс восприятия и предварительной оценки информации рационалом и иррационалом аналогичен работе соответственно цифрового и аналогового электронного устройства.

Рассмотрим теперь процессы переработки полученной информации.

Полученная и оцененная одним из вышеперечисленных способов информация поступает в саму систему (в данном случае, наш мозг), где происходит ее дальнейшая переработка.

У рационалов проанализированная дискретная информация для получения общей картины собирается воедино, то есть, подвергается синтезу с использованием указанных выше функций "сенсорика"- "интуиция". Подобный процесс аналогичен синтезу электронных сигналов, который характерен, например, для таких устройств, как широкополосные фильтры или мультиплексоры.

Иррационалам же необходимо расчленив, раздробить полученную об объекте информацию, то есть произвести ее анализ с помощью функций "логика"- "этика". Для них этот процесс аналогичен процессу анализа электронных сигналов, характерному для узкополосных фильтров, или же для демультиплексоров.

Переработанная одним из указанных способов информация подается "на выход", и происходит отклик - соответствующая реакция человека, в результате которой он предпринимает те или иные действия. И тут тоже, в зависимости от его социотипа, механизм этих действий может быть различен.

В любом случае, часть последующих действий приводит к получению новой порции информации, то есть после выхода мы вновь попадаем на вход, реализуя так называемую "обратную связь". Характер этой связи зависит от вертности социотипа.

Экстраверт, переработав информацию об объекте, сразу начинает испытывать потребность в новой информации и зачастую для ее получения предпринимает какие-либо активные действия во внешнем мире, тем самым, вмешиваясь в него и изменяя. Можно сказать, что каждая полученная порция информации вызывает необходимость в ее увеличении, что соответствует усилению сигнала в электронной технике. Таким образом, мы имеем типичный случай положительной обратной связи, когда выходной сигнал складывается со входным, усиливая его действие.

Интроверт, в отличие от экстраверта, получив определенную дозу информации о соотношении тех или иных объектов, начинает ее обрабатывать, мысленно комбинируя различные варианты соотношений и взаимосвязей. На это он может потратить достаточно большое количество времени, и в тот период, пока этим занят, он не испытывает потребности в новой внешней информации. Сигнал как бы "затухает", соответствуя отрицательной обратной связи, когда выходной сигнал, наложившись на входной, ослабляет его.

Вышеперечисленные модели восприятия и переработки информации приведены на рис. 1, 2.

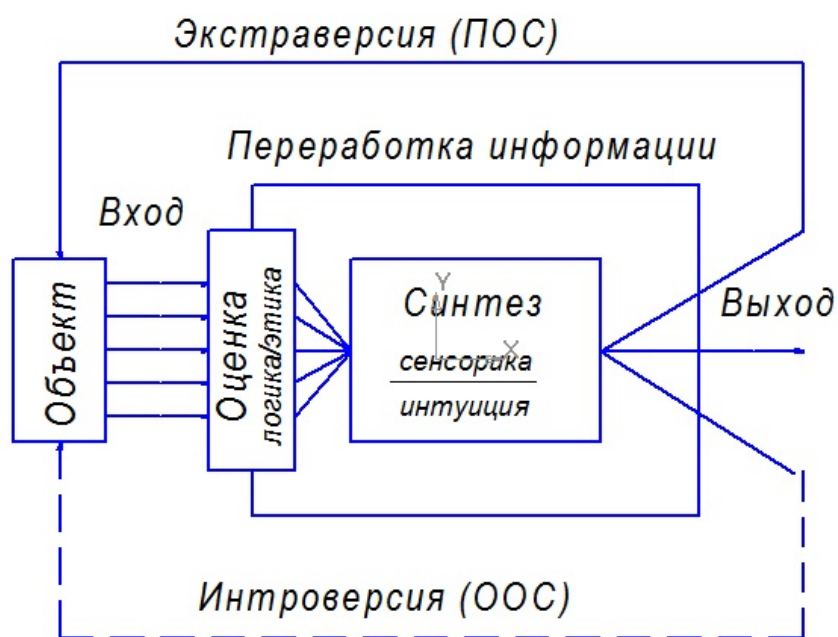


Рисунок 1 – Модель восприятия и переработки информации рационалом

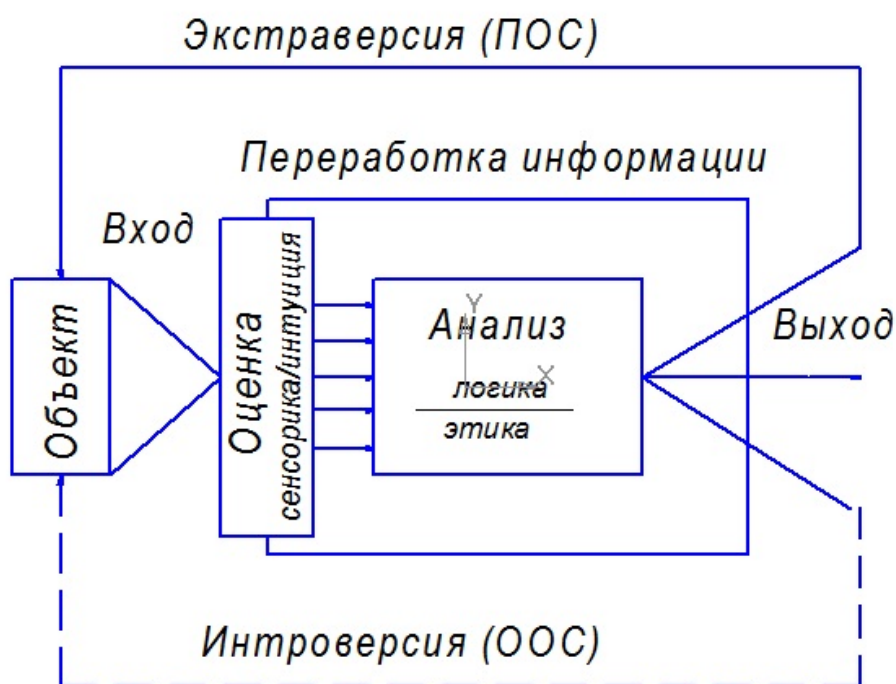


Рисунок 2 – Модель восприятия и переработки информации иррационалом

Вывод. Таким образом, на основании вышеприведенных схем можно сделать вывод о том, что различие способов восприятия и обработки информации человеком аналогично работе соответствующих электронных устройств. Это, с одной стороны, подтверждает правильность соционических утверждений, а с другой стороны, свидетельствует о том, что человек создает технику по своему образу и подобию. Кроме того, вышеприведенные схемы способствуют восприятию теории соционики студентами радиотехнических специальностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Аугустинавичюте. Модель информационного метаболизма. // Соционика, ментология и психология личности, № 1, 1995.

УДК 621.01

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ В КУРСОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПО ТЕОРИИ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

А.Г. Пуголовкина¹, Н.В. Кутало²

¹студентка 2-го курса, обучающаяся по направлению подготовки «Инженерная механика», Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина

²студент 2-го курса, обучающийся по направлению подготовки «Инженерная механика», Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

Аннотация. Описано использование кафедрой основ конструирования механизмов и машин Государственного высшего учебного заведения «Национальный горный университет» в курсовом проектировании по теории механизмов и машин современных технологий. Исследование механизмов производится аналитическим методом в программном продукте Mathcad, при этом векторные величины представляются комплексными числами, что позволяет минимизировать объем вычислений и уменьшить необходимую для этого программу.

Ключевые слова: теория механизмов и машин, курсовое проектирование, Mathcad, вектор, комплексное число

USE OF THE THEORY OF COMPLEX NUMBERS IN THE COURSE PROJECTION IN THEORY OF MECHANISMS AND MACHINES

Anastasia Pugolovkina¹, Nazar Kutalo²

¹student, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine



²student, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

Abstract. Described to use of Department of machines and mechanisms of constructing the foundations of the State Higher Educational Institution "National Mining University" in the course project in the theory of mechanisms and machines of modern technologies. Investigation of the mechanisms is made in the analytical method Mathcad program product, while vector values are represented by complex numbers, which minimizes amount of calculations and to reduce this program.

Keywords: *theory of mechanisms and machines, course designing, Mathcad, vector, complex number*

Введение. Аналитические методы исследования механизмов прочно завоевали лидирующие позиции в теории механизмов потеснив долго господствующие графоаналитические методы. Этому способствовало повсеместное применение для этой цели компьютерной техники.

На кафедре основ конструирования механизмов и машин Государственного высшего учебного заведения «Национальный горный университет» уже долгое время в практику выполнения студентами курсовых проектов по ТММ внедряются современные компьютерные технологии [1-5].

Цель работы. Для решения задач анализа и синтеза механизмов в курсовом проектировании используется многофункциональный программный продукт Mathcad. С помощью этой программы осуществляется решение задач кинематики плоских механизмов: определение положения звеньев, скоростей и ускорений. Задачи кинетостатического анализа механизмов также успешно решаются в этой программе.

Mathcad обладает мощным аппаратом векторной алгебры, который и используется для решения вышеперечисленных задач.

Не менее успешно решаются также задачи синтеза механизмов. Например, профилирование кулачка в кулачковом механизме выполняется студентами также в программе Mathcad. Все расчеты, необходимые для построения картины зубчатого эвольвентного зацепления, выполняются также с помощью этой программы.

Материал и результаты исследований. В работе [3] рекомендовано для кинематического и кинетостатического исследования механизмов использовать в программе Mathcad представление векторов комплексными числами. Такой подход широко распространен в англоязычной научной литературе по теории механизмов.

Покажем, как этот прием использован авторами на примере курсового проекта, тема которого – «Анализ и синтез механизмов привода глубинного насоса»¹.

Схема рычажного механизма привода глубинного насоса приведена на рис. 1.

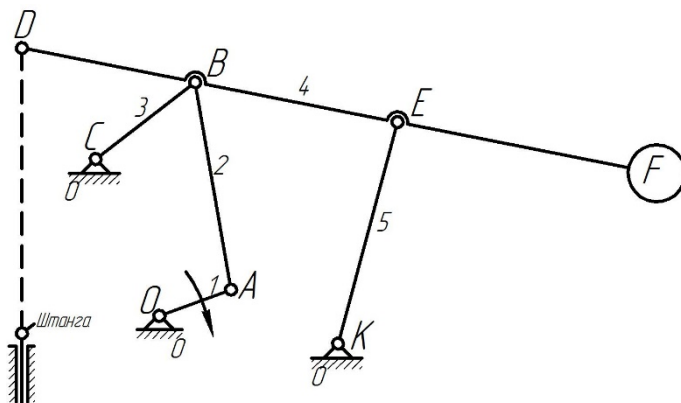


Рис. 1 – Схема рычажного механизма привода глубинного насоса: 1 – кривошип; 2 – шатун; 3 – коромысло; 4 – шатун; 5 – коромысло; F – противовес.

В число исходных данных входят геометрические размеры звеньев и координаты шарнирно-неподвижных опор O, C и K. Обозначив

$$l_{OA} = l_1; \quad l_{AB} = l_2; \quad l_{BC} = l_3; \quad l_{BE} = l_4;$$

$$l_{BD} = l_{41}; \quad l_{EF} = l_{42}; \quad l_{FK} = l_5; \quad l_{OC} = l_{01}; \quad l_{OK} = l_{02},$$

можно осуществить векторное представление звеньев механизма (рис. 2).

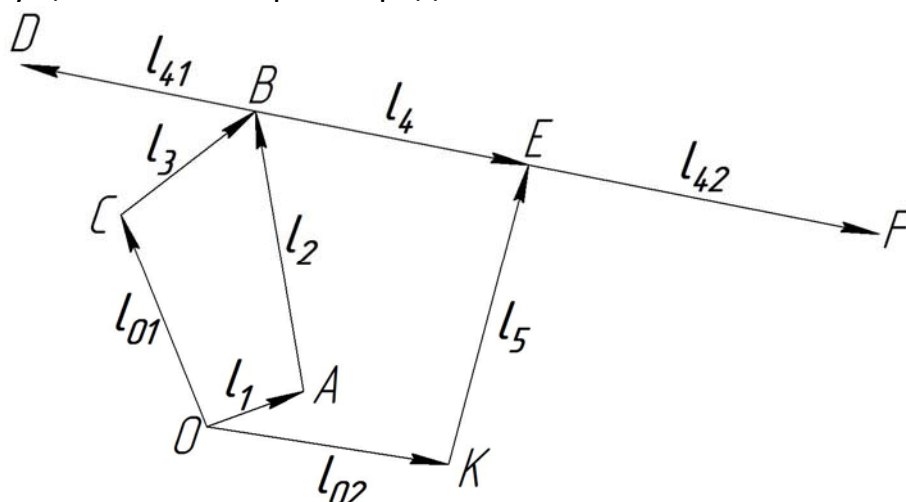


Рис. 2 – Векторная интерпретация звеньев рычажного механизма

В механизме имеется два замкнутых векторных контура OABCO и OABEKO. Уравнения замкнутости для них запишутся следующим образом

¹ Руководители – доценты И.Н. Мацюк и Э.М. Шляхов



(здесь и далее математические выкладки даны, как фрагменты соответствующих документов Mathcad)

$$l_1 \cdot \exp(\varphi_1 \cdot i) + l_2 \cdot \exp(\varphi_2 \cdot i) = l_{01} \cdot \exp(\varphi_{01} \cdot i) + l_3 \cdot \exp(\varphi_3 \cdot i)$$

$$l_1 \cdot \exp(\varphi_1 \cdot i) + l_2 \cdot \exp(\varphi_2 \cdot i) + l_4 \cdot \exp(\varphi_4 \cdot i) = l_{02} \cdot \exp(\varphi_{02} \cdot i) + l_5 \cdot \exp(\varphi_5 \cdot i) \quad .$$

В этих уравнениях векторы выражены комплексными числами вида $l \cdot e^{i\varphi}$, где l – модуль вектора, а φ – аргумент вектора т.е. угол, определяющий направленность вектора.

Задавшись начальными приближениями значений углов $\varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ и φ_5 при заданном значении угла φ_1 , с помощью решающего блока Given-Find определяем вышеуказанные углы т.е. решаем первую задачу кинематики – определение положения звеньев. Ниже приведен соответствующий фрагмент.

$$\varphi_1 := \frac{\pi}{3} \quad \varphi_2 := 1 \quad \varphi_3 := 1 \quad \varphi_4 := -1 \quad \varphi_5 := 1.5$$

Given

$$l_1 \cdot \exp(\varphi_1 \cdot i) + l_2 \cdot \exp(\varphi_2 \cdot i) = l_{01} \cdot \exp(\varphi_{01} \cdot i) + l_3 \cdot \exp(\varphi_3 \cdot i)$$

$$l_1 \cdot \exp(\varphi_1 \cdot i) + l_2 \cdot \exp(\varphi_2 \cdot i) + l_4 \cdot \exp(\varphi_4 \cdot i) = l_{02} \cdot \exp(\varphi_{02} \cdot i) + l_5 \cdot \exp(\varphi_5 \cdot i)$$

$$\begin{pmatrix} \varphi_2 & \varphi_3 \\ \varphi_4 & \varphi_5 \end{pmatrix} := \text{Find} \begin{pmatrix} \varphi_2 & \varphi_3 \\ \varphi_4 & \varphi_5 \end{pmatrix}$$

$$\varphi_2 = 111.725 \text{ deg} \quad \varphi_3 = 37.621 \text{ deg} \quad \varphi_4 = -35.124 \text{ deg} \quad \varphi_5 = 85.611 \text{ deg} \quad .$$

Продифференцировав дважды по времени уравнения замкнутости, получим уравнения для определения угловых скоростей и ускорений звеньев. Ниже приведены фрагменты с решениями этих уравнений.

$$\omega_1 = -0.838 \quad \omega_2 := 10 \quad \omega_3 := 10 \quad \omega_4 := 10 \quad \omega_5 := 10$$

Given

$$l_1 \cdot i \cdot \omega_1 \cdot \exp(\varphi_1 \cdot i) + l_2 \cdot i \cdot \omega_2 \cdot \exp(\varphi_2 \cdot i) = l_3 \cdot i \cdot \omega_3 \cdot \exp(\varphi_3 \cdot i)$$

$$l_1 \cdot i \cdot \omega_1 \cdot \exp(\varphi_1 \cdot i) + l_2 \cdot i \cdot \omega_2 \cdot \exp(\varphi_2 \cdot i) + l_4 \cdot i \cdot \omega_4 \cdot \exp(\varphi_4 \cdot i) = l_5 \cdot i \cdot \omega_5 \cdot \exp(\varphi_5 \cdot i)$$

$$\begin{pmatrix} \omega_2 & \omega_3 \\ \omega_4 & \omega_5 \end{pmatrix} := \text{Find} \begin{pmatrix} \omega_2 & \omega_3 \\ \omega_4 & \omega_5 \end{pmatrix}$$

$$\omega_2 = 0.083 \quad \omega_3 = -0.382 \quad \omega_4 = 0.173 \quad \omega_5 = -0.184 \quad .$$



$$\begin{aligned}
 \varepsilon_2 &:= 10 & \varepsilon_3 &:= 10 & \varepsilon_4 &:= 10 & \varepsilon_5 &:= 10 & \text{Given} \\
 -l_1 \cdot \omega_1^2 \cdot \exp(\varphi_1 \cdot i) + l_2 \cdot i \cdot \varepsilon_2 \cdot \exp(\varphi_2 \cdot i) - l_2 \cdot i \cdot \omega_2^2 \cdot \exp(\varphi_2 \cdot i) \dots &= 0 \\
 + l_3 \cdot i \cdot \varepsilon_3 \cdot \exp(\varphi_3 \cdot i) - l_3 \cdot i \cdot \omega_3^2 \cdot \exp(\varphi_3 \cdot i) \\
 \left(-l_1 \cdot \omega_1^2 \cdot \exp(\varphi_1 \cdot i) + l_2 \cdot i \cdot \varepsilon_2 \cdot \exp(\varphi_2 \cdot i) - l_2 \cdot i \cdot \omega_2^2 \cdot \exp(\varphi_2 \cdot i) - l_4 \cdot \omega_4^2 \cdot \exp(\varphi_4 \cdot i) \right) \dots &= 0 \\
 + l_4 \cdot i \cdot \varepsilon_4 \cdot \exp(\varphi_4 \cdot i) + l_5 \cdot \omega_5^2 \cdot \exp(\varphi_5 \cdot i) - l_5 \cdot i \cdot \varepsilon_5 \cdot \exp(\varphi_5 \cdot i) \\
 \begin{pmatrix} \varepsilon_2 & \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 & \varepsilon_5 \end{pmatrix} &:= \text{Find} \begin{pmatrix} \varepsilon_2 & \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 & \varepsilon_5 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

$$\varepsilon_2 = -0.162 \quad \varepsilon_3 = 0.398 \quad \varepsilon_4 = 0.049 \quad \varepsilon_5 = -0.073$$

Теперь можно определить линейные скорости и ускорения точек звеньев механизма. Например, скорость и ускорение точки В:

$$\begin{aligned}
 v_B &:= l_1 \cdot i \cdot \omega_1 \cdot \exp(\varphi_1 \cdot i) + l_2 \cdot i \cdot \omega_2 \cdot \exp(\varphi_2 \cdot i) \\
 v_B &= 0.261 - 0.339i & |v_B| &= 0.427 \\
 a_B &:= -l_1 \cdot \omega_1^2 \cdot \exp(\varphi_1 \cdot i) + l_2 \cdot i \cdot \varepsilon_2 \cdot \exp(\varphi_2 \cdot i) - l_2 \cdot i \cdot \omega_2^2 \cdot \exp(\varphi_2 \cdot i) \\
 a_B &= 0.172 - 0.224i & |a_B| &= 0.283
 \end{aligned}$$

Изменяя значение угла φ_1 можно получить картину изменения любого кинематического параметра за один цикл т.е. за один оборот входного кривошипа.

Силовой анализ выполняется способом, описанным в [4], но силы представляются векторами в комплексной форме. Скалярное и векторное произведения векторов в такой форме находят, используя определенные свойства комплексных чисел. Так, например, если умножить сопряженное одному из двух комплексных чисел на второе, то действительная часть полученного произведения с точностью до знака есть скалярное произведение векторов, заданных этими числами. Мнимая часть также с точностью до знака есть векторное произведение этих же векторов. Подпрограмма для определения момента силы при заданных векторах плеча силы h и силы F в программе Mathcad выглядит следующим образом.

$$M(h, F) := \text{Im}(\bar{h} \cdot F)$$

Вывод. Применение теории комплексных чисел при выполнении курсовых проектов по теории механизмов и машин в программе Mathcad позволяет минимизировать объем вычислений и уменьшить необходимую для этого программу.



ЛИТЕРАТУРА

1. Мацюк І.М., Шляхов Е.М., Зіборов К.А. Кінематичне та динамічне дослідження плоских важільних механізмів. Дніпропетровськ, РВК НГУ України, 2010. 132 с.
2. Мацюк И.Н., Третьяков В.М., Шляхов Э.М. Аналитическая кинематика плоских рычажных механизмов высоких классов с помощью программы Mathcad. Теория механизмов и машин. – Санкт-Петербург. – 2012. – № 1. Том 10. – С. 65-70.
3. И.Н. Мацюк, Э.М. Шляхов, Н.В. Зима Кинематика плоских механизмов в программе Mathcad с использованием теории комплексных чисел // Сборник научных трудов международной конференции «Развитие информационно-ресурсного обеспечения образования и науки в горно-металлургической отрасли и на транспорте». –с. 407-412., Д.: НГУ, 2014. – 448 с.
4. Мацюк И.Н., Шляхов Э.М. Кинестатика плоских стержневых механизмов произвольной структуры. Теория механизмов и машин – Санкт-Петербург, 2013. – № 1. Том 11. – С. 71-76.
5. Зиборов К.А., Мацюк И.Н., Шляхов Э.М. Преподавание теории механизмов и машин с использованием компьютерных технологий. // Современное машиностроение. Наука и образование: материалы 2-й Международной научно-практической конференции. 14-15 июня 2012 года, Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – С. 53 – 65.

УДК 622.6-52

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

В.И. Сулаев¹, Л.И. Мещеряков², Н.П. Уланова³

¹ кандидат технических наук, доцент кафедры подземной разработки месторождений, Государственное высшее учебное заведение “Национальный горный университет”, г. Днепропетровск, Украина

² доктор технических наук, профессор кафедры программного обеспечения компьютерных систем, Государственное высшее учебное заведение “Национальный горный университет”, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: izonmu@gmail.com

³ кандидат технических наук, доцент кафедры высшей математики, Государственное высшее учебное заведение “Национальный горный университет”, г. Днепропетровск, Украина

Аннотация. В статье рассмотрены некоторые методические аспекты организации учебного процесса в дистанционной форме на базе Moodle, затронуты вопросы апробации и сертификации электронных курсов.

Ключевые слова: среда Moodle, электронный курс, учебно-познавательный процесс.



THE METHODOLOGICAL MAINTENANCE TECHNOLOGIES ASPECTS OF DISTANCE LEARNING

V.I. Sulaev¹, L.I. Meshcheryakov², N.P. Ulanova³

¹ Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor of Underground Mining Department, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetronsk, Ukraine

² Ph.D., Professor Department of Software Engineering, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetronsk, Ukraine, e-mail: izonmu@gmail.com

³ Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor of Mathematics Department, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetronsk, Ukraine

Abstract. The article discusses some methodological aspects of the educational process in the form of distance based on Moodle, testing and certification of electronic courses are touched.

Keywords: Moodle environment, e-course, teaching and learning process.

Введение. Тенденции развития высшего образования на современном этапе свидетельствуют о том, что дистанционное образование становится одной из перспективных форм подготовки будущих специалистов. Практика внедрения информационно-коммуникационных технологий в процесс формирования высококвалифицированных специалистов открывает новые возможности для интенсификации процесса обучения, раскрытия творческих способностей студентов, активизации их познавательной деятельности, формирования навыков самостоятельного поиска и усвоения знаний на всех этапах учебного процесса, реализации системы непрерывного обучения в течение всей жизни. Переход от традиционной модели обучения к электронному обучению (e-learning) сопровождается достаточно существенными изменениями в педагогической теории и практике учебно-воспитательного процесса, которые связаны с коррективами, вносимыми в их содержание новыми технологиями.

Изменение парадигмы образования, введение в ее систему дистанционных технологий повлекло за собой не только изменения практик обучения, но и вызвало потребность в пересмотре взглядов на организацию образовательных ресурсов, выбор модели обучения, которая обеспечивала бы решение педагогических задач, задач образования, воспитания и развития.

Цель работы. Исследование особенностей создания методического обеспечения процесса обучения, которое позволяет в условиях информатизации общества определять обучаемого в качестве эксперта и активного субъекта процесса познания, учитывать его культурно-образовательный уровень и личный опыт.

Материалы и результаты исследования. Эффективность обучения, в том числе и дистанционного, зависит от целого ряда составляющих. Это, в первую очередь, высокий уровень учебно-методических материалов. Создание качественного продукта требует от преподавателя объединения творческого подхода и практического опыта использования современных дидактических средств. В рамках одного и того же курса возможно применение различных методик обучения с учетом особенностей целевой аудитории. Особое значение при обеспечении учебного процесса приобретает организация с помощью инструментальной среды эффективного взаимодействия преподавателя и студента, наличие обратных связей, способов представления и доставки базовых учебных материалов.

Электронный курс – одна из составляющих дидактического наполнения дистанционного обучения. Среди основных требований, предъявляемых к дистанционным курсам, необходимо отметить такие, как научность, наглядность, индивидуальность и системность изложения материала. В условиях непрерывного дидактического цикла обучения учебные материалы должны излагаться последовательно, с элементами интерактивности, удовлетворять условиям адаптивности и полноты (целостности).

Содержание курса определяется его программой и научно-методическим обеспечением. Разработка осуществляется согласно сценарию в соответствии с требованиями, предъявляемыми к электронным учебным курсам, с учетом ресурсных возможностей используемых образовательных систем. Дистанционный курс не является статичным. Его создание ведется поэтапно с качественными и количественными корректировками содержания, выделением сущностей, которые обусловлены результатами обучения, новыми учебными материалами, последними процессами и событиями.

Информационные, методические и другие материалы создаются либо в самой инструментальной среде, либо, оформленные в различных допустимых форматах, загружаются в нее разработчиками.

Дистанционные курсы характеризуются сжатым изложением материала и строятся на модульной основе. Степень усвоения материала контролируется с помощью тестовых заданий, написания эссе и отправкой их посредством Интернет, общения студентов с преподавателем и группой через чат, использования аудио- и видеоконференций и других функциональных современных методов педагогического контроля.

Известные средства инструментальных образовательных сред позволяют реализовать самые различные педагогические технологии, обеспечивают многоуровневую, многовариантную учебную деятельность студентов [1]. При создании курсов широко используются различные гипертекстовые технологии и самые современные средства мультимедиа.

Гипертекст связывает гиперссылками в единую логическую умозаключающую цепочку отдельные фрагменты учебного материала, активизирует работу студентов, предоставляя возможность самостоятельно выбирать допустимую траекторию обучения, обеспечивает подключение электронного курса к внешним источникам информации, сети Интернет.

При разработке дистанционных курсов необходимо учитывать тот факт, что использование современных средств мультимедиа повышает, по данным различных источников, уровень усвоения информации до 60-65%. Использование функциональных свойств цвета, графики, звука, анимации способствует обостренному восприятию материала при формировании основных понятий дисциплины, углубленному изучению и закреплению теоретических положений, делает курс ярким и привлекательным. Отслеживая ход, например, графических работ, представленных в виде флеш-анимации, студент может затем повторить аналогичные действия при выполнении индивидуальных заданий. Мультимедийные технологии позволяют не только создавать визуально яркие компьютерные анимации, но и вводить игровые формы обучения, иллюстрирующие возможности практического использования полученных знаний, умений и навыков.

При создании дистанционных курсов необходимо учитывать изолированность студента при обучении. Поэтому методические рекомендации должны содержать описание типичных примеров рациональных приемов, критериев правильности решений. Они должны помочь студенту перейти к самостоятельной деятельности, самообучению, заменить контроль преподавателя самоконтролем.

Дистанционное обучение предполагает создание информационно-образовательной среды, которая включает в себя комплекс учебных материалов, позволяет получить доступ к электронным библиотекам, аудио и видеоматериалам. Так как определяющей характеристикой дистанционного обучения является опосредованное взаимодействие удаленных друг от друга участников учебного процесса, то при его организации особое значение приобретает обеспечение электронных коммуникаций, как вертикальных (преподаватель-студент), так и горизонтальных (студент-студент).

Развернутая в ГВУЗ "НГУ" на базе Moodle система дистанционного обучения позволяет организовывать и контролировать самостоятельную работу студентов всех используемых форм обучения.

Одной из кафедр, активно внедряющей электронное обучение в учебный процесс, является кафедра программного обеспечения компьютерных систем. На кафедре разработаны учебно-методические комплексы по различным дисциплинам, обеспечивающие интерактивное проведение обуче-

ния. Они содержат рабочий план специальности с информацией о дисциплинах, изучаемых на протяжении всего срока обучения с указанием объема лабораторных и практических занятий, форм итогового контроля, наличия контрольных и курсовых работ защиты индивидуальных работ, практических и лабораторных работ, участия в семинарах, деловых играх, тестового контроля, защиты проектов и т.д. Отдельно выделяются нормативные дисциплины и дисциплины по выбору студентов, приводится распределение баллов за выполнение каждого вида учебной деятельности с учетом усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков, выполнения заданий самостоятельной проработки.

Интегрирующей составляющей таких комплексов являются электронные курсы, которые размещены в инструментальной среде Moodle.

Электронный учебный курс, как правило, содержит следующие учебно-методические материалы, представленные на рис.1

- презентацию курса;
- рабочую программу;
- календарный план;
- методические рекомендации для студентов по изучению дисциплины;
- шкалу оценивания;
- учебные материалы (структурированный по темам лекционный материал, задания для практических и лабораторных работ, планы семинарских занятий, деловые игры и т.д.);
- пакеты тестовых заданий для проведения контроля (самоконтроля) усвоения учебного материала по дисциплине;
- глоссарий (терминологический словарь);
- библиографию (список печатных и Интернет-источников).

Для организации и ведения процесса обучения по дисциплине в учебно-методические материалы включена учебная программа, в которой определены цели и задачи, место дисциплины в учебном процессе. С ее помощью обучаемый может ознакомиться с содержанием, методическим построением, последовательностью изучения дисциплины. Она является основой презентации, предваряющей учебный материал.

Методические рекомендации включают в себя контактную информацию авторов и инструкторов курса, формы и время отчетности, порядок и график консультаций, сведения об организации курса и инструкции по работе с ним, тексты психологического настроя, обоснование актуальности курса.

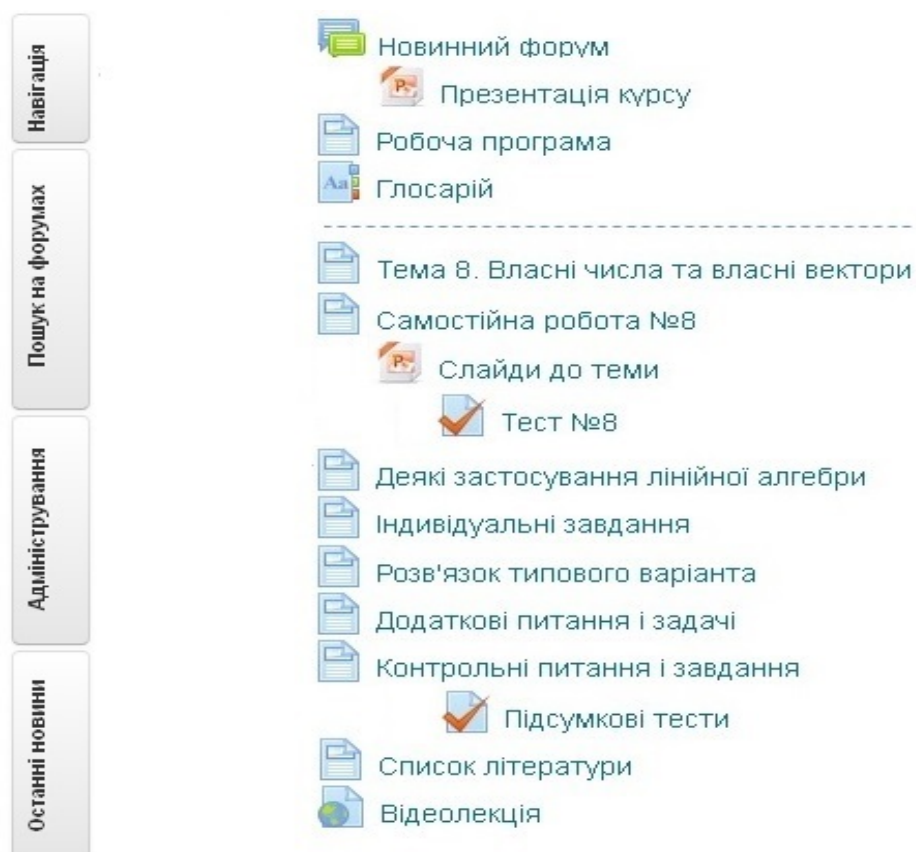


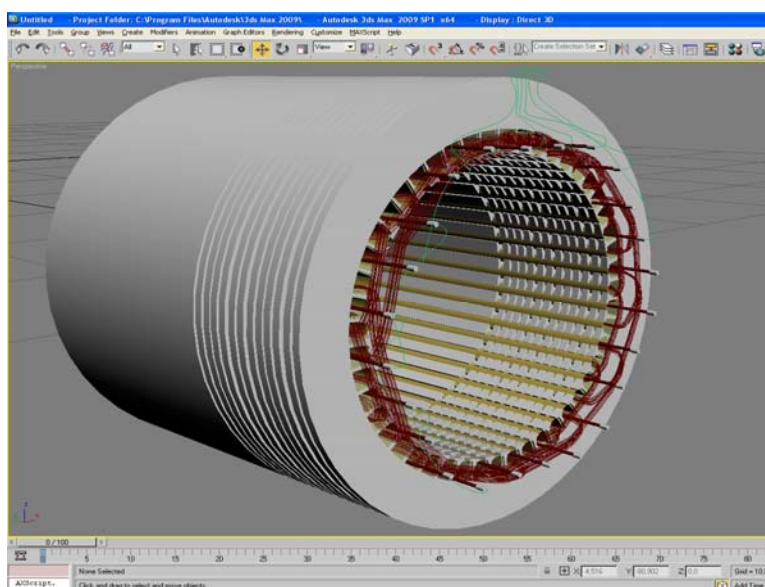
Рисунок 1– Вид екрана дистанційного курсу

Теоретический материал в виде конспекта лекций должен быть разбит на небольшие смысловые модули, логично представлен, удобно структурирован. Изучение каждой темы начинается с аннотации, формулировки ее целей и задач. В методических рекомендациях к теме даются ссылки на необходимую литературу, заостряется внимание на важных моментах, приводятся вопросы для самоконтроля.

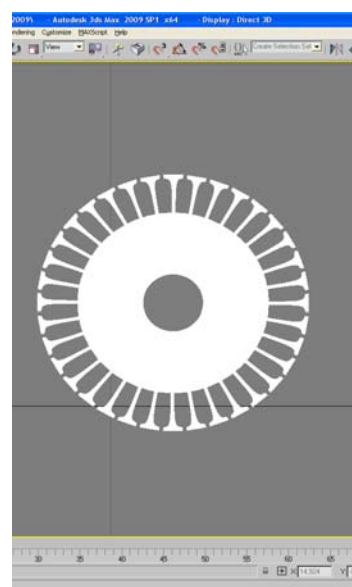
Учебно-методические материалы для практических и лабораторных занятий содержат индивидуальные задания с методическими рекомендациями для их выполнения, форму подачи результатов, примеры выполнения заданий и сроки их сдачи. Благодаря моделированию или имитации на компьютере реального опыта или эксперимента, изучаемых процессов и явлений мультимедийные компьютерные технологии способствуют активизации лабораторных и практических занятий. Различные технологии чувственного восприятия создают ощущение социального присутствия, улучшают запоминание материала, а восприятие компьютера как самостоятельного партнера позволяет повысить качество обучения [2].

Активное участие в разработке презентаций к курсам, мультимедийных фрагментов принимают студенты старших курсов компьютерных специальностей под руководством преподавателей кафедры ПЗКС. Так, например, для создания интерактивного содержимого в различных предметных

областях, в частности, для отображения технологических эффектов процесса сборки электрических машин различных типов используется трехмерная анимация среды 3D Studio MAX [2, 3, 4]. При этом для моделирования технологии сборки асинхронного электродвигателя с фазным ротором было создано 1040 элементарных фрагментов мультимедийного сопровождения лабораторной работы по соответствующему дистанционному курсу (рис. 2- 4).

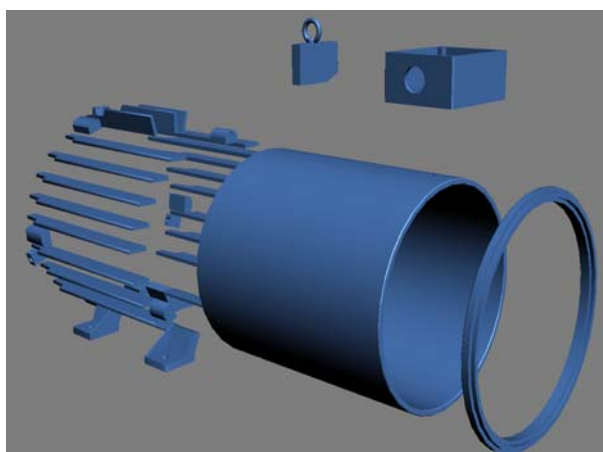


а

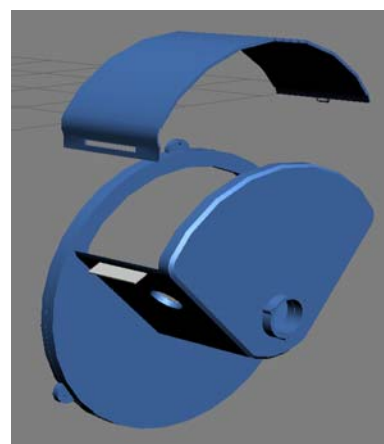


б

Рис. 2 – Общий вид основы модели статора (а) и базовый элемент ротора (б)



а



б

Рис. 3 – Элементы моделирования корпуса асинхронного электродвигателя

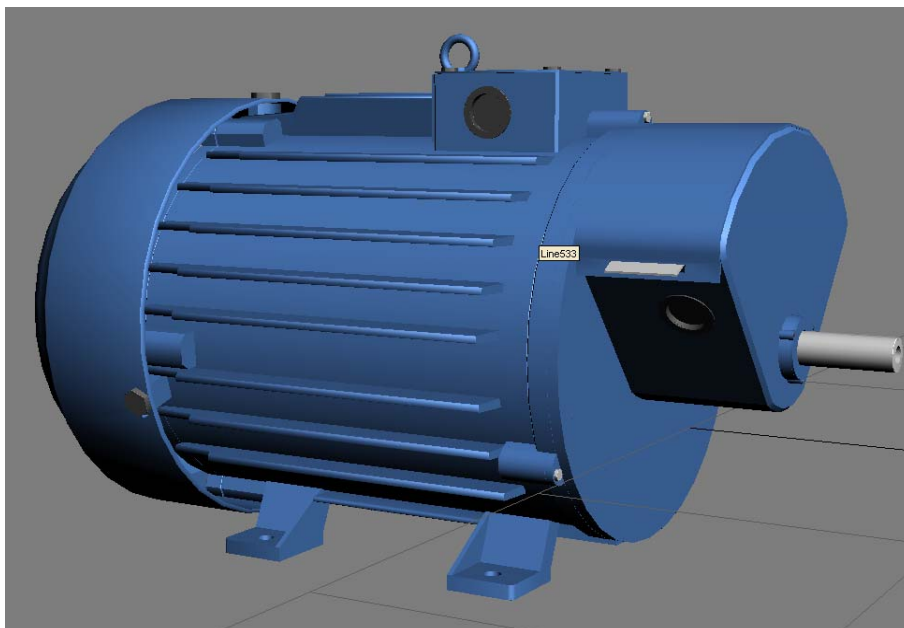


Рис. 4 – Конечный вид анимационной модели асинхронного электродвигателя

Семинарские занятия предусматривают организацию преподавателем дискуссии вокруг предварительно определенных в методических указаниях тем. Студенты готовят тезисы докладов, в которых раскрывается суть вопросов, приводятся основные выводы. В случае дистанционного обучения средства телекоммуникации используются в режиме форума в реальном времени с оценкой преподавателем активности всех участников. Организация правильного чередования синхронной и асинхронной подачи учебного материала способствует повышению интерактивности процесса обучения.

Для формирования умения использовать теоретические знания и применять их при решении прикладных задач в рамках дисциплины используются контрольные работы, эссе, рефераты, курсовые работы. Учебный ресурс “Задания” платформы Moodle позволяет создавать задания с ответом в виде файла или в виде текста, набранного в текстовом редакторе. Результаты работы отсылаются студентом через инструментальную среду. После проверки преподавателем его комментарии и оценка отображаются на странице задания. В случае возникновения каких либо замечаний работа может быть отправлена студенту на доработку.

Для выявления уровня и качества усвоения знаний применяется тестирование. Тесты могут обеспечивать различные виды контроля. Входной контроль проводится до начала изучения дисциплины и позволяет оценить уровень подготовленности студента, скорректировать траекторию его обучения. С помощью текущего контроля определяется уровень усвоения материала каждого занятия, темы, проверяется умение систематизировать и

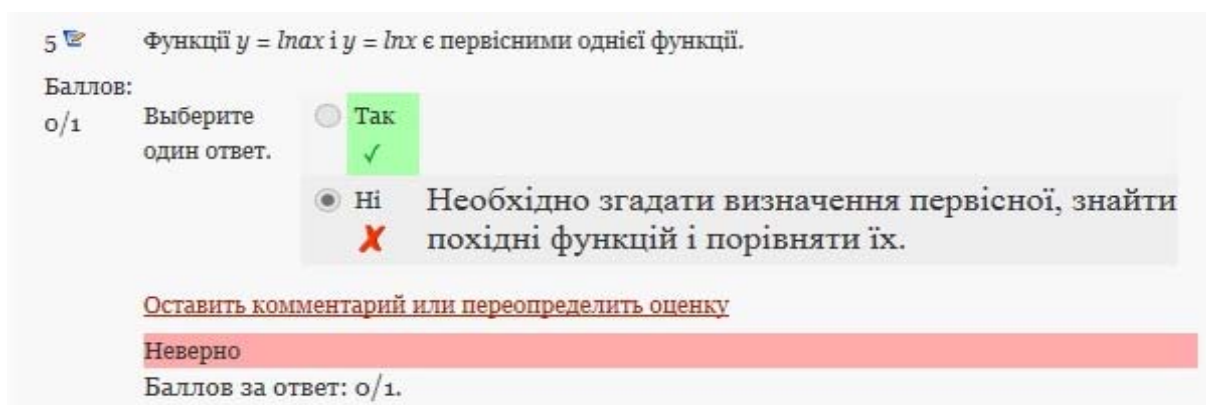
обобщать учебный материал, изученный в разных частях курса. Итоговый контроль проводится, как правило, в очной форме в конце изучения дисциплины, его результаты вносятся в журнал успеваемости студента.

Среда Moodle позволяет не только осуществлять мониторинг работы студентов с различными информационными ресурсами (рис.5), но и получать развернутую информацию о тестировании с описанием допущенных ошибок, комментариями преподавателя (рис.6).



Имя / Фамилия	Тест	Завершено	Затраченное время	Оценки	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14	#15	#16	#17	#18	#19	#20	#21
Горючук	10 Май 2016, 15:52	10 Май 2016, 15:04	12 мин 11 сек	6,67	0.17	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Харченко	10 Май 2016, 15:05	10 Май 2016, 15:28	22 мин 59 сек	7,17	0.17	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
А Черский	6 Май 2016, 14:49	не завершен	-	-	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25
У Колесников	6 Май 2016, 14:31	6 Май 2016, 14:45	15 мин 36 сек	8,79	0.17	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
У Кузнецов	6 Май 2016, 13:03	6 Май 2016, 13:15	12 мин 47 сек	8,82	0.08	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Сергей Весельский	6 Май 2016, 11:57	6 Май 2016, 11:26	19 мин	6,48	0.17	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Сергей Леонов	6 Май 2016, 09:09	6 Май 2016, 09:34	25 мин 5 сек	9,75	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
О Спико	4 Май 2016, 16:27	4 Май 2016, 16:43	16 мин 4 сек	8,92	0.17	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Дмитро Полынский	4 Май 2016, 16:15	не завершен	-	-	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25
Р	4 Май 2016, 16:15	4 Май 2016, 16:15	22 мин 14 сек	6,65	0.08	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

Рисунок 5 – Форма типичных результатов самотестирования студентов



5. Функции $y = \ln ax$ и $y = \ln x$ є первісними однієї функції.

Баллов: 0/1

Выберите один ответ.

☒ Так

☐ Ні

Необхідно згадати визначення первісної, знайти похідні функцій і порівняти їх.

[Оставить комментарий или переопределить оценку](#)

Неверно

Баллов за ответ: 0/1.

Рисунок 6 – Протокол тестирования с комментарием преподавателя

Эффективное внедрение инновационных технологий обучения предполагает решение и таких важных задач, как обеспечение достаточного уровня учебно-методических материалов. Эта задача решается с помощью сертификации дистанционных курсов, которая включает в себя структурно-функциональную, содержательную и методическую экспертизу. Экспертиза устанавливает наличие обязательных составляющих электронного курса, соответствие содержания государственным стандартам, целям и задачам дистанционного курса, отмечает научную новизну, предусматривает оценку методических аспектов организации курса и системы контроля, рассматривает психолого-педагогические принципы взаимодействия студентов и научно-педагогических работников.

Разработанные дистанционные курсы проходят апробацию в условиях реального учебного процесса, например, при организации самостоятельной работы студентов очной и заочной форм обучения. В ходе эксперимента с помощью анкетирования, обсуждения на форумах, при встречах изучалось мнение студентов и преподавателей о качестве разработанных курсов, эффективности предлагаемых методик. Анализ итогов выполненного эксперимента позволил внести необходимые изменения в дистанционные курсы, способствовал формированию методических компетенций преподавателей в области дистанционного обучения [5].

В новых условиях подготовка преподавателей дистанционного обучения, формирование их методических компетенций, повышение мотивации использования информационно-коммуникационных технологий обучения является актуальной задачей. Овладеть необходимыми знаниями и навыками использования инновационных педагогических технологий возможно путем организации семинаров, мастер-классов, различных курсов. Кроме этого, педагогические, научно-педагогические работники, методисты, обеспечивающие дистанционное обучение, должны пройти подготовку в структурных подразделениях повышения квалификации и быть аттестованными с выдачей соответствующих документов.

Выводы. Дистанционная форма – новая, развивающаяся форма организации учебного процесса. Внедрение ее в вузе представляет собой сложный и многогранный процесс. Комплексное использование методологических, учебных и технологических инноваций, творческий подход при реализации новейших технологий является предпосылкой для достижения несомненного успеха в этом направлении.



ЛИТЕРАТУРА

1. Скибицкий Э.Г. Построение многоуровневой системы принципов педагогического процесса дистанционного обучения // Инновации в образовании. – 2012. – №12. – С.74 – 83.
2. Рибалко А.Я., Мещеряков Л.И., Уланова Н.П., Руссу А.Ю. Комп'ютерна візуалізація технологій складання електричних машин в умовах дистанційного навчання // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім.В.Гнатюка. Серія Педагогіка.–2011.– №1.– С.49-54.
3. Пэрент Р Компьютерная анимация /Пер. с англ. М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2004.560с.
4. Ким Ли 3D Studio MAX для дизайнеров. Искусство трехмерной анимации. Второе издание переработанное и дополненное: Пер. с англ. . – К.: ООО “ТИД”ДС”, 2003. – 864 с.
5. Рыбалко А.Я., Уланова Н.П., Мещеряков Л.И., Руссу А.Ю. Информационное наполнение дистанционного курса “Основы искусственного интеллекта” // Сб. науч. трудов НГУ. – Днепропетровск, 2007. – № 28. – С. 178–184.

UDC 378:316:37.02

POPULARIZATION OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE WITH USE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

Anna Ten¹, Ilya Verner², Helen Olkhovik³

^{1,2}Senior Lecturer of Machinery Design Fundamentals Department, State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: ill3@mail.ru

³Student, State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. The influence of information and communication technologies on the level of education in contemporary society is studied.

Keywords: *quality of professional training, high education, data communication technologies, professional education.*

РОЛЬ ИКТ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОПУЛЯРИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

А.С. Тен¹, И.В. Вернер², Е.А. Ольховик³

^{1,2}старший преподаватель кафедры основ конструирования механизмов и машин, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина, e-mail: ill3@mail.ru

³студент группы ГЛгр-13-2, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина

Аннотация. Анализируется влияние информационно-коммуникационных технологий на уровень образования современного общества.



Ключевые слова: качество образования, высшее образование, информационно-коммуникационные технологии.

Introduction. In 60-th years XX century, modern humanity reached the maximum of its scientific and technological strength, driven by the development of a nuclear-missile race. The consequence of the new technologies development, as well as the significant result of which, was the introduction to space exploration. At this time, respect for science and scientists peaked. It was learned at that time a scientist exactly was the standard of character, able to perform any feat in the name of humanity. It is obvious, that for the emergence of a thinker of genius is necessary to prepare a huge mass of well-educated scientific manpower. Due to the fact, that it was considered fashionable to be smart, it was able to maintain young people's interest in science. Youth imitated a famous scientist in the style of speech and manners of clothing, was interested in the opinion of scientists and tried to get to the core of scientific research. Most of the surveyed respondents on the street could easily name all the astronauts have flown in space, and to retell their detailed biographies. There was a huge demand for engineers of different specializations, physicists and mathematicians were needed. Mass media, which popularized and fueled (warmed up) interest in the latest scientific knowledge, were playing enormous role in the popularization of scientific knowledge, as well as the interest of the youth in this. Popular science films were created, popular science publications were printed, TV and radio debates of scientific orientation were held. And all this was done at a high level with the obligatory references to reliable sources of information.

In 70-th of XX century, with the decline of world tension, interest in scientific knowledge gradually reduced. Fashion on science, on the natural and technical knowledge, on the scientific way of thinking gradually passed. Most often, science is not capable of developing on its own basis, from itself. It is always tasked from the outside, in most cases these are tasks of improving military equipment. This time coincided with the time of satisfying the basic everyday needs of modern society. For the first time in a very long period, ordinary citizens of many countries have received housing with home appliances, were satisfied with the nominal demand for food. Thus, the model of development of a society based on the satisfaction of normal needs, has exhausted itself. Neither growth of requirements, no growth of cash savings was foreseen. Business can develop only with the growth of the population, but the population growth rate in developed countries, on the contrary, decreased.

As a way for the system to get out of a crisis, it was decided to create new needs. The solution turned out to be extremely successful, so pharmaceutical companies have created the need to consume constantly different drugs, cloth-

ing manufacturers - need to change clothes by season and more often, manufacturers of communication systems - the need to use these techniques almost continuously, and much more. Nowadays, more and more often the method it is used for creating new dangers and sales of security facilities from them. To implement the new requirements in the minds of consumers, new technologies and marketing plans have been developed. To intensify the process, it was necessary to eliminate rational, critical and scientific thinking, prevalent among the masses. As an ideal model of the consumer to take a person, devoid of rational consciousness and scientific knowledge about the world, as well as living elementary emotions and lust for novelty [1].

Purpose of the work. The work analyzes the impact of information and communication technologies in the dissemination of scientific knowledge in society, as well as the ability to use technology to enhance the level of education of the general public.

Material and results of the research. Over the past 20 years, amplification of differentiation in the availability of different levels of education took place, as well as the level and quality of education received. It continues to increase inter-regional differentiation between urban and rural areas, as well as differentiation of opportunities for quality education for children from families with different income levels. The ideological ground for these processes was the concept of liberalization of education, including the decentralization of management, expand the variety of legal forms of educational institutions, the freedom of choice of forms and types of education. As a result of the digital "revolution" of recent decades [2], as well as higher education reforming, specialists began to receive in the learning process differentiated knowledge specifically required in their future profession. Certain sections of the population lost the opportunity to receive education due to its inaccessibility, certain ones got it, but it has ceased to meet the contemporary needs of society and the state, industry and other consumers of educational services. There were generations of highly specialized skilled professionals in their field, but which didn't have knowledge in the most seemingly basic areas of knowledge of the school curriculum. It is becoming increasingly clear that the substantive component of modern education, reducible to standardized information and mastery of known knowledge, skills and abilities, does not meet the expectations of society [3].

Lack of knowledge is replenished by the most effective means of popularization - the mass media, because, in most cases, when you hear something many times, you start to treat it with confidence. Thanks to many-millions readers, listeners and viewers, that the mass media machine broadcasts, penetrates deeply into the minds of the broad masses.

After analyzing, during the period of 50 years, a trend of presentation of scientific data in the scientific and popular publications and movies, as well as in science-fiction and the most common materials, public and the most popular among young people, a disappointing conclusion can be made about the sharp decline in the quality and scientific validity of data included in the works of the present. Thus, in the classic of science fiction – TV series "Star Trek" (1966-1969) demonstrated the work of scientists in the study of the space, and scientists are shown as heroes able to solve any problems through scientific knowledge, competent statement of the problem and work in well coordinated team. In the same series, "Star Trek", but shot already, for example, in the 2000s, the scientific theme goes far into the background, giving way to plots about thirst for lucre and intrigue as the most noteworthy values of modernity. And thanks to the most of modern science fiction movies the word "crazy" has become synonymous with the word "scientist". Most of the main characters of contemporary works are muscular jockstraps with an iron chin, from which the bullets bounce. And as often as not these characters are not burdened with intelligence and destroy everything in their path, and all in order to gain victory, often all their actions are spontaneous and ill-conceived. But the main negative characters, on the contrary, are pedantic and consistent in their actions, they constantly plan every step and work in teams.

Most today's popular science films are based on unproven and sometimes false theories. And usually scientific basis in such films is replaced by clever play on the feelings and emotions of a person. Deliberately false or incorrect theories are generally put in most fiction or science fiction films.

Thanks to fiction films, number of ideas, not always, to put it mildly, having a firm scientific basis, captured not only the broad masses, but also the scientific community. For example, distortions and omissions in the data about the following: the idea that the brain is used only for 10%, despite the fact that we know what is not being used – it atrophies and degenerates; the idea about non-renewable brain cells; the idea of the need for consumption of 2 liters of water per day [4]; the idea of the omnivorous human [4]; global warming [5]; the origin of species from the simple to the complex [5]; theory of the origin of the Universe, in which the systems of complex equations replace the logic and common sense; and much more.

Thus, we see a tendency, thanks to the mass media, to spread among the public at large and professionals pseudoscientific myths that often have a little in common with reality.

According to the results of a nation-wide poll in the United States in 1989, the scientist took the second place after the doctor in the list of the most prestigious professions [6]. And in 2005, 16 years later, this figure remained in the

United States at the same level. A similar public-opinion poll was conducted in 2001 in the EU. Here are the results: doctors - 71%; scientists - 45%; engineers - 30%. In the USSR in the 70-80-ies of the last century, the number of scientific workers was around 1.5 million people, but only in the sphere of science and scientific services 4.5 million people were employed, i.e. almost 4% of all employed in the national economy. The scientific work began to turn into one of the most popular professions. In this situation, no one could come up with the question of what profession is more prestigious - a scientist or an accountant.

Fundamentally different picture is observed in modern Ukraine. According to sociological research, scientist profession is not included on the prestige even in the top ten.

In some countries, according to UNESCO's bulletin on education, today a large number of children remain in the re-education or leaves the school before the end of the elementary education, in the best case, lower secondary education, which is an acute problem requiring urgent solution [7].

An international human development analysis program UNDP provides also ambiguous data [8]. Each year the staff of this program makes a series of reports on the development of countries of the world by various parameters. Ukraine is on the 80th position on these indicators. Data ambiguity is related primarily with the formal approach to the issue. Index of the country's human potential development operates with dependencies of number of graduates of different kind in the country to economic indicators, to the indicators of the length and quality of life, as well as to many other things. But it does not take into account the quality of graduates, their level of knowledge about the world, as well as the integrity of the individual and presence of ideological concept as a whole.

In modern conditions – century of market relations and stiff competition – as the leading factors of the development are suggested advanced storage and reproduction not only of material goods and services, but also the accumulation of knowledge, experience and skills. Human potential of any country is its main competitive advantage. That it makes it possible to adapt to the conditions of the globalization of the modern world, to attainments of competitiveness, it is an important condition for strengthening the economic power of the country, improving the welfare of its population. The human potential of the country is determined by the education provided by the education system, as well as largely by the information received from the mass media. Analysis of the information disseminated by these media over the past decades, shows a tendency to impose material: deliberately false or incorrect; advocating ethnic strife; undermining the foundations of the family institution; advertising a destructive way of thinking, as well as popularizing many immoral "universal values" and "freedom". [9].

The high level of education and usually accompanying it the high level of scientific development throughout human civilization have been an important engine of social, technical and economic progress of the state. In the context of globalization, the quality of knowledge obtained by the broad masses of the country is a factor in the survival and maintenance of economic and political independence of the state. Literate people are bearers of positive values, without which to build a politically mature state is impossible. Formation of civil society, development of democratic principles and freedom is impossible without competent, educated population. Only an educated person is able to see the prospects of the country and to participate with civil liability in the construction of its future.

Ignorance (unconscious and conscious) in conjunction with the passivity and laziness is the strongest threat to the existence of any modern society. Both types of ignorance are fed by the mass media – the main instruments of politicians and corporations.

During the years of relative stability ignorance is growing, and the importance and necessity of education are less obvious. The younger generation, using the benefits of the system, which was built by their ancestors, gradually forgets how and why the system was built. In the end, the incompetent people get power with the support of the majority, thereby endangering the foundations of the system itself.

Summary. 1. After analyzing the impact of information and communication technologies used in the mass media, it can be concluded about the tremendous progress in the possibilities of bringing necessary information to the general public. These technologies rightfully occupy a leading position by the opportunity to popularize scientific knowledge.

2. Due to the rapid development of various fields of scientific knowledge, as well as the introduction of a huge number of specialized terms, scientific language ceased to be comprehensible to the masses. Thus the process of bringing of knowledge to the masses has become very difficult. As a way out of this situation is possible and necessary to use information and communication technologies in the educational process for bringing visualized and clear information to students. With the ability to provide scientific knowledge in a visual and accessible form for the masses of people who do not have specialized knowledge in the various fields of knowledge, the use of these technologies in the mass media has established itself as an indispensable.

3. The popularization of scientific knowledge among the broad masses of the population, the promotion of constructive and creative way of thinking and life - is necessary for the formation of youth as an active civil layer of its state

and of all the planet as a whole. It means that everyone should be able to communicate with a representative of any other country, to understand him, to accept for who he really is. Only the high quality of received education gives a person the opportunity to learn to know a multipolar world, to act and to coexist in it without conflicts and together with other people [10].

REFERENCES

1. Невежество и мракобесие: [Electronic resource]. URL: <http://domesticlynx.livejournal.com/50493.html>. (Date of access: 05.03.2014).
2. [Information and Communication Technologies in Education](#) // Balashov S., Verner I., Bishevskiy V. / Contemporary Innovation Technique of the Engineering Personnel Training for the Mining and Transport Industry 2014 (CITEPTMT'2014). Conference Proceedings. (2014) Ukraine, Dnepropetrovsk: National Mining University, pp. 538-547.
3. Пути повышения качества профессиональной подготовки студентов: материалы междунар. науч.-практ. конф. Минск, 22–23 апр. 2010 г. / редкол.: О. Л. Жук (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2010. – 567 с.
4. Шаталова Г.С. Целебное питание. СПб.: Вектор, 2013. – 416 с.
5. Баландин Р.К. От Николе Теслы до большого взрыва. Научные мифы / Рудольф Баландин. – М.: Яуза: Эксмо, 2009. – 352 с.
6. Вагонов А. Наука и научно-популярная литература // Экология и жизнь. – 2008. – № 11. – С. 5.
7. UNESCO Institute for Statistics (UIS) and UNICEF (2015). Fixing the Broken Promise of Education for All: Findings from the Global Initiative on Out-of-School Children. Montreal: UIS. <http://dx.doi.org/10.15220/978-92-9189-161-0-en>
8. United Nations Development Programme – Human Development Reports. [Electronic resource]. URL: <http://hdr.undp.org/en/data>. (Date of access: 01.05.2015).
9. Проект «Научи хорошему». [Electronic resource]. URL: <http://whatisgood.ru/>. (Date of access: 01.05.2015).
10. Медетова Р.М. Влияние образования на формирование толерантности у учащихся в духе национального и глобального гражданства [Текст] / Р.М. Медетова // Молодой ученый. – 2013. – №2. – С. 383-386.

УДК 622.002.5:519.853.6

ФУНКЦИЯ ХИММЕЛЬБЛАУ, КАК УНИВЕРСАЛЬНАЯ ТЕСТОВАЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ ПРЯМЫХ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ

М.Н. Трубицин

кандидат технических наук, Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина

Аннотация. Дан обобщенный подход и алгоритм решения оптимизационных задач рудоподготовки, интегральных характеристик загрузки мельниц, логистического управления запасами, проектирования планетарных редукторов. Их построение основано на

тестировании функции Химмельблау, для чего показано аналитическое нахождение ее экстремумов, где определены отдельные области расположения минимумов и максимума.

Ключевые слова: *рудоподготовка, управление запасами, мультимодальная функция Химмельблау, локализация экстремумов, многосвязная область определения целевой функции.*

HIMMELBLAU FUNCTION AS A UNIVERSAL TEST MULTIMODAL FUNCTION OPTIMIZATION OF DIRECT METHODS

Mikhail Trubitsin

Ph.D., State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. Given generalized approach and algorithm for solving optimization problems of ore preparation, integral characteristics of load mills, logistics inventory management, design planetary gear units. Its construction is based on testing Himmelblau function, which shows analytical finding extrema, which identifies the location of the field separate minima and maxima.

Keywords: *ore preparation, inventory management, multimodal function Himmelblau, localization of extrema, multiply the domain of the objective function.*

Введение. Транспортные технологии плюс специфика различных задач горнорудной промышленности подразумевают решение множества оптимизационных задач. Их сложность заключается в: не дифференцируемости целевой функции (ЦФ); явных и неявных ограничениях; некорректности постановки задач; многокритериальности получаемых решений; разрывности ЦФ; необходимости проведения целочисленной оптимизации. Примеры решения таких задач даны в табл. 1. Здесь желательно иметь надежный универсальный алгоритм (или специальные алгоритмы) оптимизации, дающие полный и обоснованный набор найденных решений - экстремумов. Создание подобных алгоритмов требует обязательной тестовой проверки их работы, причем, с заранее известным точным расположением всех экстремумов обобщенной тестовой ЦФ. В противном случае, срабатывает положение, что *Оптимизация ... это стремление к совершенству, которое возможно и не будет достигнуто*, [5, с.138].

Одной из наиболее распространенных тестовых функций прикладных задач мультимодальной оптимизации есть функция Химмельблау (ФХ) [6-8 и др.]:

$$f(x,y)=(x^2+y-11)^2+(x+y^2-7)^2. \quad (1)$$

Благодаря простоте своей аналитической записи, симметричности области определения (ОО) – квадрат 10x10, с центром в начале координат,

наличию локальных, глобальных и фиктивных (находящихся на границах ОО) экстремумов, мультимодальную ФХ можно считать обобщенной за счет наличия самых различных вариантов решений, т.е. универсальной тестовой функцией. Она позволяет апробировать различные методы (в том числе и прямые) поиска экстремумов функций произвольной сложности, при любых ограничениях на ОО. Скорректировать стратегию и тактику проведения уточняющего решения итерационного процесса, ввести ускоряющие элементы нахождения решения процесса поиска (например, взвешивание значений целевой функции), оценить значимость этих и других мер.

Таблица 1 - Примеры решенных оптимизационных задач

Задачи		Отрасль промышленности и науки. Применение	Краткое описание и пояснения	Сложности, специфика, формирование условий
Рудоподготовки		Горнорудная, управление карьерным автотранспортом	Руда в забоях характеризуется 4 параметрами. Линейные ограничения на суммарный объем добытой руды, [1].	1) Задача линейного программирования с возможной некорректностью ограничений
				2) Задача о составе смеси
Определение минимальной ординаты центра масс внутренней загрузки барабанных мельниц		Горнорудная	Ключевая задача внутренней механики барабанных мельниц, [2]. Высоте подъема соответствует производительность мельницы.	Фактическое отсутствие ограничений, мультимодальность. Выделение новых подобластей <i>min</i> и <i>max</i> на основании достаточных условий.
Управление запасами при наличии ограничений по объему склада		Транспортные технологии, логистика	Известны итерационный и аналитический алгоритмы решения для 2-х переменных, [3].	Нелинейная задача при линейных ограничениях. При $n > 2$ необходим специальный
Проектирование одноосных планетарных редукторов		Технология машиностроения	Задача целочисленной оптимизации, [4].	Ступенчатые функции и целевая, и ограничений
Вспомогательные	Решение трансцендентных уравнений и систем уравнений	Прикладная математика и механика, образование	Введение: штрафов; зондирования пр-ва; локализации <i>extrem</i> ; выбор метода решения.	Минимизация неувязок, проверка правильного выбора начальных условий. Многокритериальность проведения решения.
	Метод наименьших квадратов в неявном виде		Выбор «лучшего» экстремума	
	Активный многофакторный эксперимент		Определение, в основном, только направления поиска	Учет экстремумов, лежащих на границах областей

Эту функцию целесообразно использовать для нахождения новых подходов и приемов описания областей локализации найденных экстремумов и исключения их из дальнейшего рассмотрения путем введения штрафных слагаемых их рангов или критериев по различным ограничениям на ОО, [9].

Проверка правильности перечисленных подходов возможна только при знании расположения всех, без исключения, экстремумов ФХ. Последнее является, несомненно, *актуальным вопросом* также за счет:

- широкой востребованности (только частично отмеченной в табл. 1) задач прямой оптимизации (поиск экстремумов без определения производных ЦФ);
- необходимости обязательного выбора конкретного метода (Нелдера-Мида, сеток, Хука–Дживса, Розенброка и др.) или их модификаций к конкретной задаче поиска с подбором стратегии (операции, их последовательность) и тактики (выбор коэффициентов деформации управляемых объектов) поиска;
- проверки перевода аналитических положений оптимизации на кусочно-разностное описание поверхности в трехмерном пространстве $хуф$ с использованием наглядных средств графики современных математических пакетов (таких как MathCad-14);
- выбора нужного критерия останова процесса поиска экстремума мульти-модальной ЦФ из множества совместных или отдельных условий по точности: расположения точек соседних итераций ε_x и значения ЦФ в них ε_y ; объема, площади поверхности или периметра областей (симплекса) ε_v , ε_s , ε_p , количества исходных точек (сетки) или точек зондирования пространства $n_{лп-т}$;
- обоснования вида областей возможной локализации экстремума и рационального описания границ (полоса, гиперкуб, суперэллипс, симплекс и др.) с расстановкой приоритетов и критериев ограничений.

В связи с выше изложенным, **целью работы** является аналитическое определение расположения всех экстремумов ФХ для тестирования методов решения ряда (табл. 1) оптимизационных задач. **Идея работы** заключается в использовании нулевых зависимостей вторых производных ЦФ для установления и разделения по свойствам подобластей ОО.

Состояние вопроса. Очевидно, из-за громоздкости проведения необходимых аналитических выкладок поиска экстремумов ФХ при простоте вида самой функции (1), вывод получения координат экстремумов в известных нам работах не приводится. Даются только ссылки, что поиск вполне можно провести аналитически [10]. Графические возможности современных пакетов (например, MathCad-14) позволяют построить любые поверхности $z=f(x,y)$ в трехмерном пространстве $хуф$ для предварительного визуального определения расположения экстремумов, рис. 1 и возможного от- деления этих экстремумов.

Построенная топография поверхности позволяет заключить, что ФХ в своей ОО будет иметь 5 глобальных экстремумов: 4 минимума и 1 максимум. Остальные максимумы можно считать локальными, т.к. они будут лежать на границах выбранного квадрата 10х10, рис. 1. Для уточнения расположения экстремумов воспользуемся процедурами Minimize и Maximize (пакет MathCad-14, где все установки и методы решений были приняты по умолчанию - $TOL=10^{-3}$ и т.д.). Графическое достижение пяти экстремальных решений показано на рис. 2, где условно принято, что если вершина не соединена с точкой экстремума, то решение из нее достигнуто не было. Из чего делается вывод о необходимости увеличения набора (или его плотности) начальных точек выхода при нахождении максимального количества решения. Значения координат найденных экстремумов приведены в табл. 2, где также даны количественные оценки условий существования экстремумов. К этим оценкам относятся:

- необходимые условия – нулевые первые производные:

$$f'_x = 0 \text{ и } f'_y = 0; \quad (2)$$

- достаточные условия – положительность детерминанта, характеризующего положи тельную или отрицательную определенность соответствующей квадратичной формы

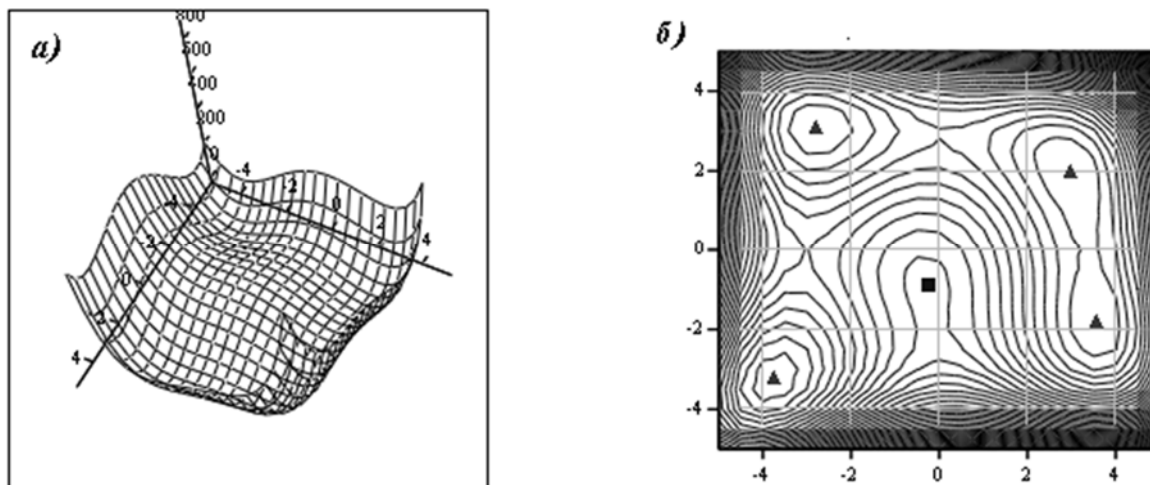


Рисунок 1 - Геометрическое представление поверхности ФХ в квадрате $-4,5 \leq x, y \leq 4,5$ графическими средствами пакета MathCad.

а) поверхность $z=f(x,y)$, в виде сетки;

б) линии уровня поверхности и расположение глобальных экстремумов:

■ – один максимум; ▲ –четыре минимума.

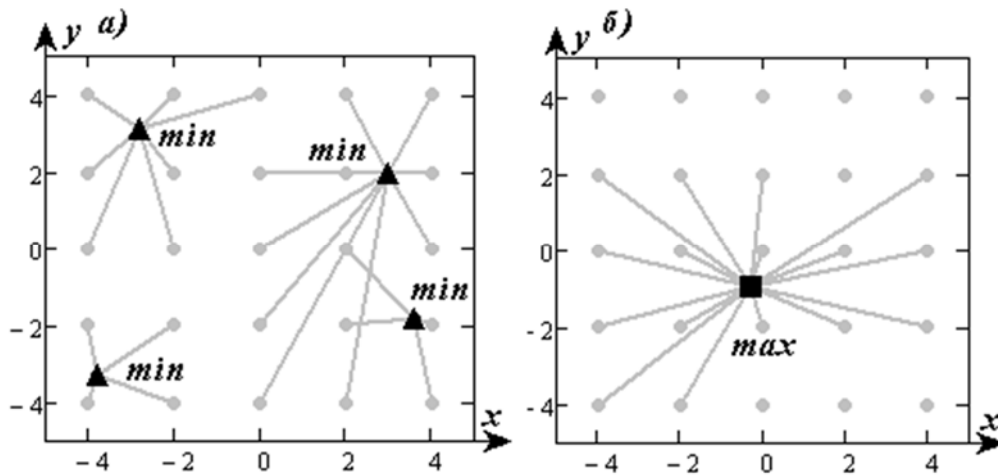


Рисунок 2 - Достижение экстремальных решений ФХ, при выходе из 25 вершин (•)

равномерной сетки: а) нахождение четырех минимумов;

б) нахождение одного максимума.

$$D(x_0, y_0) = \det \begin{bmatrix} f''_{xx}(x_0, y_0) & f''_{xy}(x_0, y_0) \\ f''_{yx}(x_0, y_0) & f''_{yy}(x_0, y_0) \end{bmatrix} > 0 \quad (3)$$

в исследуемой точке (x_0, y_0) ;

- дополнительные условия – знаки вторых, не смешанных производных должны совпадать, т.е.

$$f''_{xx}(x_0, y_0) \cdot f''_{yy}(x_0, y_0) > 0, \quad (4)$$

при этом

если

то

$$\begin{cases} f''_{xx}(x_0, y_0) > 0 \\ f''_{xx}(x_0, y_0) < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} f(x_0, y_0) \rightarrow \min \\ f(x_0, y_0) \rightarrow \max \end{cases} \quad (5)$$

Таблица 2 - Оценки необходимого и достаточного условий существования экстремумов

параметры	экстремумы				
	минимумы				максимум
	1	2	3	4	
x	-3.779	3.584	-2.805	3	-0.271
y	-3.283	-1.848	3.131	2	-0.923
$f(x,y) \cdot 10^6$	5,491	9,47	4,333	0	$181.617 \cdot 10^{-6}$
f'_x	0.031	-0.044	$7.261 \cdot 10^{-3}$	$-2.438 \cdot 10^{-14}$	$6,78 \cdot 10^{-3}$
f'_y	$7.645 \cdot 10^{-3}$	$7.352 \cdot 10^{-4}$	-0.025	$-4.36 \cdot 10^{-15}$	$9,213 \cdot 10^{-5}$
f''_{xx}	116.238	104.749	64.94	74	-44,81
f''_{yy}	88.221	29.317	80.418	34	-16,86
f''_{xy}	-28.248	6.944	1.304	20	-4,776
$D(x,y) \cdot 10^{-3}$	9,457	3,023	5,221	2,116	732.748

Остальные случаи (например $D(x_0, y_0) = 0$) – особые и нуждаются в дополнительном исследовании, которое не входит в рамки данной работы. Условие

(3), в двумерном случае, является требованием к лишь существованию экстремума, а не определением его вида (max или min), как иногда ошибочно принимается [10, с.68]. При $D(x_0, y_0) < 0$ экстремум в точке (x_0, y_0) отсутствует.

Постановка задачи. Для последующей апробации стратегии и тактических приемов прямых методов оптимизации нужно найти аналитический вид координат всех экстремумов ФХ (1) при обязательном выполнении необходимых (2), достаточных (3) и дополнительных (4,5) условий существования экстремумов. При этом показать возможность использования нулевых дополнительных условий для разделения областей максимумов и минимумов путем нанесения границ этих областей.

$$f''_{xx}(x, y) = 0; \quad f''_{yy}(x, y) = 0; \quad D(x, y) = 0.$$

Пример нанесения границ таких раздельных по свойствам областей, в которых ФХ принимает экстремальные значения, показаны на рис. 3.

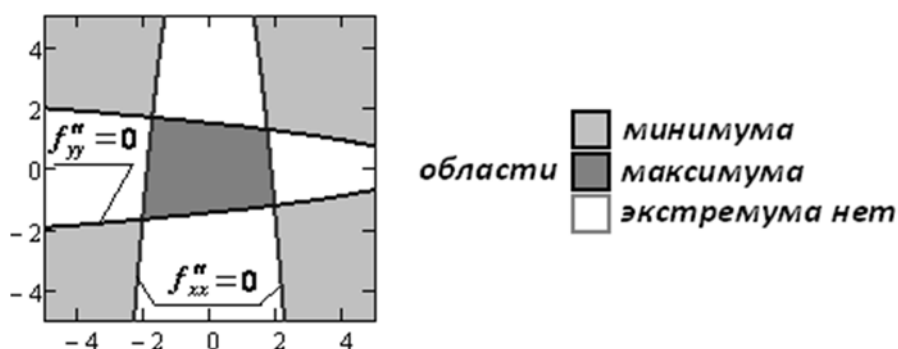


Рисунок 3 - Области расположения экстремумов ФХ, согласно условий (5).

Материалы исследований. Согласно цели данной работы рассмотрим аналитический вывод условий для определения координат расположения возможных экстремумов ФХ. В комплексе, это необходимо в виду:

1. не достижимости, в общем случае, близлежащего (или даже вообще никакого) экстремума из начальной точки (вершины сетки) выхода, рис. 2;
2. не удовлетворению, в некоторых случаях, необходимому условию существования экстремума – серые подложки в табл. 2 с лишь приблизительно нулевыми значениями;
3. использования в дальнейшем варианта локализации экстремумов, выбора очередной точки выхода, определения условий исчерпанности ОО ЦФ;
4. выбора критериев останова процесса счета связанных с точностью (погрешностью) получения решения.

Построим в удобной форме необходимые условия существования экстремумов (2) функции (1). Нули первых производных дадут:

$$\begin{cases} \frac{\partial f(x,y)}{\partial x} = 0 \\ \frac{\partial f(x,y)}{\partial y} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2x \cdot (x^2 + y - 11) + (x + y^2 - 7) = 0 \\ (x^2 + y - 11) + 2y \cdot (x + y^2 - 7) = 0 \end{cases} \quad (6)$$

В последней системе, в правых частях обоих уравнений произведено сокращение на масштабный коэффициент 2. Эти и дальнейшие элементарные приемы упрощения уравнений системы не должны, на наш взгляд, привести к отбрасыванию корней системы, т.е. к получению неполного набора решений. Умножим первое уравнение системы на $2y$ и вычтем из него второе уравнение; затем, умножим второе уравнение на $2x$ и вычтем из него первое. Приведем подобные и получим преобразованную систему:

$$\begin{cases} (x + y^2 - 7)(1 - 4xy) = 0 \\ (x^2 + y - 11)(4xy - 1) = 0 \end{cases} \quad (7)$$

Это - система нелинейных уравнений и она будет иметь решения в четырех случаях, соответствующих одновременным различным парам нулевых значений сомножителей ее уравнений:

$$\begin{aligned} 1) \quad & \begin{cases} x = 7 - y^2 \\ y = 11 - x^2 \end{cases}; & 2) \quad & \begin{cases} x = 7 - y^2 \\ y = 1/4x \end{cases}; \\ 3) \quad & \begin{cases} y = 1/4x \\ y = 11 - x^2 \end{cases}; & 4) \quad & \begin{cases} y = 1/4x \\ x = 7 - y^2 \end{cases}. \end{aligned} \quad (8)$$

При одновременном равенстве нулю обоих сомножителей уравнений (7) для получения большего количества вариантов решений нужно поочередно брать одно уравнение из (6), а второе – из (7), тогда получим следующие четыре случая, соответствующие уже тройкам не нулевых сомножителей, табл.3.

Аналитическое представление этих троек имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} 5) \quad & \begin{cases} 2x \cdot (x^2 + y - 11) + (x + y^2 - 7) = 0 \\ y = 1/4x \end{cases}; & 7) \quad & \begin{cases} 2x \cdot (x^2 + y - 11) + (x + y^2 - 7) = 0 \\ y = 11 - x^2 \end{cases}; \\ 6) \quad & \begin{cases} (x^2 + y - 11) + 2y \cdot (x + y^2 - 7) = 0 \\ y = 1/4x \end{cases}; & 8) \quad & \begin{cases} (x^2 + y - 11) + 2y \cdot (x + y^2 - 7) = 0 \\ x = 7 - y^2 \end{cases}. \end{aligned} \quad (9)$$

Подстановка в вариантах 7 и 8 нулевых сомножителей (8) в уравнения (6) даст совпадающий, одинаковый результат – вариант 1, что и отмечено в табл. 2 номерами с индексами «а». Аналогичная подстановка нулевого сомножителя $y = (4x)^{-1}$ в вариантах 5 и 6 дает в результате одинаковый полином 5-й степени

$$32x^5 - 336x^3 - 104x^2 + 1 = 0, \quad (10)$$

поэтому варианты 5 и 6 (или 5а, табл.3) также считаем совпадающими. За счет идентичности вторых нулевых сомножителей в обоих уравнениях (7)

совпадут варианты пар нулевых сомножителей, отмеченных в табл. 3 индексами «а» и серыми подложками.

Таблица 3 - Варианты составления систем уравнений расположения экстремумов

Пара нулевых сомножителей							Тройка нулевых сомножителей							
1	(•)	(-)	2	(•)	(-)	3	(-)	(•)	5	(•)	(•)	6	(-)	(•)
	(•)	(-)		(-)	(•)		(•)	(-)		(-)	(•)		(•)	
4	(-)	(•)	2a	(•)	(•)	3a	(-)	(-)	7	(•)	(•)	8	(•)	(-)
	(-)	(•)		(-)	(-)		(•)	(•)		(•)	(-)		(•)	(•)
									1a	(•)	(-)	1a	(•)	(•)

Исключение из систем (8) неизвестного y дает алгебраические уравнения 3-й и 4-й степени относительно x , вид, решение и обработка результатов которых приведена в табл. 4. Аналогично, там же, в табл. 4 рассмотрено уравнение (10). Вид первых трех систем (8) позволяет получить и графическое их решение, нужное при необходимости традиционного «отделения» корней и наглядной проверки, рис. 4. Параболы рис. 3-4 не совпадают.

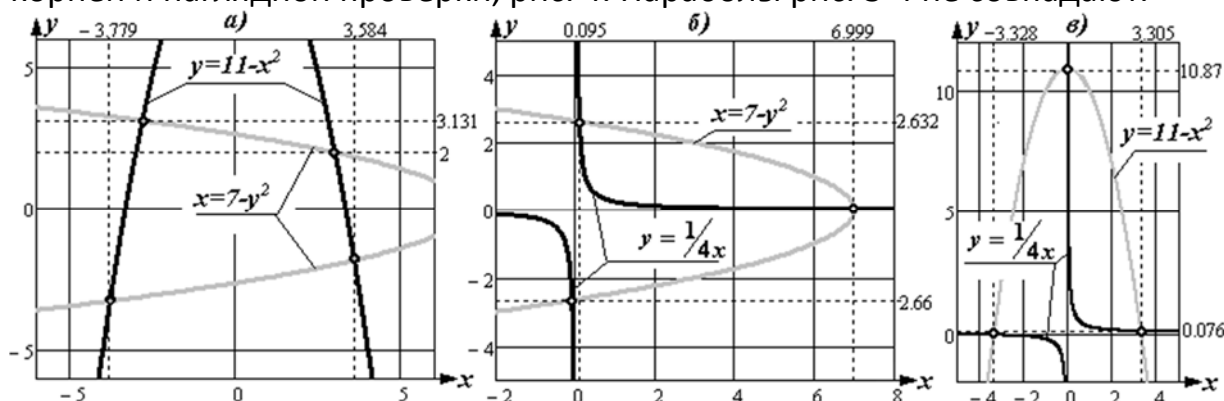


Рисунок 4 - Графическое получение решений, соответствующее случаям (8):

а) первый вариант; б) второй вариант; в) третий вариант.

Четвертый вариант (8), в силу полного совпадения уравнений системы будет иметь, не интересующее нас, бесконечное множество (кроме $x, y = 0$) решений и поэтому в дальнейшем не рассматривается.

Результаты исследований. Корни уравнений (8-9) определялись процедурой polyroots (пакет MathCad-14), все установки, по-прежнему, приняты по умолчанию. Координаты полученных глобальных экстремумов в табл. 4 отмечены ячейками с жирными рамками. Приводимые расчеты показывают, что в этих точках полностью выполняются и необходимые, и достаточные условия существования для экстремумов обоих типов. Ячейками с серыми

подложками отмечены варианты выполнения достаточных условий (3,4,5), последнее для минимума, и приближенного выполнения необходимых условий (2), что и отмечено в табл. 4 значками приближенного минимума $\sim min$.

Таблица 4 - Определение экстремумов ФХ

№ вари-анта	Полином-уравне-ние	Корни уравнений и координаты точек возможных экстремумов										
1	$x^4-22x^2+x+114=0$	x	-3.779		-2.805		3		3.584			
		y	-3.281		3.132		2		-1.845			
		$D(x,y)$	9461		5223		2116		3025			
		$f'_x \cdot 10^6$	-0.044		0.012		0.345		0.379			
		$f'_y \cdot 10^6$	0.286		0.077		1.382		-1.401			
		f''_{xx}	116.265		64.949		74		104.785			
		f''_{yy}	88.234		80.441		34		29.325			
		min/max	min									
		$f(x,y)$	0		0		2.98·10 ⁻¹⁴		3.59·10 ⁻¹⁴			
2	$16x^3-112x^2+1=0$	x	-0.094			0.095		6.999				
		y	-2.66			2.632		0.036				
		$D(x,y)$	-3209			-1915		305.695				
		f'_x	5.127			3.183		1064				
		f'_y	-27.309			-16.726		76.036				
		f''_{xx}	-52.548			-31.381		545.929				
		f''_{yy}	58.751			57.239		2.01				
		min/max	-			-		~min				
		$f(x,y)$	186.449			69.944		1445				
3	$4x^3-44x+1=0$	x	-3.328			0.023		3.305				
		y	-0.075			10.87		0.076				
		$D(x,y)$	-3741			913.976		-1319				
		f'_x	-20.645			228.023		-7.378				
		f'_y	3.102			5016		-1.116				
		f''_{xx}	90.601			2.004		89.395				
		f''_{yy}	-39.244			1426		-12.711				
		min/max	-			~min		-				
		$f(x,y)$	106.55			12999		13.609				
5-6	$32x^5-336x^3-104x^2+1=0$	x	-3,073		-0,271		-0,128		0,087		3,385	
		y	-0,081		-0,923		-1,954		2,884		0,074	
		$D(x,y)$	-2872		732.69		-1027		-2394		-1379	
		$f'_x \cdot 10^{10}$	-274.50		-193.99		-0.066		0.053		-281.702	
		$f'_y \cdot 10^{11}$	446.32		3581		-0.013		0.022		-416.034	
		f''_{xx}	70.996		-44.812		-49.618		-30.373		95.807	
		f''_{yy}	-38.213		-16.859		19.292		74.174		-12.394	
		min/max	-		max		-					
		$f(x,y)$	104.02		181.62		178.337		67.719		13.312	

Проведенные расчеты и визуальная проверка, рис. 1, ФХ и ее поверхности показывают, что аналитическое описание экстремумов будет иметь вид:

а) минимумы – 4 точки,

абсциссы которых являются корнями уравнения

$$x^4 - 22x^2 + x + 114 = 0,$$

а их ординаты находятся по выражению

$$y = 11 - x^2;$$

б) максимум – 1 точка,

абсцисса ее корень уравнения

$$32x^5 - 336x^3 - 104x^2 + 1 = 0,$$

а ордината определяется как

$$y = (4x)^{-1}.$$

Причем, из 5-ти возможных точек максимумов нужно выбрать ту, которая удовлетворяет одновременно условиям (5) по обоим координатам, а именно, согласно рис. 3

$$2y < 21 - 6x^2 \quad \text{и} \quad 2x < 13 - 6y^2.$$

Т.е. область максимума есть пересечение внутренних областей двух парабол. Остальные четыре точки возможных максимумов – не являются таковыми в виду нарушения одного или нескольких достаточных условий. Вершины области расположения максимума – криволинейного четырехугольника ABCD, рис. 5, найдутся из условий

$$\begin{cases} f''_{xx} = 0 \\ f''_{yy} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y = 0,5(21 - 6x^2) \\ x = 0,5(13 - 6y^2) \end{cases} \Rightarrow 4x^4 - 28x^2 + \frac{4}{27}x + 49 - \frac{26}{27} = 0$$

Корни последнего полинома (абсциссы) и соответствующие им ординаты приведены в табл.5. Границы области ABCD обозначены на рис. 5 нанесенным белым пунктиром.

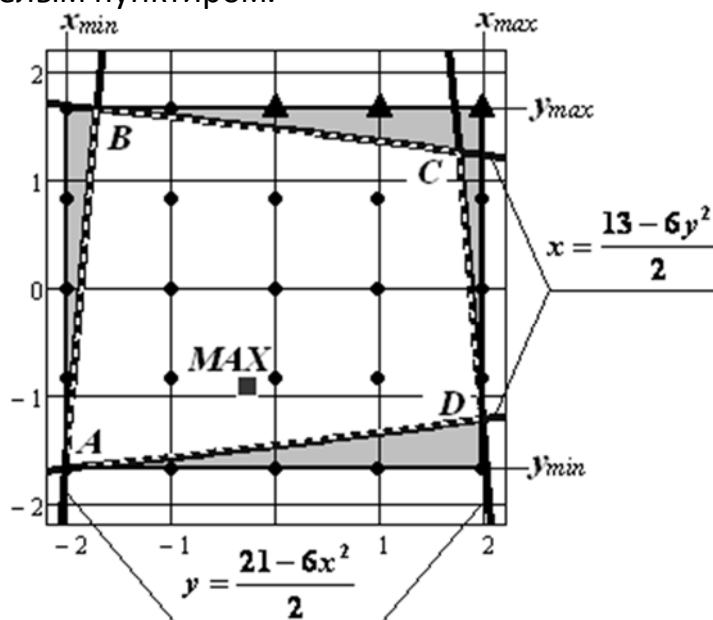


Рисунок 5 - Исследование зоны расположения максимума ФХ:

● - вершины нанесенной равномерной сетки 5x5;

▲ – вершины, из которых максимум (обозначен ■) не был достигнут.

Таблица 5 - Координаты вершин области максимума ФХ

Координата	1(A)	2(B)	3(C)	4(D)
$x_{1...4}$	-2,015	-1,717	1,755	1,977
$y_{1...4}$	-1,685	1,656	1,258	-1,228

Для упрощения дальнейшего описания этой области максимума и проведения сравнительных расчетов очертим вокруг ABCD прямоугольник, соответствующий максимальному и минимальному значениям (ячейки с серыми подложками в табл.5) координат вершин. Полученный прямоугольник будет превышать фигуру ABCD по площади – серая окантовка вокруг зоны максимума, рис. 5. Таким образом, выбор начальных точек поиска максимума будет произведен из области, взятой с некоторым запасом.

Заключение. Таким образом, полученное решение задачи аналитического поиска всех экстремумов ФХ для тестирования методов и последовательности действий решения оптимизационных задач (табл. 1), можно считать вполне инновационным. Это достигается за счет применения комплекса наиболее надежных средства поиска: предварительного зондирования пространства ОО; прямого метода оптимизации – симплексного метода Нелдера-Мида с взвешенными вершинами; возможной локализацией (разного типа) найденных экстремумов; использования переменных тактических приемов на всех этапах поиска. Применение указанных средств поиска для алгоритмов, прошедших тестирование на ФХ дает возможность эффективно получить полные наборы решений различных многокритериальных задач оптимизации. Предлагаемые действия должны в итоге дать в результате «лучший» глобальный экстремум и показать, что нужное решение оптимизационной задачи может быть достигнуто вопреки цитате из [5, с.138], приведенной на первой странице этой статьи.

Выводы.

- Предлагается последовательный комплекс алгоритмов для решения оптимизационных задач элементов прикладной механики и математики, касающихся горнорудного машиностроения и промышленности.
- Надежность и эффективность работы алгоритма достигается за счет проведения: предварительного зондирования пространства; изменения тактики поиска на подходе к экстремуму и при близком нахождении его от элемента поиска; «взвешивания» вершин элемента поиска; локализации найденных экстремумов.
- Для проверки и отладки работы всего комплекса, его элементов и задач использовалась одна из наиболее распространенных тестируемых функций ФХ.



- Определены аналитические выражения координат всех глобальных экстремумов ФХ: абсциссы находятся как корни уравнения IV степени (4 минимума) и нужный (лежащий в определенной области) корень уравнения V степени (1 максимум). Показано, что других экстремумов функция Химмельблау не имеет.
- Установлены и показаны границы областей размещения найденных экстремумов.
- Предлагается тестирующую функцию Химмельблау с установленными аналитически экстремумами использовать в дальнейшем при: выборе различных критериев останова счета по точности, объему исследуемого пространства, количества и вида сетки исходных точек; адаптации стратегии и тактики алгоритмов поиска; выборе алгоритма и вида областей локализации найденных экстремумов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трубицин М.Н. Преимущества использования метода Нелдера-Мида при планировании добычных работ в режиме усреднения минерального сырья / Вибрации в технике и технологиях, 1998, №3, С.80-81.
2. Симанович Г.А., Трубицин М.Н. Распределение внутренней загрузки барабанных мельниц как движение некоторого потока с горизонтальным (прямым) откатом / Вибрации в технике и технологиях, 2000, №(16), С.44-45.
3. Решение задачи управления запасами при наличии ограничений методами аналитической геометрии / Новицкий А.В., Таран И.А., Трубицин М.Н. // Сб. материалов международной конференции «Современные транспортные проблемы», Херсон, ГВУЗ ХНУ, 2015, - С. 98-102.
4. Целочисленная оптимизация параметров одноосных планетарных редукторов / И.Ю. Клименко, И.А. Таран, М.Н. Трубицин// Сб.материалов международной конференции «Форум горняков 2015», Днепропетровск, ГВУЗ НГУ, т.4, - С.136-148.
5. Шуп Т. Решение инженерных задач на ЭВМ. М.: Мир, 1982, 235 с.
6. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. М.: Мир, 1975, 534с.
7. Самородов Б.В. Математическое моделирование и параметрический синтез бесступенчатых трансмиссий колесных тракторов. – Дисс. канд. техн. наук, 01.05.02. «Математическое моделирование и вычислительные методы», Х., 2007, НТУ «ХПИ», 209 с.
8. Конвай А.К., Кононова Е.Г., Трубицин М.Н. Симплексный метод Нелдера-Мида – модификации, усовершенствование, использование /ДГИ.- Днепропетровск, 1987.- 79с.- Рус.- Деп. В УкрНИИНТИ 15.01.87, № 392-Ук-87.
9. Решение задач поиска рациональных параметров трансмиссий шахтных дизелевозов методами прямой оптимизации / И.Ю. Клименко, И.А. Таран, М.Н. Трубицин// Вестник НТУ «ХПИ». Серия: Проблемы механического привода.- Х.: НТУ «ХПИ», 2015.- №31(1124).-С.129-139.

10. Учебно-методическое пособие по курсу «Математические модели в транспортных системах» Конспект лекций/Составитель: Сердюкевич В.Н., Минск: БНТУ, 2009, 186 с.

УДК 378:004

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ

Т.А. Федотова

кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и управления национальным хозяйством, Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: feduy@ukr.net

Аннотация. Доведена необходимость подготовки кадров для горной промышленности с углубленным изучением информационных технологий. Рассмотрены некоторые положения стратегии подготовки специалистов. Определены компетентности и качества специалиста для горной промышленности и транспорта, владеющего знаниями по информатике и информационным технологиям.

Ключевые слова: информационные технологии, горная промышленность, инженерные кадры, подготовка специалистов, образовательная стратегия.

INFORMATION TECHNOLOGY IN EDUCATION STRATEGY FOR TRAINING ENGINEERS

Tatyana Fedotova

Ph.D., associate Professor, Department of Economics and Management of the National economy, Dnepropetrovsk national University O. Gonchar, Dnepropetrovsk, Ukraine, E-mail: feduy@ukr.net

Abstract. Brought the need for training for the mining industry with in-depth study of information technology. Discusses some provisions of the strategy of specialists training. Defined competence and quality of a specialist for mining and transport, having knowledge in computer science and information technology.

Keywords: information technology, mining, engineering staff, training of specialists, education strategy.

Введение. В контексте мировых тенденций превращения основных индустриальных экономических систем в экономики, базирующиеся на информации, знание и информация должны стать ключевыми компонентами общественно-экономического пространства, формируя индустрию информационных систем и знаний.

Развитие сети Интернет, значительный прогресс в технологиях разработки программного обеспечения и в индустрии информационных ресурсов, формирование и развитие новых направлений информационных технологий требуют значительного количества специалистов, способных работать в условиях информационного общества.

Поэтому для построения «экономики знаний» в стране необходимо использовать во всех сферах общественной жизни информационные технологии, а главным источником развития должны быть современные знания, в том числе в сфере информационных технологий. В основе обеспечения их развития лежит эффективная образовательная концепция «обучение на протяжении жизни», а система высшего образования при этом играет решающую роль.

Цель работы. На основании вышеизложенного целью работы является определение стратегий профессиональной подготовки в учебных заведениях будущих специалистов с использованием информационных технологий.

Материалы и результаты исследований. Современное общество ставит перед высшими учебными заведениями определенные задачи относительно подготовки специалистов для горной промышленности соответствующего уровня квалификации. В результате изучения учебных дисциплин, связанных с компьютерными науками и компьютерной техникой, у будущих специалистов должны быть сформированы на высоком уровне в первую очередь компоненты информационной культуры, которые имеют общенаучный характер.

Переход отечественной экономики на качественно новую систему использования информационных технологий станет возможным лишь при условии подготовки высококвалифицированных специалистов в горной отрасли со знанием информационных технологий.

Следовательно, стратегической задачей высшего образования должно стать обеспечение экономики страны высококвалифицированными специалистами, а для этого необходимо иметь, во-первых, современное лицензионное программное обеспечение; во-вторых, средства на его закупку, в-третьих, преподавателей, которые бы обучали этим информационным технологиям студентов.

С другой стороны, для подготовки высококвалифицированного специалиста необходимо использовать современное компьютерное программное обеспечение в учебном процессе, что требует значительных расходов, а в современных социально-экономических условиях ограниченности госу-

дарственного финансирования высшим учебным заведениям трудно находить средства на его закупку. Поэтому нужно искать альтернативные пути решения этой проблемы.

Одним из вариантов решения можно предложить сотрудничество с компанией Microsoft, которая в рамках реализации образовательных проектов предоставляет возможность бесплатно использовать современное программное обеспечение. Компания Microsoft является лидером в отрасли разработки информационных технологий, которые она распространяет с помощью концепции образования в течение всей жизни (life - long learning) и ориентируется на долгосрочное сотрудничество со специалистами, предоставляя им необходимые возможности для обучения и трудоустройства.

Разрабатывая стратегию подготовки специалистов для горной промышленности, формируя основные дидактичные, учебные, методические задания организации учебно-воспитательного процесса, высшие учебные заведения должны, в первую очередь, учитывать мировые тенденции развития научных исследований, что, в свою очередь, зависит от развития современного горнопромышленного производства.

С предыдущего десятилетия мировое содружество все больше приобретает черты постиндустриального или информационного общества, в котором знания, которые подаются в виде информационных ресурсов, является главным достижением и важнейшим фактором экономического развития, а информационная индустрия - одной из основных отраслей экономики [1].

Все это выдвигает перед высшими учебными заведениями задачу создания системы нормативно-методических материалов, которая должна строиться по модульному принципу, быть адаптированной к расширению и учитывать интегративный характер обучения.

Суть интегративного подхода к учебному процессу отличается от других подходов тем, что установление связей между знаниями идет не от перестройки существующих учебных планов и программ, а путем дидактичного обоснования и превращения реально существующих связей между понятиями, явлениями, науками [2, с. 11]. Компетентность выпускников любой специальности оценивается в зависимости от их готовности к выполнению конкретных практических задач.

Следует отметить, что компетентности в этом аспекте должны предусматривать способность студентов ориентироваться в информационном пространстве, иметь знаниями по информатике и информационным технологиям, уметь оперировать информационными ресурсами в соответствии с потребностями рынка труда.



Они связаны с качествами технически и технологически образованного человека, который владеет следующими умениями и навыками:

- понимает принципы работы, характеристики и ограничения технических устройств, предназначенных для автоматизированного и автоматического выполнения информационных процессов;
- умеет оценивать класс задач, которые могут быть развязаны с применением конкретного технического устройства в зависимости от его основных характеристик;
- понимает суть технологического подхода к организации деятельности в горной промышленности;
- знает особенности автоматизированных технологий информационной деятельности;
- умеет обнаруживать основные этапы и операции в технологии развязывания задач, в частности при помощи средств автоматизации;
- владеет навыками выполнения операций, которые составляют основу разнообразных информационных технологий.

Выводы. Таким образом, при подготовке специалистов для горной отрасли должны учитываться специфика отрасли, тенденции развития современных технологий, потребности компаний в специалистах и специализация, избранная студентами.

В дальнейшем можно прогнозировать, что учебные планы специальностей этого направления станут более динамичными, и компьютерная составляющая в них будет усиливаться с адаптацией к современному уровню достижений компьютерной отрасли; количество специализаций с направленностью на информационную деятельность будет увеличиваться в соответствии с реальными потребностями горной промышленности и транспорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проблема подготовки IT кадров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pm-notes.ru/poor_staff_quality. – 29.11.2014.
2. Интегративные процессы в профессиональном образовании / Б. Т. Каминский, И. Я. Пастырская. - Львов, 2010. - 268 с.

УДК 622

ДОСВІД ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТА ПРИ ВИВЧЕННІ НАУКОМІСТКИХ ДИСЦИПЛІН З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

С.В. Фелоненко¹, К.А. Зіборов², Т.О. Письменкова³

¹кандидат технічних наук, професор, декан механіко-машинобудівного факультету, e-mail: FelonenkoS@nmu.org.ua

²кандидат технічних наук, завідувач кафедри основ конструювання механізмів і машин, e-mail: ziborov@nmu.org.ua

³методист вищої категорії навчального відділу, старший викладач кафедри основ конструювання механізмів і машин, e-mail: pismenkovat@rambler.ru

^{1,2,3}Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна

Анотація. У роботі проаналізовано досвід використання інформаційних технологій під час самостійної підготовки студентів при вивченні наукомістких дисциплін.

Ключові слова: компетенція, тестування, аналіз.

ON STUDENTS' SELF-LEARNING PRACTICE WHILE STUDYING KNOWLEDGE-BASED COURSES USING IT

S.V. Felonenko¹, K.A. Ziborov², T.O. Pismenkova³

¹Ph.D., Professor, Dean of Machinery Building Faculty, e-mail: FelonenkoS@nmu.org.ua

²Ph.D., Head of the Machinery Design Fundamentals department, e-mail: ziborov@nmu.org.ua

³Methodologist of the highest category, senior lecturer of Machinery Design Fundamentals Department, e-mail: pismenkovat@rambler.ru

^{1,2,3}SHEI "National mining university", Dnipropetrovsk, Ukraine

Abstract. The paper provides the analysis of IT usage during students' self-learning practice while studying knowledge-based courses.

Keywords: competence, test, analysis.

Вступ. При аналізі сучасного етапу розвитку ринкових відносин й науково-технічної революції рельєфно проявилися принципові зміни в характері інженерної діяльності, її ролі при створенні наукомісткої техніки нового покоління, і, як наслідок, вимогам до носія професійних знань. У результаті, саме сьогодні, різко зростає роль кафедр, що формують інженерний світогляд, які логічно пов'язують між собою практичні та необхідні теоретичні спеціалізовані знання з різних галузей професійної діяльності. Саме кафе-

дри загально-інженерної підготовки наочно ілюструють використання матеріалу фундаментальних наук для розв'язання новітніх інженерних завдань в професійній діяльності.

В той же час теперішній етап реформування вищої освіти в якості одного із завдань ставить скорочення обсягів аудиторного навантаження при опануванні дисциплін за рахунок збільшення обсягів самостійної роботи студентів. У цьому зв'язку, викладач повинен організувати цю частину роботи студентів добравши такі форми й способи навчання, які забезпечили б ефективність засвоєння теоретичних матеріалів і послідовне напрацювання на їх основі практичних умінь у відведений на вивчення час.

Зміщення акцентів в освіті на користування інформацією в умовах необмеженого доступу суттєво змінюють процес модернізації освіти.

Викладач в сучасному високотехнологічному середовищі є не тільки джерелом інформації, а й допомагає студентам зрозуміти сам процес навчання, знайти необхідну інформацію, з'ясувати, чи відповідає вона новітнім вимогам, а також зрозуміти, як використовувати цю інформацію для відповіді на поставлені питання і рішення різного роду проблем.

Принципові зміни в самому характері діяльності інженера (конструктора), його ролі при створенні нової сучасної наукомісткої техніки, що відповідає потребам ринку, формують і вимагають постійного коректування його компетенції до професійних знань, навичок, загальної ерудиції.

Мета роботи проаналізувати практичний досвід використання сучасних інформаційних технологій в викладанні дисциплін технічного і творчого напрямку в умовах впровадження освітніх реформ.

Виклад основного матеріалу. Згідно Закону України «Про вищу освіту»: «Компетентність – динамічна комбінація знань, вмінь і практичних навичок, способів мислення, професійних, світоглядних і громадянських якостей, морально-етичних цінностей, яка визначає здатність особи успішно здійснювати професійну та подальшу навчальну діяльність і є результатом навчання на певному рівні вищої освіти...» [1].

Компетентнісний підхід в вищій професійній освіті орієнтовано на формування особистості фахівця - в єдності його теоретичних знань, практичної підготовленості, здатності і високої мотивації до здійснення всіх видів професійної та соціальної діяльності, відповідальності за самостійно прийняті рішення. Тому вже на етапі навчання різні форми організації автономності роботи (навчання) стають важливою складовою кінцевого результату.

Кафедра основ конструювання механізмів і машин Державного ВНЗ «Національний гірничий університет» має в своєму складі лабораторію інформаційних технологій, до складу якої входять 4 комп'ютерні класи (60

ПЕОМ) та серверна. Інформаційні ресурси лабораторії дозволяють пропонувати студентам різні форми організації самостійної навчальної діяльності.

Накопичений досвід (за період 2012-2015 р.р.) показав, що до основних переваг використання комп'ютера при організації самостійної навчальної діяльності в процесі вивчення дисциплін кафедри можна віднести наступні:

- додаткові можливості інтенсифікації та індивідуалізації навчального процесу;
- різні види наочності, що підвищують мотивацію студентів;
- можливість передати частину функцій викладача машині і вивільнити час викладача за рахунок автоматизації рутинних, шаблонних операцій, пов'язаних з навчанням і контролем знань;
- доступ до глобальних інформаційно-довідкових ресурсів через Інтернет надає студенту необмежені навчальні та довідково-інформаційні матеріали;
- інтерактивність. Студент отримує можливість зворотного зв'язку, який інформує його про правильність його дій. Такий зворотній зв'язок може бути як оперативним, так і відстроченим у вигляді зовнішньої оцінки;
- можливість автоматизованого контролю, обліку результатів навчального процесу і більш об'єктивного оцінювання знань і умінь.

Нами протягом останніх років з метою організації самостійної навчальної діяльності студентів проводився відбір з подальшим застосуванням різних комп'ютерних технологій при організації самостійної роботи майбутнього фахівця у процесі набуття компетентності.

Педагогічним колективом кафедри була розроблена інформаційно-педагогічна модель організації самостійної навчальної діяльності студентів при засвоєнні таких важливих, особливо, наприклад, для інженера-механіка, дисциплін, як «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», «Теорія механізмів і машин», «Деталі машин» та ін.

Відповідно до робочої програми курс кожної дисципліни розбитий на змістовні модулі. Мінімальною структурною одиницею змістовного модуля є тематичний елемент. Для кожного тематичного елемента є два типи електронних навчальних блоків:

- отримання інформації,
- контролю якості підготовки.

Кожен електронний навчальний блок автономний і являє собою закінчений інтерактивний мультимедійний продукт, націлений на вирішення певного навчального завдання.

Блок отримання інформації включає в себе теоретичний матеріал щодо змісту дисципліни та у вигляді лекційних презентацій створених в програмі

Power Point (рис.1). Кожну презентацію користувач може отримати на власний носій інформації самостійно. Використання мультимедійного програмного забезпечення розширило можливості подання навчальної інформації за рахунок об'єднання в одному призначеному для користувача продукті тексту, графіки, аудіо та відеоінформації, анімації та ін.

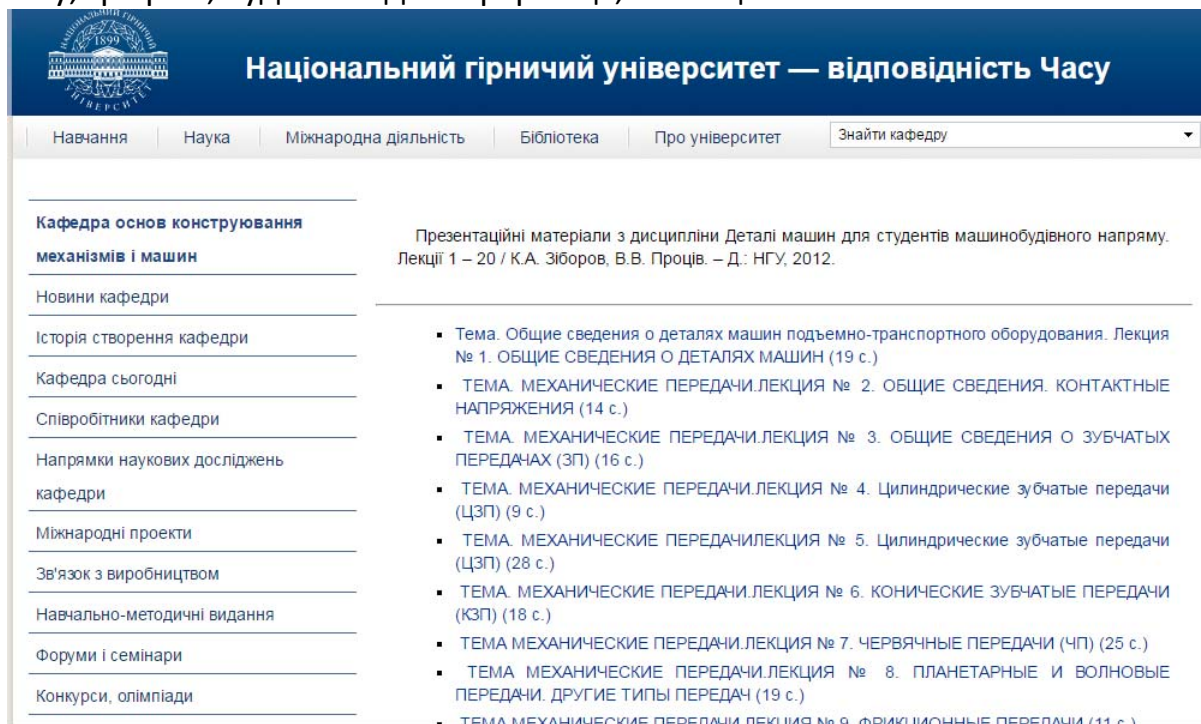


Рисунок 1 – Приклад електронних презентацій теоретичного матеріалу дисципліни «Деталі машин»

Останнім часом на кафедрі розроблено та розміщено в електронній мережі відео уроки, які використовуються студентами всіх форм навчання при виконанні розрахункових та розрахунково-графічних завдань, курсових робіт та ін. (рис.2).

Все це не тільки підіймає процес навчання на якісно новий рівень, а й змушує викладача постійно освоювати новітні освітні технології. Не можна скидати з рахунків і психологічний фактор: сучасному студенту набагато цікавіше сприймати інформацію саме в такій формі, ніж за допомогою застарілих схем і таблиць. При використанні інформаційно-комунікаційних технологій на занятті інформація подається не статичною картинкою, а динамічними відео- і звукорядом, що значно підвищує ефективність засвоєння матеріалу.

Одночасно зростає необхідність забезпечення оптимальної організації та моніторингу якості навчального процесу. Одним із напрямів підвищення якості навчального процесу вищої школи є суттєва зміна психолого-педагогічних та методичних засад контролю навчальних досягнень студентів. Для

визначення рівня набутих знань, вмінь та навичок, тобто складових компетентності фахівця, останнім часом стали активно використовувати таку форму контролю як тестування. Саме тестування, рейтинги, сучасні засоби педагогічного контролю і оцінювання можуть покращити якість навчання студентів, удосконалити навчальну, методичну, виховну діяльність викладачів і управлінську діяльність адміністрації вищого навчального закладу.



Відео уроки

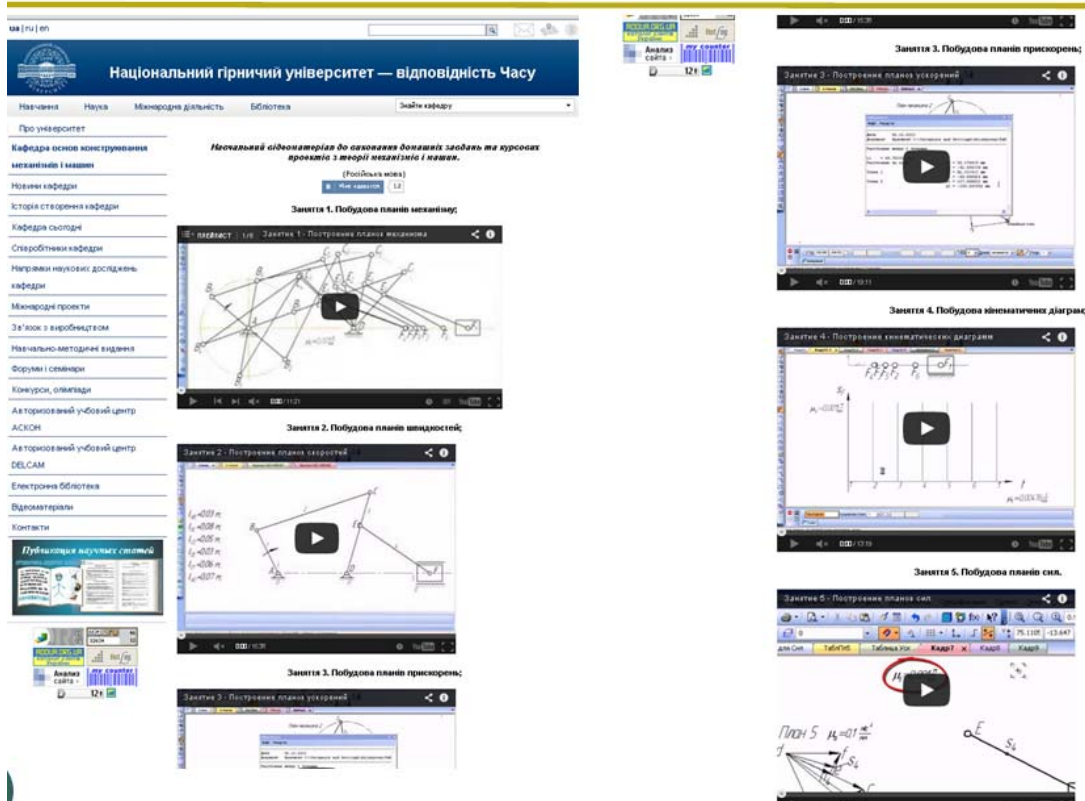


Рисунок 2 – Приклад відео уроків з дисципліни «Теорія механізмів і машин»

Тому для контролю якості підготовки студентів з кожної дисципліни на кафедрі використовуються тестові завдання, розроблені відповідно до вимог до знань і вмінь, певним в робочій програмі даної дисципліни, які дозволяють оцінити ступінь засвоєння навчального матеріалу.

Інформаційні ресурси лабораторії кафедри дозволяють проводити тестування на комп'ютерах (рис.3). Впроваджена електронна система моніторингу успішності студентів враховує рівень складності питання, ваговий коефіцієнт тематичного модулю та витрачений час на тестування, що обґрунтовує отриману оцінку [3, 4]. По завершенні відповіді програма автоматично

підраховує та виставляє оцінку за національною, 100-бальною та міжнародною шкалами.

Електронна система моніторингу успішності студентів

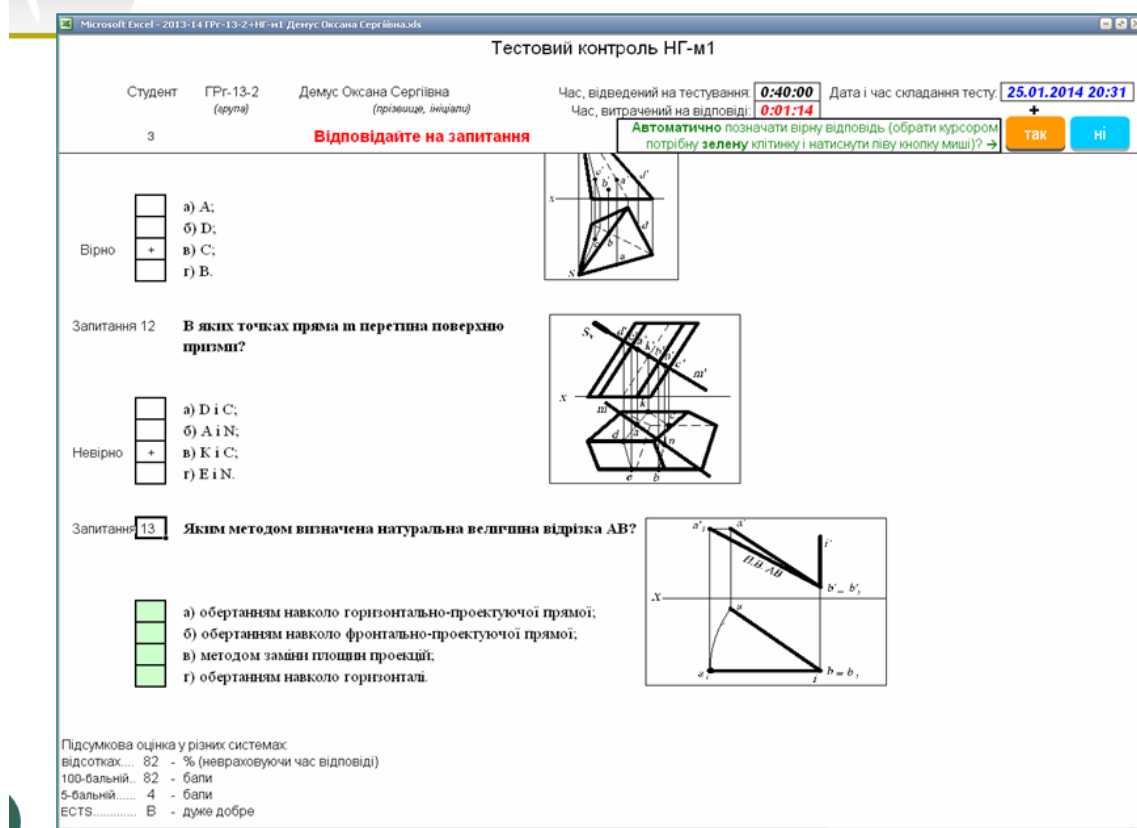


Рисунок 3 – Приклад електронного тесту з дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»

Електронна система тестування дозволяє опитувати студентів за всім навчальним матеріалом, в однакових умовах, з заздалегідь розробленими та оприлюдненими однаковими критеріями оцінювання, що сприяє більш об'єктивному оцінюванню рівня сформованих знань та уникненню впливу можливих негативних факторів (поблажливість, антипатія, недооцінка або переоцінка відповіді з боку викладача) при проведенні заходу.

Під час складання контрольних заходів у вигляді електронних тестів процес надання відповідей контролюється та записується на носії у режимі реального часу (рис.4). Електронний запис процесу проведення контрольних заходів дозволяє студенту самостійно обирати зручний час виконання, а викладачу оцінювати самостійність отриманих відповідей, в тому числі, в режимі відкладеного часу, якщо виникають протиріччя.

Педагогічна діяльність не може здійснюватися поза актом комунікації, що базується на принципі спільної творчої діяльності викладача і студента, що базується на їх активній взаємодії. Останнє особливо важливо враху-

вати в роботі викладача, так як саме в ході взаємодії його зі студентами ви-суюються і вирішуються складні теоретичні проблеми, аналізуються наукові матеріали, порівнюються позиції різних наукових шкіл, виявляються і уточ-нюються спірні моменти.



Система відеоспостереження



Термін зберігання
інформації – 10 діб

Рисунок 4 – Система відео спостереження та запису на електронні носії контрольних заходів

Однак суть спілкування не вичерпується інформаційним обміном. Щоб зміст навчальної дисципліни було засвоєно студентами на високому рівні, необхідно поряд з педагогічними задачами і цілями навчання ставити і вирішувати комунікативні завдання. Саме вони дозволяють вибирати най-більш ефективні способи комунікації і на їх основі організовувати продуктивне спілкування між викладачем і студентом (або колективом студентів).

На кафедрі, в якості механізму організації зворотного зв'язку, налагоджено сучасний спосіб взаємодії – консультування, анкетування та відгуки студентів (рис.5) в on-line режимі. Змістом спілкування виступає інформація, яку викладач пропонує студентам з допомогою комунікативних засобів. У цьому випадку педагогічне спілкування дає можливість викладачеві вибудувати наукову інформацію в чітку систему, виділити в ньому основне, розкрити свою позицію в доказовому аналізі, а студентам допомагає критично осмислити пропонований фактичний матеріал, усвідомити і оцінити його, відкинувши другорядне.

Так після закінчення вивчення кожної навчальної дисципліни студенти мають можливість оцінити як діяльність викладача, так і запропонований навчальний матеріал.

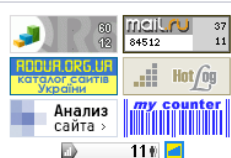
Конкурси, олімпіади	Відгуки на дисципліну за вибором студента:
Авторизований учбовий центр АСКОН	Методи та засоби дизайнерських рішень
Авторизований учбовий центр DELCAM	Отзыв оставлен: 11.12.2015, время: 10:12:10 Факультет: ГРФ Псевдоним:
Електронна бібліотека	1. Укажите ПО Вас интересующее: 3Ds Max
Відеоматеріали	2. Какое общее впечатление оставила дисциплина: В целом хорошее
Контакти	3. Оцените уровень преподавания по 100й шкале: До 99 баллов
	Укажите ПО коротое Вы бы хотели изучать: 3д макс
	Укажите ПО коротое по Вашему мнению дано в недостаточном объеме: 3д макс
	Ваше мнение о преподавателях: Положительное, все хорошие.
	Укажите причину Вашего отсутствия на занятиях и частых уходов: на лекциях был на практике нет так как делал все дома
	Опишите общие недостатки и Ваши рекомендации по их устранению.: компьютеры плохие
	Отзыв оставлен: 11.12.2015, время: 10:15:02 Факультет: ГРФ Псевдоним:
	1. Укажите ПО Вас интересующее: 3Ds Max
	2. Какое общее впечатление оставила дисциплина: В целом хорошее
	3. Оцените уровень преподавания по 100й шкале: До 99 баллов
	Укажите ПО коротое Вы бы хотели изучать: 3д макс
	Укажите ПО коротое по Вашему мнению дано в недостаточном объеме: corel draw
	Ваше мнение о преподавателях: хорошие, отзывчивые, хорошо объясняют материал и знают отлично свой предмет
	Укажите причину Вашего отсутствия на занятиях и частых уходов: иногда по состоянию здоровья
	Опишите общие недостатки и Ваши рекомендации по их устранению.: помощнее компьютеры
	Отзыв оставлен: 11.12.2015, время: 10:18:43 Факультет: ГРФ Псевдоним: Лена

Рисунок 5 – Анкета-відгук студентів з вибіркової дисципліни «Методи та засоби дизайнерських рішень»

За результатами опитування студентів здійснюється аналіз інформації, за необхідності, викладачі коригують зміст програм дисциплін, обирають більш цікавий для студентів матеріал, доступні методи та форми подання інформації.

Інформація отримана від студентів через анонімне анкетування-відгук дозволяє керівнику кафедри здійснювати оцінку діяльності викладача та в разі необхідності, приймати заходи щодо підвищення якості надання освітніх послуг.

В умовах стрімкого зростання досвіду використання інформаційних технологій, роботодавець все частіше використовує нові форми спілкування із здобувачем – на відстані, через соціальні мережі. Впроваджений на кафедрі ОКММ комунікативний механізм дозволяє студентам одночасно отримати комунікативні навички спілкування в режимі on-line для подальшого їх успішного використання в професійній діяльності.

Таким чином, сучасна зміна освітньої парадигми змушує ВНЗ враховувати при створенні нових освітніх програм можливості інформаційно-комунікаційних технологій, які передбачають використання електронних навчальних матеріалів - системи мультимедіа, електронні підручники та навчально-методичні посібники, відео уроки тощо. Ці матеріали дозволяють студенту самостійно здійснювати вибір послідовності освоєння курсу, обирати форму подачі інформації та повторно переглядати ті розділи, які він недостатньо добре освоїв.

Саме така форма організації навчального процесу спрямована в бік збільшення частки самостійної, індивідуальної і колективної роботи студентів, обсягу практичних і лабораторних робіт пошукового та дослідницького характеру, більш широкого проведення поза аудиторних занять. Тому дуже актуальними є питання забезпечення якості розроблюваних електронних освітніх ресурсів; визначення статусу таких розробок як результату інтелектуальної діяльності авторів, а також широкого впровадження їх в навчальний процес.

Висновок. Постійне збільшення обсягу інформації та обмеженість навчального часу зумовлюють необхідність інтенсифікації навчання, розробки і впровадження нетрадиційних технологій, які базуються на використанні обчислювальної техніки з застосуванням активних методів навчання у всьому їх різноманітті і комплексності. Реалізація активних методів навчання - одна з основних задач дидактики, яка передбачає активізацію всього процесу; виявлення системи, способів, прийомів, що сприяють підвищенню активності всіх учасників навчального процесу через формування позитивної мотиваційної структури навчально-пізнавальної діяльності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закону України «Про вищу освіту» 2014
2. Т.О. Письменкова Особенности автоматизированной тестовой технологии контроля достижений студентов / Письменкова Т.О., Зиборов К.А., Процев В.В. // Сборник научных трудов международной конференции «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2014» – Д.: НГУ, 2014. – 3. – С. 500-507
3. Процев В.В. Система модульного (оперативного) тестирования уровня знаний студентов / Процев В.В., Зиборов К.А. // Збірник тез доповідей науково-практичної конференції «Удосконалення системи моніторингу забезпечення якості вищої освіти України» / НГУ – Д., 2013. – С. 169-176.
4. Письменкова Т.О. Тестування сформованості професійних компетенцій із застосуванням інформаційних технологій / Т.О. Письменкова // Збірник тез доповідей науково-практичної конференції «Удосконалення системи моніторингу забезпечення якості вищої освіти України» / НГУ – Д., 2013. – С. 164-169.



УДК 629.11

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ КОМПАС СТУДЕНТАМИ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ»

О.Г. Ходос¹, А.М. Твердохлеб²

¹ассистент кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: auto.nmu@gmail.com

²ассистент кафедры основ конструирования механизмов и машин, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина

Аннотация. Рассматривается перспектива применения программы КОМПАС при выполнении строительных чертежей с учетом требований системы проектной документации для строительства (СПДБ).

Ключевые слова: компьютерное проектирование, системы проектной документации для строительства.

THE USE OF COMPASS SOFTWARE BY STUDENTS OF THE “AUTOMOBILE TRANSPORT” TRAINING DIRECTION

Olga Khodos¹, Alexander Twerdohleb²

¹Assistant of Department of Automobiles and Automobile Economy, State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: auto.nmu@gmail.com

²Assistant of Machinery Design Bases Department, State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. The prospect of application of the program COMPASS at implementation of build drafts taking into account the requirements of the system of project document for building is examined (SPDB).

Keywords: computer design, systems of project document for building (SPDB).

Введение. Компьютерное проектирование в различных сферах становится неотъемлемой частью жизни. Современный специалист должен владеть навыками работы с графическими системами, такими как КОМПАС. Это позволяет успешно решать учебные задачи при выполнении лабораторных работ, а также курсовых и дипломных проектов. Новые требования побуждают преподавателей разрабатывать учебно-методическую литературу, которая охватывает теоретический материал и инструкции к выполнению строительных чертежей с помощью компьютерной технологии.



Цель работы. Разработка и внедрение в учебный процесс методики выполнения строительных чертежей в КОМПАС в соответствии с требованиями системы проектной документации для строительства (СПДБ).

Материал и результаты исследований. Методические указания [3] призваны помочь при выполнении лабораторных работ, курсовых и дипломных проектов для создания строительных чертежей в КОМПАС. Они содержат методику выполнения чертежа формата А1. А также необходимые данные про стандартные правила оформления чертежей [1, 2], условные обозначения строительных конструкций и элементов здания. Состав работы: создание планов этажей, поперечного разреза, экспликации помещений, трехмерной модели здания.

Указания ориентированы на студентов, которые уже имеют начальные знания КОМПАС: интерфейс, режимы черчения, способы построения объектов и их редактирование, нанесение размеров и надписей и т.д.

Методика разделена на три части: в первой части приведена методика расчета автомобильного предприятия.

Во второй части – создание планов этажей, поперечного разреза, экспликацию помещений, а именно:

- компоновка изображения и построение координационных осей;
- черчение основных внешних и внутренних контуров;
- вычерчивание элементов (оконных прорезей, дверей и ворот, колон и лестниц);
- нанесение размеров и надписей;
- создание поперечного разреза здания с указанием высотных отметок;
- создание экспликации помещений здания.

В третьей части – создание трехмерной модели здания.

Компьютерный класс для лабораторных работ оснащен лицензионной программой КОМПАС, которая дополнена необходимыми электронными библиотеками для выполнения строительных чертежей.

Параллельно с лабораторными занятиями, на которых студенты выполняют эту работу, учебным планом предусмотрена самостоятельная работа и данная методика позволит выработать у студентов необходимые умения и навыки.

Вывод. Разработанная методика простая, понятная и максимально приближенная к оптимальной методике выполнения строительных чертежей в среде программы КОМПАС в соответствии с требованиями СПДБ. Можно предположить, что знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе занятий, помогут при выполнении курсовой и дипломной работы.



ЛИТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б А.2.4.-4:2009. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації. – К.: «Укрархбудінформ», 2009.
2. ДСТУ Б А.2.4.-7:2009. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. – К.: «Укрархбудінформ», 2009.
3. Методичні рекомендації до лабораторних занять з дисципліни «Проектування АТП з використанням ЕОМ» для студентів напряму 7.070106 «Автомобілі та автомобільне господарство» денної та вечірньої форми навчання / Ходос О.Г. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2014 – 44 с.

ФОРМУВАННЯ МЕДІА КУЛЬТУРИ УЧАСНИКІВ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ В УКРАЇНІ

Л.Є. Чернова¹, В.В. Кирилюк², К.В. Легка³

¹кандидат філософських наук, доцент кафедри філософії та політології Державного вищого навчального закладу: «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», Дніпропетровськ, Україна e-mail: chernlub@ukr.net

²студентка Економічного факультету Державного вищого навчального закладу: «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», Дніпропетровськ, Україна e-mail: amaliya@multinet.dp.ua

³студентка Економічного факультету Державного вищого навчального закладу: «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», Дніпропетровськ, Україна e-mail: k_legkaya@mail.ru

Анотація. В статті аналізується процес формування мультимедіа культури в освітніх закладах України та умови, які забезпечують ефективність процесу навчання в умовах інформаційного суспільства.

Ключові слова: медіа культура, медіа освіта, меді-компетентність, медіа ресурси учні, педагоги.

FORMATION OF MEDIA CULTURE OF THE PARTICIPANTS OF EDUCATIONAL PROCESS IN THE UKRAINE

L. Chernova¹, V. Kurulyik², C. Legka³

¹PhD in Philosophy, Associate of Professor of the Philosophy Department of Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: chernlub@ukr.net

² student of Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: amaliya@multinet.dp.ua

³ student of Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: k_legkaya@mail.ru



Abstract. The article analyses the formation process of multimedia culture in educational institutions of Ukraine and conditions, that ensure the effectiveness of the training in the information society.

Keywords: *media culture, media education, media competence, media resources, students, educators.*

Постановка проблеми. В наслідок зміни книжкової культури на мультимедійну, - змінюється стиль мислення суб'єктів пізнання: воно стає фрагментарним, кліповим, еклектичним, динамічним, нестабільним, знаковим і однозначним. Починає домінує зоровий канал сприйняття і запам'ятовування інформації над слуховим та абстрактно-логічним. Переважає короткочасна пам'ять і ситуативний пізнавальний інтерес [1]. Створюючи електронні підручники або електронні навчально-методичні посібники треба думати не тільки про технології та комп'ютерні програми але і про способи сприйняття і засвоєння інформації суб'єктами пізнання. Недостатньо просто набрати текст на комп'ютері і перевести його в pdf або HTML формат, необхідно вже на стадії його створення враховувати особливості електронного тексту. Використовуючи нові фантастичні можливості у освіті треба враховувати вплив дії мультимедіа на мислення і знання учнів.

Предметом дослідження є формування мультимедіа культури в освітніх закладах України, що забезпечує підвищення ефективності процесу навчання.

Мета дослідження проаналізувати процес ступеню використання інноваційних, інформаційних технологій в освіті, форми представлення різних видів інформації (графіки, звуку, відео анімації і т.п.), які мають загально предметне значення і впроваджуються в практику з метою продуктивного засвоєння навчальних дисциплін.

Методологічні підходи до ролі медіа у суспільстві можна знайти у роботах Ю. Габермаса, Маршала Мак-Люєна, Фрідріха Кітлера, Лева Мановича, Ніколаса Лумана та вітчизняних науковців Л. Стародубцевої, Я. Пруденко. Концептуальні питання медіаосвіти у вітчизняній науці розроблялися Ю. Голодовникової, М. Слюсаревським, Н.Череповської, Л. Найдьонової. Так Лідія Стародубцева звертає увагу що головне питання розвитку дигітальної освіти у XXI ст. є питання неможливості зберігати дистанцію між суб'єктом та об'єктом навчального процесу, вони постійно змінюються місцями. Складний і динамічний світ різноманітних медіа пов'язаний із самореалізацією, конструюванням суб'єктами самих себе, що проявляють потенціал людського в радикальних формах .

Державний освітній стандарт пред'являє високі вимоги до сучасного фахівця, покликаною вирішувати складні завдання в професійній області

[2]. Короткі терміни, великі обсяги інформації і жорсткі вимоги до знань і вмінь учнів після освоєння курсу - ось сучасні умови освітнього процесу. Високі запити учнів неможливо задовольнити, ґрунтуючись на традиційних методах і засобах педагогічних технологій (рис.1).

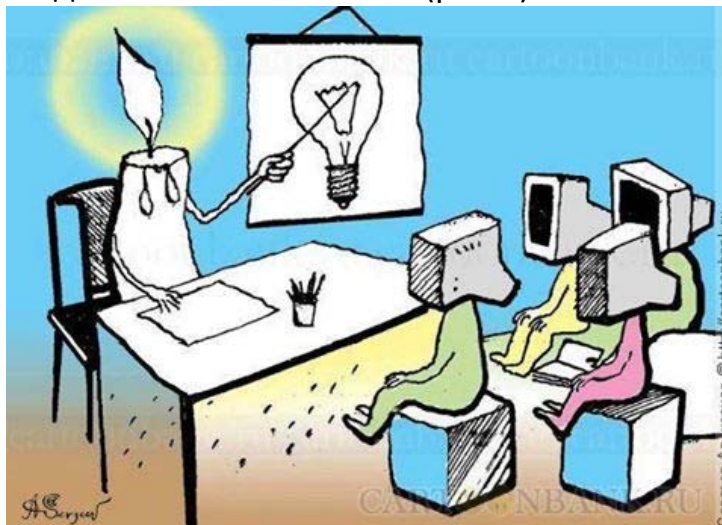


Рис.1. – Метафоричний вигляд традиційних методів педагогічних технологій

Досягнення більш глибоких якісних знань можливе через образне сприйняття, посилення емоційного та стимуляційного впливу завдань та матеріалу, забезпечення "занурення" в конкретну соціокультурну середу. Це відбувається за рахунок використання мультимедіа ресурсів, інтерактивної дошки та можливості доступу до Інтернету під час занять. Крім того, необхідні нові підходи до організації навчального процесу, що спираються на інформаційні та мультимедіа технології.

Формування медіа культури та її можливості. Всесвітні процеси трансформації мають глибинний та системний характер. Перехід до постіндустриального суспільства продовжується вже більш 40 років. Майбутню цивілізацію вчені називали інформаційне суспільство. Освіта є одною з провідних інформаційних галузей. У світі йде перехід від книжкової культури до мультимедійної або культури електронної сторінки. Її характеризують як аудіовізуальну, мозаїчну, фрагментарну та однозначну. Тому не дивно, що більшість студентів вже мислять інакше, чим діти книжкової культури. Їх мова стала згорнута та скорочена.

Автоматизація, комп'ютеризація, електронна техніка – змінює розподіл праці, галузеву та професійну структуру суспільства. Тому освіта повинна не давати готові знання, а навчити вчитися, самим добувати, критично переосмислювати, оцінювати та інтерпретувати інформацію. Креативні здібності, нове знання зараз більш в пошані ніж продукування чужого. Українське суспільство є учасником всіх цих процесів, крім того, воно знаходиться

у процеси подолання кризи та суттєвого системного реформування всіх сфер суспільного життя, в освіті [1].

У зв'язку з цими процесами формується нова мультимедійна культура. Що ж таке культура?

У наш час ми використовуємо різні види комунікацій. Такі винаходи 20-го століття як телефон, радіо, телебачення, Інтернет, а також, розвиток масової друкованої продукції привели людство до інформаційної епохи, утворили складну систему масових комунікацій, яка і утворює медіа середовище. У зв'язку з цим утворюється нова культура — медіа культура.

Медіа культура – це особливий тип культури інформаційного суспільства, що базується на нових інформаційних технологіях. Вона вже міцно вкоренилася в суспільної від індивідуальної свідомості, тому що складно уявити наше життя без телебачення, радіо, Інтернету і т. д. [2].

Але медіа культура може бути різного змісту та рівня. В наші часи контакти людини з медіа перевищують одинадцять годин в день. Телевізор включений в домах у середньому 7 годин 38 хвилин щодня, а діти від двох до дванадцяти років в середньому дивляться телевізор 25 годин на тиждень. Згідно з даними Національного союзу сімейних асоціацій, неповнолітня аудиторія щорічно проводить в середньому 154 години вільного часу (тобто періоду неспання) з батьками і 850 годин - з учителями. У живому спілкуванні. В той час як на контакти з різними екранними медіа у дітей відводиться 1400 годин [2]. Тому важливе контролювати яким чином діти використовують нові технології для розвитку та навчання або для розваг та затьмарення свідомості.

Дуже важливо, щоб сучасна освіта враховувало зміни, що відбулися в суспільстві, необхідність підготовки нового покоління до сприйняття та використання інформації у новому вигляді. У зв'язку з цим величезне значення набуває така предметна галузь науки, як медіаосвіта.

Медіа освіта (media education) - напрям у педагогіці, що вивчає «закономірності масової комунікації» та їх впливу на освіту і розробляє методи використання медіа у процесі навчання. Як відмічає Кирилова Н.Б., це процес розвитку особистості... з метою формування культури спілкування з медіа, а також творчих, комунікативних здібностей, критичного мислення, умінь повноцінного сприйняття, інтерпретації, аналізу та оцінки медіа текстів, навчання різним формам самовираження за допомогою медіа техніки [3]. Здобута в результаті цього процесу медіа культура допомагає активно використовувати можливості інформаційного поля всіх видів медіа ресурсів.

Медіа освіта пов'язана з різними технологіями і видами медіа. Це дає можливості педагогам та учням оволодіти здібностями використання медіа



в комунікації з іншими людьми, у своїй професійної діяльності та особистому житті. За допомогою медіа освіти учні отримують знання та вміння:

- 1) аналізувати, критично осмислювати і створювати медіа продукти;
- 2) визначати джерела медіа текстів, їх політичні, соціальні, комерційні або культурні контексти та інтереси, що за ними стоять;
- 3) інтерпретувати медіапродукти і цінності, поширювані медіа;
- 4) відбирати відповідні медіа для створення і поширення своїх власних медіа продуктів і набуття зацікавленої в них аудиторії;
- 5) отримати можливість вільного доступу до медіа, як для сприйняття, так і для поширення своєї продукції.

Яка ж ситуація з медіа освітою в Україні зараз?

Спочатку була ініціатива президента Ющенко (2007р.) про перехід всіх шкіл країни на електронні посібники але ця Програма так і не була реалізована і зараз про неї не споминають. Між тим, в Україні можна спостерігати наявні процеси розвитку медіа-освіти, особливо у школах.

У 2010 року, було прийнята ВР України «Концепція впровадження медіа-освіти в Україні» [4]. Головною метою Концепції є *забезпечення всебічної підготовки дітей і молоді до безпечної та ефективної взаємодії із сучасною системою медіа, формування у них медіа-обізнаності, медіа-грамотності і медіа-компетентності відповідно до їхніх вікових та індивідуальних особливостей*. Концепція спрямована на підготовку і проведення широкомасштабного поетапного всеукраїнського експерименту з упровадження медіа-освіти на всіх рівнях; пріоритетне започаткування практики шкільної медіа-освіти, яка стане головною інтеграційною ланкою формування цілісної системи медіа-освіти.

Так, на сьогоднішній день майже 93% шкіл та 100% ВНЗ-III-IV рівня акредитації мають власні сайти на яких розміщена важлива інформація про їх діяльність, розклади занять, навчальні курси тощо [5].

На 2015 рік в Україні налічується 17 337 шкіл, з них 10 620 (що складає 61%) підключені до електронних щоденників, що дуже полегшує контроль батьків за процесом навчання дітей у школах та допомагає дітям, що хворіють [6].

Впроваджена форма медіа-уроків та інфоуроків [7], хоча частіше це не звичайна практика а так звані відкрити уроки та методичні матеріали для педагогічних та методичних семінарів та атестацій педагогів.



Рис. 2. – Статистика шкіл за наявністю сайтів.



Рис. 3. – Використання електронних щоденників.

Проводиться багато медіа-конкурсів серед учнів. Так у Дніпропетровської області за 2010-2015рр. було проведене 12 обласних Конкурсів серед шкіл області, в яких прийняло участь 65 шкіл, 348 учнів [8]. Активізовано роботи шкільних медіа освітніх студій та позашкільних закладів медіа освіти різного профілю.

Проводиться підготовка медіа-педагогів, втілюється програма підвищення ІТК - компетентності педагогів. З 2013 р. введена електронна атестацій педагогічних кадрів. Результати у Харківській області можна бачити у діаграмі на рис. 4.

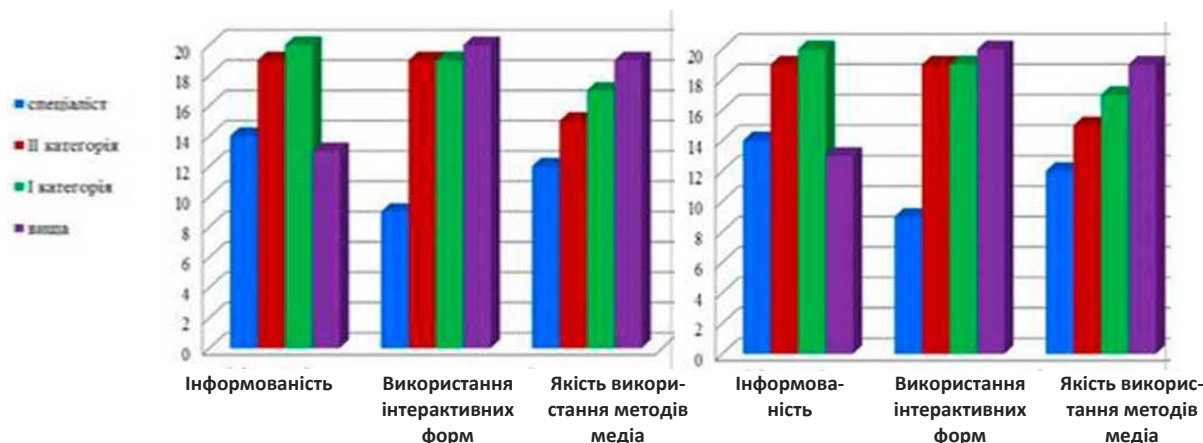


Рис.4. – Медіа освіта та професійні якості педагогів (ітоги атестацій 2013/2015) [9]

Як можна бачити на рис. 4 існує прямий взаємозв'язок між рівнем кваліфікації педагогів та їх компетенціями з медіа-освіти: чим вище медіа компетенції, тим вище кваліфікація, тому це є стимулом для педагогів. Доля педагогів, що мають медіа знання та використовують їх в роботі зростає з кожним роком. Крім того, у самих закладах та на базі Інститутів післядипломної педагогічної освіти регулярно проходять семінари та курси з питань викладання курсів медіа-культури. На жаль, втілювати ці навички у роботу педагога у повному обсязі не можуть в силу відсутності організаційно - технічних умов для цього. Багато педагогів хоч і отримали медіа-навички, не мають можливості використати свої навички, через те, що школи не мають потрібного обладнання.

Наступними етапами подальшого розвитку медіа-освіти в Україні на 2017–2020 роки заплановане [4]:

- ✓ науково-методичне та організаційне забезпечення процесу масового впровадження медіа-освіти в дошкільних закладах, ЗНЗ та ПТНЗ на основі аналізу практичних проблем, обміну досвідом, здійснення відповідного психолого-педагогічного супроводу;
- ✓ уведення медіа-освітньої складової у навчальні програми вищої школи з гуманітарної підготовки фахівців усіх профілів (*але це предмети за вибором - прим. автора*);
- ✓ розвиток матеріально-технічної бази всіх ланок медіа-освіти, оснащення медіа-педагогів передовими інформаційно-комунікаційними технологіями;
- ✓ активізація співпраці освітян з медіа-виробниками для подальшого розширення практики медіа-освіти;
- ✓ розроблення прикладних науково-дослідних тем з питань підвищення ефективності медіа-освіти для забезпечення наукового супроводу її впровадження.

Потрібна нова інформаційна педагогіка, нові методики, що допомагають орієнтуватися в океані інформації і переробляти (генерувати) інформацію в системні знання і символічний капітал (тезаріус).

Висновки:

1. На жаль, в Україні медіа-освіта розповсюджується нерівномірно, здебільшого за ініціативою самих педагогів-новаторів і не стала системною.
2. Компетенції та знання ІТ не завжди втілюються у роботи навчальних закладів у першу чергу в наслідок низькій технічній оснащеності останніх.
3. У дослідженні ми виявили, що ВНЗ значно поступаються в медіа-розвитку середнім навчальним закладам, бо вимоги медіа компетентності не стали вимогами атестацій і масове навчання викладачів ВНЗ не організоване.
4. Найбільшим досягненням у школах є втілення постійної комунікації школа – учні - батьки через сайти та електронні щоденники.
5. Електронні посібники втілюються у освітній процес повільно, бо їх створення також більшою мірою є ініціатива педагогів, а їх розповсюдження знову стикається з проблемою низького матеріального забезпечення.
6. Загальний висновок: хоч за останнє десятиріччя багато зроблене на інституціональному рівні та на рівні закладів освіти але ці зміни не набули «критичної маси» і не створили ефективну медіа-освітню систему в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чернова Л.Є. «Зміни в суспільстві, зміни в культурі — виклики для сучасної освіти» / Л.Є. Чернова // Формування технічної еліти/ Матеріали Всеукраїнської конференції .- 12-13 марта 2008 с. - Д.: ПДАБА,-2008.
2. Демидов О.А. Медіаосвіта - кому це потрібно? / О.А. Демидов - *Режим доступу: http://community.livejournal.com/ifap_ru/2891.html -(2009р, 21 липня).*
3. Кириллова Н.Б. Медиакультура: от модерна к постмодерну/ Н.Б. Кириллова - М.: Издательство «Академический проект», -2006 -448 с.
4. «Концепція впровадження медіа-освіти в Україні» від 20 травня 2010 року - *Режим доступу: <http://dnepredu.com/uk/site/mediakultura.html>*
5. Сайт Міністерства освіти та науки України—Режим доступу: <http://mon.gov.ua/>
6. Щоденник.Уа / Всеукраїнська безкоштовна шкільна освітня мережа Інтернет - проект - *Режим доступу: <http://shodennik.ua>.*
7. Медіа урок — вимога сучасної школи - *Режим доступу: <http://pml27.klasna.com/ru/article/media-urok---vimoga-suchasnoyo-shkoli.html>*
8. Сайт Департаменту освіти і науки Дніпропетровської області - *Режим доступу: <http://department.osvita-dnepr.com/>*
9. Про виявлення, оцінювання та підвищення рівня ІКТ-компетентності педагогічних працівників / Т.В.Папернова. КВНЗ «Харківська академія неперервної освіти» - *Режим доступу: http://kievskiy-uo.edu.kh.ua/metodichnij_centr/atestaciya_pedagogichnih_pracivnikov_rajon/ (27.04.2016).*
10. Пинк Д. Будущее за правым полушарием. Что делать, чем думать и как быть в век нового творческого мышления. - М.: Рипол -классик. - 2009 – 320 с.

УДК 004.9

ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВЫЕ СИСТЕМЫ В ОБРАЗОВАНИИ**И.Г. Чернов¹, А.А. Агафонова²**

¹студент факультета «Математики и информационных технологий», группа АИС-41, Стерлитамакский филиал «Башкирский государственный университет», г. Стерлитамак, Россия, e-mail: andakm@rambler.ru

²студент факультета «Математики и информационных технологий», группа ФМ-31, Стерлитамакский филиал «Башкирский государственный университет», г. Стерлитамак, Россия, e-mail: andakm@rambler.ru

Аннотация. В работе рассматриваются основные принципы построения информационно-поисковых систем (ИПС) и их практического применения в образовательном процессе. Рассматриваются различные методики обучения пользователей технологии поиска информации, так как уровень компетентности в области информационного поиска у школьников и студентов остается низким. Приводятся понятия и определения, обсуждаются информационные потребности пользователей. Рассматривается представление информации в ИПС, принципы анализа текстов и индексирования документов, типичные модели и алгоритмы поиска информации. Приводятся основные сведения о классификации документов. Обсуждаются современные словарные, классификационные и метапоисковые ИПС, их практическое применение и критерии эффективности.

Ключевые слова: *информационный поиск, информационно-поисковые системы, дифференциальные признаки, информационные запросы*

INFORMATION RETRIEVAL SYSTEMS IN EDUCATION**Igor Chernov¹, Alena Agafonova²**

¹student of the Faculty "Mathematics and Information Technologies", group of AIS-41, Sterlitamak Branch "Bashkir State University", Sterlitamak, Russia, e-mail: andakm@rambler.ru

²student of the Faculty "Mathematics and Information Technologies", group of FM-31, Sterlitamak Branch "Bashkir State University", Sterlitamak, Russia, e-mail: andakm@rambler.ru

Abstract. The paper deals with the basic principles of information retrieval systems (IPS) and their practical application in the educational process. Various methods of teaching users search information technology, as the level of competence in the field of information retrieval in pupils and students remains low. Are concepts and definitions, discusses the information needs of users. We consider the provision of information to the IRS, the principles of text analysis and indexing of documents, the typical model and retrieval algorithms. The basic data on the classification of documents. We discuss modern vocabulary, classification and metasearch IRS, their practical application and effectiveness criteria.

Keywords: *information search, information retrieval systems, distinctive features, information requests.*

Введение. С каждым годом объемы сети Интернет увеличиваются в разы, поэтому вероятность найти необходимую информацию резко возрастает. Интернет объединяет миллионы компьютеров, множество разных сетей, число пользователей увеличивается на 15-80% ежегодно. И, тем не менее, все чаще при обращении к сети Интернет основной проблемой оказывается не отсутствие искомой информации, а возможность ее найти. Как правило, обычный человек в силу разных обстоятельств не может или не хочет тратить на поиск нужного ему ответа больше 15-20 минут. Поэтому особенно актуально правильно и грамотно научиться, где и как искать, чтобы получать желаемые ответы. Чтобы найти нужную информацию, необходимо найти её адрес. Для этого существуют специализированные поисковые сервера (роботы индексов (поисковые системы), тематические Интернет-каталоги, системы мета-поиска, службы поиска людей и т.д.).

Цель работы. В работе рассмотрим основные технологии поиска информации в Интернете, общие черты поисковых инструментов, структуры поисковых запросов для наиболее популярных русскоязычных и англоязычных поисковых систем. Также рассмотрим методику грамотно и эффективно строить поисковые запросы информации.

Материал и результаты исследований. ИПС (информационно-поисковая система) – это система, обеспечивающая поиск и отбор необходимых данных в специальной базе с описаниями источников информации (индексе) на основе информационно-поискового языка и соответствующих правил поиска. Главной задачей любой ИПС является поиск информации, релевантной информационным потребностям пользователя. Очень важно в результате проведенного поиска ничего не потерять, то есть найти все документы, относящиеся к запросу, и не найти ничего лишнего. Поэтому вводится качественная характеристика процедуры поиска – релевантность – это соответствие результатов поиска сформулированному запросу. Знания об информационных ресурсах, видах информации и классификации документов необходимы при формулировании и анализе информационного запроса – ведь его автор должен понимать, какой сегмент информационных ресурсов он хотел бы получить в результате поиска информации. Пользователям необходимо знать, что информация делится на фактографическую и документальную, а документы по степени свертывания – на первичные и вторичные; по целевому назначению – на официальные, научные, учебные, рекламные и др.; по знаковой природе – на текстовые, графические, нотные и др.

Мировые информационные ресурсы разделяются на три сектора:

- деловой информации;
- научно-технической и специальной информации;

- массовой, потребительской информации.

Основными показателями ИПС для WWW являются пространственный масштаб и специализация. По пространственному масштабу ИПС можно разделить на локальные, глобальные, региональные и специализированные.

Локальные поисковые системы могут быть разработаны для быстрого поиска страниц в масштабе отдельного сервера.

Региональные ИПС описывают информационные ресурсы определенного региона, например, русскоязычные страницы в Интернете.

Глобальные поисковые системы в отличие от локальных стремятся по возможности наиболее полно описать ресурсы всего информационного пространства сети Интернет. Их можно разделить на

1) *Уникальные ИПС Yandex, Google, Rambler*

2) *Мета-системы Metabot.ru, Nigma*

3) *Специализированные ИПС.* Например поиск изображений, поиск авиабилетов Skyscanner.ru, поиск отелей Booking.com

Web-технология World Wide Web (WWW) считается специальной технологией подготовки и размещения документов в сети Интернет. В состав WWW входят web-страницы, электронные библиотеки, каталоги, виртуальные музеи и т.д. Каким образом можно сориентироваться в столь масштабном информационном пространстве?» В решении данной проблемы используются поисковые инструменты. Поисковые инструменты-это особое программное обеспечение, основная цель которого – обеспечить наиболее оптимальный и качественный поиск информации для пользователей Интернета. Поисковые инструменты размещаются на специальных веб-серверах, каждый из которых выполняет определенную функцию:

1. Анализ веб-страниц и занесение результатов анализа на тот или иной уровень базы данных поискового сервера.

2. Поиск информации по запросу пользователя.

3. Обеспечение удобного интерфейса для поиска информации и просмотра результата поиска пользователем.

Интерфейс поискового инструмента - страница с гиперссылками, строкой подачи запроса (строкой поиска) и инструментами активизации запроса. Индекс поисковой системы-это информационная база, содержащая результат анализа Web-страниц, составленная по определенным правилам. Запрос-это ключевое слово или фраза, которую вводит пользователь в строку поиска. Для формирования различных запросов используются специальные символы ("", , ~), математические символы (*, +, ?). Схема поиска информации в сети Интернет проста. Пользователь набирает ключевую фразу и активизирует поиск, тем самым получает подборку документов по

сформулированному (заданному) запросу. Этот список документов ранжируется по определенным критериям так, чтобы вверху списка оказались те документы, которые наиболее соответствуют запросу пользователя. Каждый из поисковых инструментов использует различные критерии ранжирования документов, как при анализе результатов поиска, так и при формировании индекса (наполнении индексной базы данных web-страниц). Таким образом, если указать в строке поиска для каждого поискового инструмента одинаковой конструкции запрос, можно получить различные результаты поиска. Для пользователя имеет большое значение, какие документы окажутся в первых двух-трех десятках документов по результатам поиска и насколько эти документы соответствуют ожиданиям пользователя. Большинство поисковых инструментов предлагают два способа поиска – simple search (простой поиск) и advanced search (расширенный поиск) с использованием специальной формы запроса и без нее. Освоение критериев уточнения запроса и приемов расширенного поиска, позволяет увеличивать эффективность поиска и достаточно быстро найти необходимую информацию. Прежде всего, увеличить эффективность поиска можно за счет использования в запросах логических операторов (операций) Or, And, Near, Not, математических и специальных символов.

Так в Yandex можно формировать следующие запросы:

- *ключевое слово **site:адрес сайта*** ищет на данном сайте ключевое слово
- *ключевое слово **site:ru*** будут найдены документы с указанными словами расположенными только в доменной части ru
- ***info:адрес сайта*** позволяет увидеть информацию, известную об указанном сайте.
- ***link:адрес сайта*** показывает все страницы, в которых есть ссылки на указанный сайт
- ***allintitle:ключевые слова*** показывает сообщения, в заголовках которых есть *ключевые слова*. Ключевые слова указываются через пробел.
- ***intitle:ключевые слова*** только первое слово после двоеточия будет в заголовке сообщения, остальные слова в теле самого сообщения.
- ***allinurl:слова*** все слова запроса содержаться только в адресе страницы (url).
- ***inurl:слово1 слово2*** слово1 содержится в адресе страницы, остальные слова – на самой странице.
- ***related:адрес страницы*** описывает страницы, похожие на страницу, адрес которой указан.
- ***define:слово*** выбирает страницы, где есть определения данного слова или словосочетания.

• **Слово число1..число2** выбирает страницы с заданным словом и числом, входящим в заданный интервал.

Рассмотрим поисковую систему Google. Он предлагает множество различных функций, которые могут вам помочь в поиске. Подробную информацию об этих функциях вы можете получить на <http://www.google.ru/intl/ru/help/features.html>.

Как известно, информационный запрос – это словесное выражение информационной потребности. Для достижения успешного результата в процессе поиска информации по конкретному информационному запросу пользователю целесообразно пройти несколько последовательных этапов (они описаны в [1], [2]).

1. Формулировка информационного запроса.
2. Анализ информационного запроса: определение объекта и аспекта поиска с использованием словаря значений дифференциальных признаков.
3. Деление запроса на подзапросы (при наличии нескольких тем).
4. Составление поискового образа запроса (ПОЗ) на языке ключевых слов с использованием логических операций конъюнкции, дизъюнкции и отрицания.
5. Соотнесение значений признаков запроса с дифференциальными признаками ИПС.
6. Отбор круга ИПС, в которых целесообразно искать информацию по заданным критериям.
7. Построение общей стратегии поиска.
8. Составление поисковых формул на языке запросов конкретных ИПС.
9. Переформулирование запроса с использованием синонимичных терминов, ассоциативных, видовых (а нередко и родовых) понятий.

В каждом запросе содержатся информация о том, что нужно найти пользователю (объект поиска), и *те признаки*, по которым следует отбирать информацию (аспект поиска, или критерии отбора).

В общем случае, можно выделить следующие поисковые инструменты для WWW: каталоги, поисковые системы, метапоисковые системы. Каталог поисковая система с классифицированным по темам списком аннотаций со ссылками на Web-ресурсы (классификация, как правило, проводится людьми). Поиск в каталоге очень удобен и проводится посредством последовательного уточнения тем. Тем не менее, каталоги поддерживают возможность быстрого поиска определенной категории или страницы по ключевым словам с помощью локальной поисковой машины. База данных ссылок (индекс) каталога обычно имеет ограниченный объем, заполняется вручную персоналом каталога. Некоторые каталоги используют автоматическое обновление индекса. Результат поиска в каталоге представляется в

виде списка, состоящего из краткого описания (аннотации) документов с гипертекстовой ссылкой на первоисточник. Поисковая машина-поисковая система с формируемой роботом базой данных, содержащей информацию об информационных ресурсах. Отличительной чертой поисковых машин является тот факт, что база данных, содержащая информацию об Web-страницах, статьях Usenet и т.д., формируется программой-роботом. Поиск в такой системе проводится по запросу, составляемому пользователем, состоящему из набора ключевых слов или фразы, заключенной в кавычки. Индекс формируется и поддерживается в актуальном состоянии роботами - индексировщиками. В описании документа чаще всего содержится несколько первых предложений или выдержки из текста документа с выделением ключевых слов. Как правило, указана дата обновления (проверки) документа, его размер в килобайтах, некоторые системы определяют язык документа и его кодировку (для русскоязычных документов). Если название и описание документа соответствует требованиям пользователя, можно перейти к его первоисточнику по ссылке. Это удобнее делать в новом окне, чтобы иметь возможность далее анализировать результаты выдачи. Многие поисковые системы позволяют проводить поиск в найденных документах, причем можно уточнить запрос введением дополнительных терминов. Если интеллектуальность системы высока, может быть предложена услуга поиска похожих документов. Некоторые поисковики позволяют провести пересортировку результатов. К наиболее известным машинам веб-поиска относятся Google, Yahoo, Alta Vista, Excite, Hot Bot, Lycos. Среди русскоязычных можно выделить Yandex, Rambler. Метапоисковые системы (поисковые службы) – системы, способные послать запросы пользователя одновременно нескольким поисковым серверам, затем объединить полученные результаты и представить их пользователю в виде документа со ссылками. Наиболее популярная в мире система мета-поиска Search.com. Объединенный поисковый сервер Search.com компании CNET, Inc. включает в себя почти два десятка поисковых систем. Отрицательной стороной метапоисковых систем можно назвать их нестабильность. Кроме основных поисковых инструментов можно представить еще несколько: Подборки ссылок – это отсортированные по темам ссылки. Они достаточно сильно отличаются друг от друга по наполнению, поэтому чтобы найти подборку, наиболее полно отвечающую интересам пользователя, необходимо ходить по ним самостоятельно, чтобы составить собственное мнение. Преимуществом такого вида поисковых инструментов является их целенаправленность. Обычно подборка включает в себя редкие интернет-ресурсы, подобранные конкретным Web-мастером или хозяином интернет-странички. Базы данных адресов–

это специальные поисковые сервера, которые обычно используют классификации по роду деятельности, по выпускаемой продукции и оказываемым услугам, по географическому признаку. Иногда они дополнены поиском по алфавиту. В записях базы данных хранится информация о сайтах, которые предоставляют информацию об электронном адресе, организации и почтовом адресе за определенную плату. Система поиска FTP-файлов – это особый тип средств поиска в Internet, который позволяет находить файлы, доступные на «анонимных» FTP-серверах. Протокол FTP предназначен для передачи по сети файлов, и в этом смысле он функционально является своеобразным аналогом Gopher. Основным критерием поиска является название файла, задаваемое разными способами (точное соответствие, подстрока, регулярное выражение и т.д.). Данный тип поиска не может соперничать по возможностям с поисковыми машинами, так как содержимое файлов никак не учитывается при поиске, а файлам можно давать произвольные имена. Тем не менее, если требуется найти какую-нибудь известную программу или описание стандарта, то с большой долей вероятности файл, его содержащий, будет иметь соответствующее имя, и можно найти его при помощи одного из серверов FTP Search: FileSearch ищет файлы на FTP-серверах по именам самих файлов и каталогов. Если пользователь ищет какую-либо программу или еще что-то, то на WWW-серверах он находит их описание, а с FTP-серверов можно перекачать их к себе.

Вывод. Результатом изучения данной темы является формирование сложного умения – эффективного поиска информации, включающего комплекс простых умений: формулировать и анализировать запрос, сравнивать ИПС, «переводить» запрос на язык конкретной ИПС, выстраивать стратегию поиска. Эти умения должны основываться на базовых знаниях, которые студенты приобретают в процессе изучения разных тем курса. Требуется последовательное развертывание предметного содержания, выполнение цикла разнообразных лабораторных и внеаудиторных заданий.

Работа выполнена под научным руководством к.ф.-м.н., доц. Акимов А.А.

ЛИТЕРАТУРА

1. Витухновская А.А., Ключенко Т.И. Формализация информационного поиска в библиотеке/А.А. Витухновская // Научн. и техн. б-ки СССР. –1991. –№ 10. –С. 27–35.
2. Витухновская А.А. Обучение студентов педвузов технологии решения информационно-поисковых задач/ А.А. Витухновская // Информатика и образование. – 2003. –№ 7. – С. 96–101.
3. Акимов А.А. Электронное учебное пособие «Информационные технологии в решении экономических задач»/ А.А.Акимов, Г.Р. Галиаскарова, Р.Г. Идрисов // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. – 2014. – №10(65). – С. 30.

УДК 004.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА DEDUCTOR STUDIO ACADEMIC ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ

К.А. Чукавина¹

¹студент факультета «Математики и информационных технологий», группа ПМИ-32, Стерлитамакский филиал «Башкирский государственный университет», г. Стерлитамак, Россия, e-mail: andakm@rambler.ru

Аннотация. В работе рассматривается применение программного пакета Deductor studio academic в образовательном процессе на примере расчета уровня рентабельности затрат для коммерческой организации с помощью нейронных сетей.

Ключевые слова: программный комплекс Deductor studio academic, нейронные сети, прогнозирование.

SOFTWARE COMPLEX DEDUCTOR STUDIO ACADEMIC TRAINING NEURAL NETWORK MODELING

Kseniya Chukavina¹

¹student of the Faculty "Mathematics and Information Technologies", group of PMI-32, Sterlitamak Branch "Bashkir State University", Sterlitamak, Russia, e-mail: andakm@rambler.ru

Abstract. The paper deals with the use of software Deductor studio academic package in the educational process by the example of the calculation of the level of profitability for the cost of a commercial organization with the help of neural networks.

Keywords: software package Deductor studio academic, neural network, forecasting.

Введение. При изучении результатов финансово-хозяйственной деятельности любой коммерческой организации необходимо анализировать структуру и динамику, факторы и резервы увеличения прибыли, соотношение эффекта (прибыли) с имеющимися или использованными средствами, а также с доходами фирмы от его обычной и прочей хозяйственной деятельности. Для этого применяется коэффициент рентабельности.

Рентабельность представляет собой показатель эффективности деятельности предприятия, характеризующий степень отдачи средств, используемых в производстве (продажах). Следует отметить, что методика расчета и совокупность используемых параметров в анализе рентабельности, предлагаемые российскими авторами, различаются, так как коэффициенты рен-

табельности являются производными от финансовых показателей, а, значит, источник проблемы - учетные ошибки и искажения в трактовке таких исходных понятий, как выручка, прибыль, доходы и расходы.

Для экономического анализа финансовых показателей предприятия в целом и уровня рентабельности в частности всё чаще применяются инструменты математического аппарата. Среди методов математического моделирования выделяется современное и быстро развивающееся научное направление – моделирование на основе искусственных нейросетей. Нейронные сети позволяют успешно решать задачи, с которыми не могут справиться традиционные методы, а также при наличии неполной, зашумленной или искаженной информации.

Актуальность работы заключается в том, что автоматизированная система нейросетевого моделирования рентабельности позволит создать адекватную модель и с ее помощью осуществлять прогнозирование, контроль и оперативное управление финансовым состоянием коммерческой организации.

Цель работы. Целью исследования является моделирование уровня рентабельности затрат для коммерческой организации на основе нейронных сетей (на примере ЗАО «Химреактивснаб»).

Материал и результаты исследований. В данной работе была рассмотрена группировка показателей рентабельности с подразделением на следующие блоки: рентабельность активов, рентабельность капитала и рентабельность хозяйственной деятельности. Динамика большинства показателей рентабельности ЗАО «Химреактивснаб» оказалась отрицательной, что свидетельствует о значительном ухудшении эффективности деятельности предприятия (табл.1).

Таблица 1 – Расчет показателей рентабельности ЗАО «Химреактивснаб»

Наименование показателя	2014		Изменение, %
	III квартал	IV квартал	
Общая рентабельность активов, %	6,19	5,49	-0,70
Рентабельность внеоборотных активов, %	72,58	56,49	-16,09
Рентабельность оборотных активов, %	6,76	6,09	-0,67
Рентабельность собственного капитала %	7,45	6,64	-0,81
Рентабельность заемного капитала, %	36,59	31,79	-4,80
Рентабельность уставного капитала, %	35256,36	34714,55	-541,81
Рентабельность основной деятельности%	11,26	9,62	-1,64
Рентабельность затрат	16,26	16,64	0,38
Бухгалтерская рентабельность (коммерческая маржа)	10,32	10,60	0,28
Чистая рентабельность (норма прибыли)	8,26	8,62	0,36

В качестве результирующего показателя (y) для исследования была выбрана рентабельность затрат – один из ключевых показателей деятельности

коммерческой организации, характеризующий окупаемость расходов на производство продукции.

В роли факторов в модели выступают: x_1 - коэффициент текущей ликвидности, x_2 - коэффициент обеспеченности материально-производственных запасов собственными оборотными средствами, x_3 - коэффициент автономии, x_4 - коэффициент текущей платежеспособности, x_5 - коэффициент финансового рычага, x_6 - капиталотдача, x_7 - фондоотдача, x_8 - отношение дебиторской и кредиторской задолженности, x_9 - коэффициент оборачиваемости оборотных активов, x_{10} - коэффициент прогнозирования банкротства [1, 2].

Информационной базой для создания нейросетевой модели рентабельности затрат ЗАО «Химреактивснаб» стали поквартальные наблюдения за период с I квартала 2007г. по IV квартал 2014г. Для построения нейронной сети был использован программный продукт «Deductor Studio Academic 5.3».

Перед построением модели была проведена оценка качества данных. Анализ на наличие выбросов и экстремальных значений с помощью стандартного отклонения от среднего показал, что данные пригодны для дальнейшего исследования.

Корреляционный анализ выявил, что несущественными являются показатели x_6 (капиталотдача) и x_9 (коэффициент оборачиваемости), следовательно, их следует исключить. Наибольшее влияние на рентабельность затрат оказывает фактор x_2 (коэффициент обеспеченности материально-производственных запасов собственными оборотными средствами) и x_{10} (коэффициент прогнозирования банкротства).

Исходные данные готовы для нейросетевого моделирования.

Обучающая выборка была разделена на 2 множества: обучающее (95% данных) и тестовое (5% данных). В качестве активационной функции была использована сигмоида с крутизной 1. Алгоритмом обучения был выбран Resilient Propagation (RPROP), в котором коррекция весов производится после предъявления всех примеров обучающего множества. Параметры алгоритма: шаг спуска 0,5, шаг подъема 1,2. Процесс обучения нейронной сети представлен на рис.1.

Построенная нейросетевая модель представляет собой многослойный перцептрон с 8 входными элементами и 3 нейронами на одном скрытом слое (рис.2).

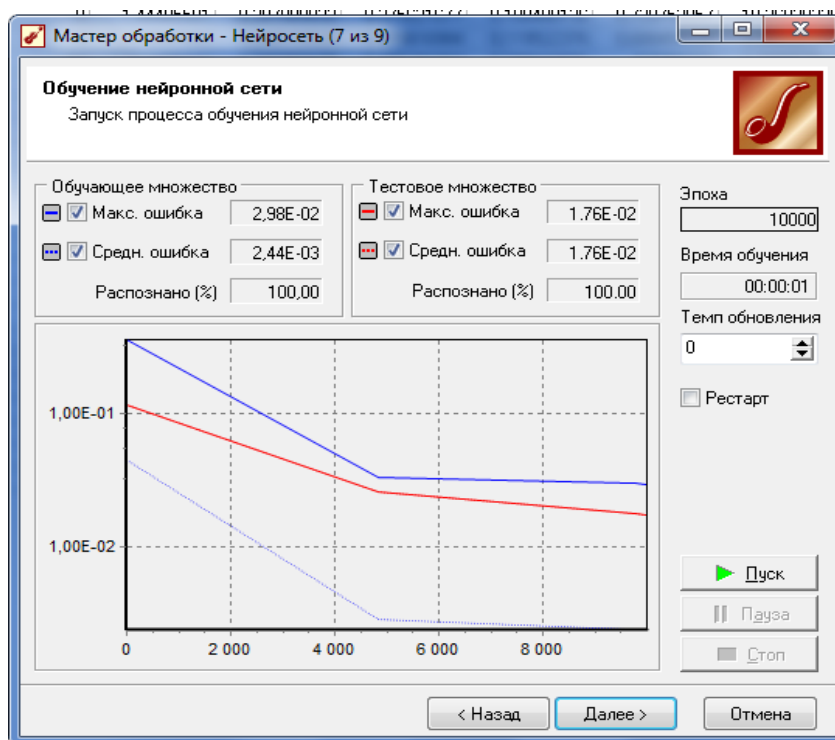


Рис.1. – Обучение нейронной сети

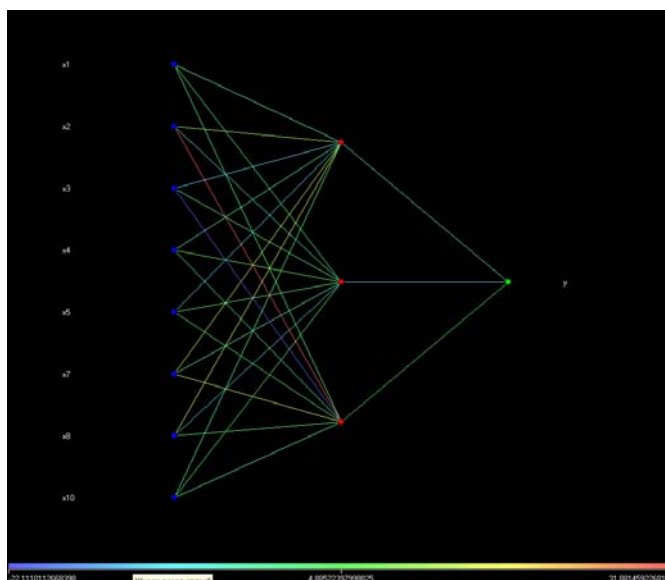


Рис.2. – Граф нейронной сети

На графе нейронной сети значения весов отображаются определенным цветом, посмотреть которое можно по цветовой шкале, расположенной внизу окна. Можно сделать вывод о том, что наибольшее влияние на рентабельность затрат оказывает фактор x_2 – коэффициент обеспеченности материально-производственных запасов собственными оборотными средствами.

Диаграмма рассеяния показывает качество нейросетевой модели. Так как точки, отражающие выходные значения, сосредоточены вблизи линии идеальных значений, поэтому можно сказать, что модель обучилась хорошо.

Исходные (y) и смоделированные значения (y_{OUT}) рентабельности затрат представлены графически на рис. 4.

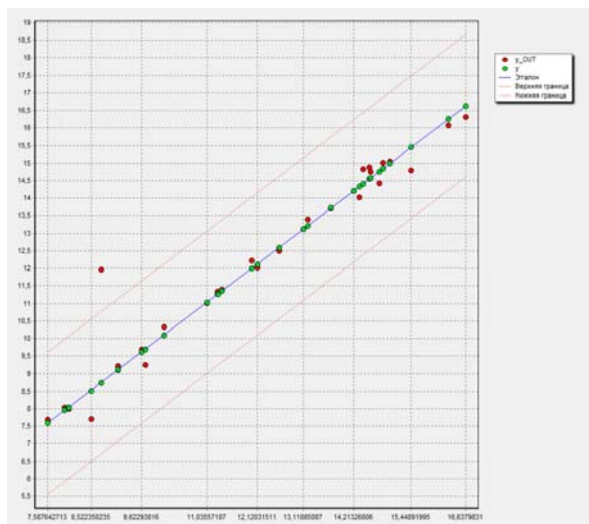


Рис.3. – Диаграмма рассеяния

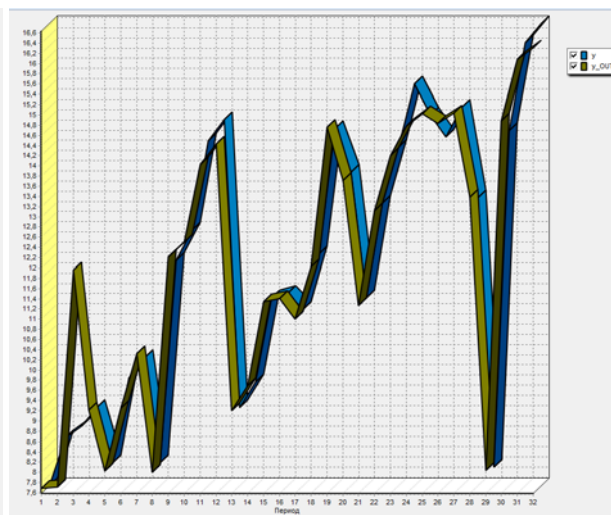


Рис.4. – Диаграмма исходных и смоделированных значений рентабельности затрат

Вывод. Таким образом, в рамках данного исследования построена нейросетевая модель рентабельности затрат коммерческой организации (на примере ЗАО «Химреактивснаб»), отличающаяся уникальностью и возможностью прогнозирования и использования на практике при исследовании поведения финансового показателя в дальнейшем.

Научный руководитель: к.ф-м.н., доцент Галиаскарова Г.Р.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комалев В.А. Математическая экономика: Учебник для вузов. – 3-е стереотип. изд. – Москва.– ЮНИТИ-ДАНА.–2012. – 399 с.
2. Акимов А.А. Электронное учебное пособие «Информационные технологии в решении экономических задач»/ А.А.Акимов, Г.Р. Галиаскарова, Р.Г. Идрисов // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. – 2014. – №10(65). – С. 30.
3. http://z3950.ksu.ru/EPOS_ESIC/due.pdf



УДК 378:005.6

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕВРОПЕЙСКИХ СТАНДАРТОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ (ESG) КАК ОСНОВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ В УКРАИНЕ

М.А. Алексеев¹, С.А. Ус², Е.Ю. Чуриканова³

¹доктор технических наук, профессор кафедры программного обеспечения компьютерных систем, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: keila48@mail.ru

²кандидат физико-математических наук, профессор кафедры системного анализа и управления, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: us-svetlana@yandex.ru

³кандидат экономических наук, доцент, кафедра Экономической кибернетики и электронной экономики, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: elen.c@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрена проблема обеспечения качества высшего образования в Украине и задачи, которые стоят перед Украиной в соответствии с европейскими стандартами ENQA.

Ключевые слова: обеспечение качества, высшее образование, европейский стандарт, европейское образовательное пространство, ESG, контроль качества.

ENSURING OF EUROPEAN QUALITY ASSURANCE STANDARDS (ESG) AS THE BASIS FOR IMPROVING THE QUALITY OF EDUCATION IN UKRAINE

Mykhaylo Alexsieiev¹, Svetlana US², Olena Churikanova³

¹Ph.D., professor of Computer Software Systems Department, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: keila48@mail.ru

²PhD in Physical and Mathematical Sciences, Professor, Department of System Analysis and Management, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: us-svetlana@yandex.ru

³PhD in Economics Sciences, Associate Professor of Economic Cybernetics and E-economy Department, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: elen.c@mail.ru

Abstract. The problems of ensuring the quality of higher education in Ukraine are considered. Challenges faced by Ukraine in accordance with European standards ENQA are analyzed.

Keywords: Quality Assurance, Higher Education, the European Standard, European Educational Space, the ESG, Quality Control.



Введение. Закон Украины о высшем образовании определяет, как один из основных принципов государственной политики в сфере образования, «развитие международной интеграции системы высшего образования Украины в Европейское пространство высшего образования (European Higher Education Area – EHEA), при условии сохранения и развития достижений и прогрессивных тенденций национальной высшей школы» [1, статья 3]. Заметим, что качество высшего образования в ЕНЕА является основным фактором признания и конкурентоспособности ВУЗа. Поэтому весьма актуальным является разработка эффективной системы управления качеством образования на всех уровнях.

Проблема обеспечения качества постоянно находится в фокусе внимания, как академической общественности Украины, так и Европы в целом. Подтверждением этого являются многочисленные европейские проекты и публикации, посвященные этой теме [2-7].

Цель работы. Изучение основных направлений обеспечения качества образования в высших учебных заведениях в соответствии с требованиями европейских стандартов высшего образования и закона Украины о высшем образовании, с целью обеспечения устойчивого решения проблем и потребностей процесса реформирования в системе высшего образования Украины.

Материал и результаты исследований. Болонской декларацией, принятой в июле 1999 года было положено начало структурной и методологической реформе высшего образования в Европе. Целью этой реформы является процесс сближения европейских систем высшего образования и формирование Европейского пространства высшего образования (ЕНЕА), основанного на общности принципов функционирования систем высшего образования стран-участниц.

Реализация этих преобразований (определение их принципов и механизмов) осуществляется в соответствии с коммюнике и декларациями конференций европейских министров, ответственных за высшее образование, которые проводятся не реже, чем раз в два года [8]. Во время каждой из таких встреч в той или иной мере обсуждалась проблема обеспечения качества образования, являющаяся ключевой в ЕНЕА. Конференцией министров высшего образования, которая состоялась 14-15 мая 2015 года в Ереване (Армения), был утвержден стандарт ESG – Standards and Guidelines for Quality Assurance in the EHEA – Стандарты и рекомендации по обеспечению качества в Европейском пространстве высшего образования ENQA [9].

Этот стандарт, является обновленной версией документа, принятого Европейской ассоциацией гарантии качества высшего образования ENQA и утвержденного Конференцией министров образования в Бергене в 2005-м

году. Его появление вызвано новыми явлениями и в сфере высшего образования, открывшимися направлениями международной интеграции, изменениями, происшедшими в процедурах оценки качества национальными агентствами. В стандарте [9] указано, что ESG имеют следующие цели:

- определяют общую структуру систем гарантии качества образования и обучения на европейском, национальном и институциональном уровне;
- способствуют гарантии и совершенствованию качества высшего образования в европейском образовательном пространстве;
- поддерживают взаимное доверие и, таким образом, содействуют признанию и мобильности за рамками национальных границ;
- предоставляют информацию по гарантии качества в европейском пространстве высшего образования.

Эти цели являются основой, внутри которой стандарты ENQA могут быть различными путями и способами использованы и применены вузами, агентствами и странами, в соответствии с принятыми в них приоритетами, а также учитывая разнообразие их политических систем, систем высшего образования, социокультурных и образовательных традиций. ESG носят широкий характер, это позволяет применять их ко всем формам реализации высшего образования. Национальные стандарты, как и национальное законодательство, имеют различную степень сложности в зависимости от существующей в этих странах нормативной практики, различную структуру и степень детализации. Совершенствование национальных стандартов активно проводится и в Украине.

Основные принципы обеспечения качества, на которых основываются ESG, сформулированы следующим образом:

- высшие учебные заведения несут первичную ответственность за качество предоставляемого высшего образования,
- обеспечение качества соответствует разнообразию систем высшего образования, высших учебных заведений, программ и студентов;
- обеспечение качества способствует развитию культуры качества;
- обеспечение качества учитывает потребности и ожидания студентов, всех других стейкхолдеров и общества.

Стандарты качества делятся на три, взаимосвязанных по своей сути, части, которые вместе формируют основу Европейской рамки качества, а именно:

- внутреннее обеспечение качества,
- внешняя оценка качества,
- агентства по обеспечению качества.

Закон Украины о высшем образовании в полном соответствии со стандартами ENQA определяет качество образования как «уровень полученных личностью знаний, умений, навыков, других компетентностей, которые отражают ее компетентность в соответствии со стандартами высшего образования». И выделяет три системы обеспечения качества образования [1, разд. 5].

Первая из приведенных групп стандартов ENQA предусматривает разработку высшими учебными заведениями внутренней политики и соответствующих методик обеспечения качества собственных программ, оценки студентов в соответствии с прозрачными критериями, разработкой механизмов обеспечения компетентности и необходимой квалификации преподавателей. Закон Украины о высшем образовании определяет такие группы задач относительно системы внутреннего обеспечения качества [1, статья 16].

1) определение принципов и процедур обеспечения качества высшего образования;

2) осуществление мониторинга и периодического пересмотра образовательных программ;

3) ежегодное оценивания соискателей высшего образования, научно-педагогических и педагогических работников высшего учебного заведения и регулярное обнародование результатов таких оценок на официальном сайте высшего учебного заведения, на информационных стендах и любым другим способом;

4) обеспечение повышения квалификации педагогических, научных и научно-педагогических работников;

5) обеспечение наличия необходимых ресурсов для организации образовательного процесса, в том числе самостоятельной работы студентов по каждой образовательной программе;

6) обеспечение наличия информационных систем для эффективного управления образовательным процессом;

7) обеспечение публичности информации об образовательных программах, степени высшего образования и квалификации;

8) обеспечение эффективной системы предотвращения и выявления академического плагиата в научных работах работников высших учебных заведений и соискателей высшего образования;

9) других процедур и мероприятий.

Внутренняя система обеспечения качества разрабатывается ВУЗом и по его представлению оценивается Национальным агентством по обеспечению качества высшего образования или аккредитованными им независимыми учреждениями.

Вторая группа стандартов ENQA касается внешних процедур оценивания. Процесс внешнего обеспечения качества должен осуществляться на периодической основе. Национальные агентства по гарантированию качества должны по результатам проверок публиковать отчеты по описанию и анализу полученных данных. В соответствии с Законом Украины, система внешнего обеспечения качества образовательной деятельности высших учебных заведений и качества высшего образования предусматривает осуществление таких процедур и мероприятий:

- 1) обеспечение эффективности процессов и процедур внутреннего обеспечения качества образовательной деятельности высших учебных заведений и качества высшего образования;
- 2) обеспечение наличия системы проведения процедур внешнего обеспечения качества;
- 3) обеспечение наличия опубликованных критериев принятия решений в соответствии со стандартами и рекомендациями качества в Европейском пространстве высшего образования;
- 4) налаживание доступной и понятной отчетности;
- 5) проведение периодических проверок деятельности систем обеспечения качества и механизмов работы с полученными рекомендациями;
- 6) других процедур и мероприятий.

Третья группа стандартов ENQA касается условий деятельности внешних агентств по обеспечению качества. Агентства должны быть признаны на национальном уровне и аккредитованы в пределах всего европейского пространства высшего образования, обеспечены необходимыми ресурсами и иметь необходимый уровень независимости для автономной ответственности за свои действия и не быть подверженными никакому влиянию третьей стороны.

В Законе Украины о высшем образовании определены полномочия, механизм формирования и принципы деятельности Национального агентства по обеспечению качества высшего образования.

Особенностью новых стандартов ENQA является требование студентоцентричного подхода в обучении и образовании, обеспечение индивидуальных образовательных траекторий и признание компетенций, полученных вне ВУЗа. Такой подход предусматривает широкое вовлечение студентов на всех уровнях обеспечения качества образования, включая разработку образовательных программ, оценивание результатов обучения, и внешнюю оценку ВУЗа.

Дальнейшее развитие системы образования в соответствии с требованиями ЕНЕА и реализация Закона Украины о высшем образовании требует разработки эффективных инструментов обеспечения качества образования.

Европейское сообщество и академическая общественность Украины уделяет большое внимание развитию системы обеспечения качества. Так в период 15.10.2011-14.10.2014 был реализован проект Tempus "TRUST" «Національна система забезпечення якості і взаємної довіри в системі вищої освіти України» ("Towards Trust in Quality Assurance System") [6] в результате которого была разработана концепция обеспечения качества высшего образования Украины.

В октябре 2015 года в рамках программы Европейского союза ERASMUS+ стартовал двухгодичный проект: «Система обеспечения качества в Украине: развитие на основе ENQA стандартов и норм (QUAERE)». Был сформирован международный консорциум в который вошли ведущие университеты Украины, Польши, Нидерландов, Германии, Литвы, Греции, а также Немецкое независимое агентство внешней оценки и аккредитации (ASIIN), Центрально-европейская сеть агентств обеспечения качества (CEENQA), Государственное образовательное учреждение «Учебно-методический центр по вопросам качества образования», Украинская ассоциация студенческого самоуправления и Министерство образования и науки Украины.

Целью проекта является разработка инструментов, обеспечивающих функционирование внутренних и внешних систем обеспечения качества. В рамках проекта членам консорциума предстоит решить ряд задач: анализ лучших европейских практик обеспечения качества и существующих методов обеспечения качества в Украине; разработка конкретных механизмов и моделей контроля качества; создание внутренней инфраструктуры системы обеспечения качества, пилотирование разработанных моделей.

Вывод. Система высшего образования Украины уверенно интегрируется в Европейское пространство высшего образования, при этом определяющим элементом является система обеспечения качества. Существующие системы обеспечения качества Украины в целом соответствуют европейским нормам, однако необходима разработка механизмов и инструментов обеспечения качества, которые повысят ответственность и самостоятельность университетов в системе обеспечения качества образования, будут способствовать широкому вовлечению студентов в процессы самооценки университетов и сделают механизм самооценки неотъемлемой частью функционирования университета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон України про вищу освіту [Електронний ресурс]// – режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1556-18/page>



2. Вернидуб Р. Інституційний рівень управління якістю освіти [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://www.stattionline.org.ua/pedagog/85/15536-institucijnij-riven-upravlinnya-yakistyu-osviti.html>
3. Єршова О. П. Культура забезпечення якості і прозорості вищої освіти: європейські стандарти для України [Електронний ресурс] / О. П. Єршова, Т.Г. Бабина // Режим доступу: http://knutd.com.ua/publications/pdf/Ukrainian_editions/2015/Ershov_Babina.pdf
4. Забезпечення якості вищої освіти: Європейські кращі практики для України [Електронний ресурс] / Уп.: Т. Добко – режим доступу: <http://education-ua.org/ua/analytics/305-zabezpechennya-yakosti-vishchoji-osviti-evropejski-krashchi-praktiki-dlya-ukrajini>
5. Імператив якості: вчимося цінувати і оцінювати вищу освіту: навч. посіб. / За ред. Т. Добка, М. Головянко, О. Кайкової, В. Терзіяна, Т. Тіхонена. – Львів: Видавництво «Компанія "Манускрипт"», 2014. – 572 с.
6. Проект «Національна система забезпечення якості і взаємної довіри в системі вищої освіти України (TRUST)» [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.dovira.eu/>.
7. K. E. Serrano-Velarde Quality assurance in the european higher education area. The emergence of a german market for quality assurance agencies 17 Nov. 2008. –P.18, No.:19, Volume:20, Issue:3, Pages1–18
8. Розвиток системи забезпечення якості вищої освіти в Україні: інформаційно-аналітичний огляд / Укладачі: Добко Т., Золотарьова І., Калашнікова С., Ковтунець В., Курбатов С., Линьова І., Луговий В., Прохор І., Рашкевич Ю., Сікорська І., Таланова Ж., Фініков Т., Шаров С.; за заг. ред. С. Калашнікової та В. Лугового. – Київ : ДП «НВЦ «Пріоритети», 2015. – 84 с.
9. Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG). – К.: ТОВ «ЦС», 2015. – 32 с.

УДК 378.622

ФОРМУВАННЯ МОТИВАЦІЇ ДО ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У МАЙБУТНІХ ГІРНИЧИХ ІНЖЕНЕРІВ

О.В. Бондаренко

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри економічної і соціальної географії та методики викладання, Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет», м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: bondarenko.olga@kdpu.edu.ua

Анотація. У статті висвітлено результати дослідження з виявлення характеру мотивації майбутніх гірничих інженерів до професійної діяльності.

Ключові слова: майбутній гірничий інженер, готовність; готовність майбутніх гірничих інженерів до професійної діяльності, мотивація майбутніх гірничих інженерів.



FORMATION OF PROFESSIONAL MOTIVATION TO IN THE FUTURE, MINING ENGINEER

O.V. Bondarenko

Ph.D., Associate Professor at the Department of economic and social geography and teaching methods, State Higher Educational Institution "National University Krivoy Rog", Krivoy Rog, Ukraine, e-mail: bondarenko.olga@kdpu.edu.ua

Abstract. In the article the author highlights the results of a study to identify the nature of motivation for future mining engineers to the profession.

Keywords: *future mining engineer, readiness; readiness for future mining engineers to the profession, motivation for future mining engineers.*

Вступ. У Концепції підготовки гірничого інженера в системі неперервної освіти (школа – ВНЗ – підприємство) [4] зазначається, що найактуальнішим завданням вітчизняної професійно-технічної освіти є забезпечення високого рівня підготовки гірничих інженерів, оскільки відчувається дефіцит висококваліфікованих фахівців гірничої справи, які в умовах інтеграції вітчизняної гірничої галузі у світовий ринок, повинні долучитися до систематичної роботи з мінімізації виробничих витрат, утримання й розширення ринків збуту в умовах жорсткої конкуренції.

Проблемі професійної підготовки майбутніх гірничих інженерів присвячено праці багатьох науковців. Так, ретроспективний аналіз розвитку професійної підготовки гірничих інженерів в Україні досліджено Т. Медведовською; структуру та зміст нових стандартів підготовки гірничих інженерів розглянуто В. Петровим; формування професійної компетентності майбутніх гірничих інженерів досліджено О. Дерев'янко, Г. Райковською, В. Тернопільською та ін.

Однак, аналіз практичного стану та теоретичне узагальнення наукової літератури з досліджуваної проблеми, дозволяє стверджувати, що нині «виникла тенденція катастрофічного старіння кадрового складу інженерно-технічних працівників практично на всіх дільницях і підрозділах шахт, зниження престижу гірничих професій серед молоді і, як наслідок, соціальні проблеми в шахтарських регіонах» [5, с. 155]. Деякі науковці (З. Бакум, В. Ткачук, С. Хощкіна) зазначають, що одна із причин, що породжує суперечність між теоретичним значенням даної проблеми і її практичним станом, криється у низькій частці зайнятості випускників ВНЗ, недостатній сформованості їх мотивації до професійної діяльності [3].

Метою пропонованої **праці** є висвітлення результатів дослідження з виявлення характеру мотивації майбутніх гірничих інженерів до професійної діяльності.

Матеріали і результати досліджень. Досліджуючи готовність майбутніх гірничих інженерів до професійної діяльності ми визначили, що вона є складним особистісним утворенням, яке виявляється в єдності ціле-мотиваційного, змістово-операційного, емоційно-вольового та оцінно-рефлексивного складників. Уважаємо, що провідним компонентом є саме ціле-мотиваційний компонент, який зумовлює формування всіх інших компонентів і виконує спонукальну функцію. До його складу входять мотиви, інтереси, тобто все те, що виступає внутрішньою спонукуючою особистості, забезпечує долучення майбутнього гірничого інженера до професійної діяльності і підтримує цю активність на всіх етапах її здійснення. Сукупність згаданих складових забезпечує психологічну складову готовності студентів-гірників, а також установку на її здійснення. Тому майбутній гірничий інженер, готовий до професійної діяльності, повинен мати позитивну установку на здійснення професійної діяльності, усвідомлювати важливість своєї професії, бути позитивно налаштованим на її здійснення, мати сформовану професійну спрямованість.

За вихідне нами було взято положення про те, що мотив – це внутрішнє прагнення особистості до певного виду активності (діяльності, спілкування, поведінки), пов'язане із задоволенням певної потреби]. Науковці (В. Слассьонін, Н. Кузьміна, А. Реан) зазначають, що успіх майбутньої діяльності, залежить від сили мотивації та її структури. Відповідно до закону Йеркса-Додсона, ефективність діяльності взаємопов'язана із силою мотивації, тобто чим сильнішим є спонукання до дії, тим вища результативність діяльності.

Зазначимо, що мотив може мати якісну характеристику. Ураховуючи відношення мотиву до змісту діяльності мотиви поділяють на внутрішні та зовнішні. А. Реан зазначає, що внутрішня мотивація може відігравати роль компенсаторного чинника у випадку недостатніх високих здібностей або недостатнього запасу в студентів необхідних знань, умінь і навичок.

Відомо, що останнім часом навіть державні вузи все частіше орієнтуються на задоволення потреб населення в освіті, ніж на задоволення потреб народного господарства у фахівцях певного профілю, у результаті чого ринок професій та ринок освітніх послуг є практично відірвані один від одного. Так, за даними освітнього порталу ПедПРЕСА, протягом останніх п'яти років лідерами вступної кампанії за кількістю поданих заяв традиційно є юридичний і економічний факультети, хоча відомо, що ринок праці перенасичений економістами та юристами. Реальні кроки держави у подоланні суперечності, наявної між потребами ринку праці та ринком освітніх послуг зроблено. Так, починаючи з 2014 року було збільшено обсяг державного замовлення на технічні спеціальності і зменшено на економічні.

Аналіз стану державного замовлення та кількості абітурієнтів, що вступили на напрям підготовки «Гірництво» протягом 2012–2015 рр., дає змогу засвідчити привабливість професії гірника. Однак на перший курс навіть провідних ВНЗ (Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» і Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут») було зараховано менше осіб, ніж передбачав обсяг державного замовлення.

Під час дослідження ми з'ясовували характер мотивації майбутніх гірничих інженерів, мотиви обрання ними своєї професії.

Для з'ясування структури мотивації майбутніх гірничих інженерів проводилося анкетування за методикою О. Дерев'янка [2, с. 255–261] та методикою К. Земфіра в модифікації А. Реана. Загалом означені методики базуються на концепції внутрішньої та зовнішньої мотивації. Так, якщо для особистості має значення сама професійна діяльність, тобто домінують мотиви, які містять професійну спрямованість, то домінантною визначається внутрішня мотивація. Якщо ж мотивами обрання спеціальності виступає не інтерес власне до професії, а інші чинники (прагнення до матеріальної забезпеченості, бажання здобути вищу освіту, уникнути військового обов'язку тощо), то переважною називається мотивація зовнішня. Крім того, виокремлено групу мотивів, які містять часткову професійну спрямованість. У цьому випадку майбутня діяльність виступає засобом самореалізації особистості, задоволення потреби в лідерстві, бажанні керувати іншими тощо.

Під час низки анкетувань респондентам було запропоновано назвати причини вступу до ВНЗ за обраною спеціальністю та в порядку значимості для себе визначити їх рангове місце.

З'ясувалося, що провідними мотивами вибору професії серед майбутніх гірничих інженерів є прагнення отримати диплом про вищу освіту незалежно від професії (34 %) та конкурентоздатність фахівця на ринку праці (18 %). Важливу роль виконують і такі мотиви, як можливість матеріального забезпечення й кар'єрного росту (12 %). Неабияке значення мають і такі мотиви, як збереження сімейних традицій (10 %), можливість уникнути виконання військового обов'язку для чоловічої статі, наявність бюджетних місць, недостатня спеціальна підготовка та низька матеріальна забезпеченість батьків для вступу до інших ВНЗ, поради улюблених вчителів тощо (разом 26 %). Наведені дані свідчать про переважання в більшості респондентів зовнішніх мотивів і недостатній рівень виявлення внутрішньої мотивації. Отже, отримані результати засвідчили необхідність систематичної і цілеспрямованої роботи з формування мотивації до професійної діяльності майбутніх гірничих інженерів.

Висновок. Отже, освіта повинна відповідати суспільному попиту, так



для Дніпропетровщини вкрай необхідним є випуск фахівців технічних спеціальностей, зокрема гірничих інженерів. Адже, «від якості підготовки гірничих інженерів залежить ефективність освоєння георесурсів, напрям і темпи розвитку сучасних технологій і техніки в гірничій справі, рівні безпеки і технічної оснащеності праці гірників – все те, що визначає інноваційний характер розвитку гірничих підприємств» [2], зрештою добробут рідного краю загалом. Перспективу подальших досліджень убачаємо у розробленні методики формування мотивації до професійної діяльності майбутніх гірничих інженерів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Браташ О. Проблеми і розвиток вищої гірничої освіти [Електронний ресурс] / О. Браташ. – Режим доступу: <http://ea.dgtu.donetsk.ua:8080/jspui/bitstream/123456789>
2. Дерев'яно О. В. Формування професійної компетентності майбутніх гірничих інженерів у процесі навчання фахових дисциплін: дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.04 / Дерев'яно Олена Василівна. – Житомир, 2014. – 387 с.
3. Моркун В. С. Підготовка гірничого інженерства: школа – ВНЗ – підприємство: [монографія] / В. С. Моркун, З. П. Бакум, С. М. Хоцькіна, В. В. Ткачук. – Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2015. – 244 с.
4. Ступнік М. І. Концепція підготовки гірничого інженера в системі неперервної освіти (школа – ВНЗ – підприємство) / М. І. Ступнік, В. С. Моркун, З. П. Бакум, В. В. Ткачук // Педагогіка вищої та середньої школи: зб. наук. Праць / гол. ред. З. П. Бакум. – Вип. 48. – Кривий Ріг : ДВНЗ «КНУ», 2016. – С. 54–58.
5. Ширін Л. Н. Концепція підготовки фахівців з гірництва за спеціалізаціями [Електронний ресурс] / Л. Н. Ширін. – Режим доступу: <http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/3242/154-157.pdf?sequence=1>

УДК 378.016 : 796.015.004.

КОМП'ЮТЕРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОГРАМУВАННЯ ЗАНЯТЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ФІЗКУЛЬТУРНО-ОЗДОРОВЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ СТУДЕНТІВ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

М.В. Верховська

кандидат педагогічних наук, викладач кафедри фізичного виховання і спорту, Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь, Україна, e-mail: ponomarenko-34@mail.ru

Анотація. У статті розглянуто комп'ютерні програми, що дозволяють забезпечити програмування занять з використанням фізкультурно-оздоровчих технологій на заняттях з фізичного виховання зі студентами вищих навчальних закладів. Програмування занять з використанням фізкультурно-оздоровчих технологій, конструювання яких відбувається



за допомогою комп'ютерних програм, не змінюють логіки освітнього процесу, але відмінюють жорстку нормативність і авторитарність робочих програм, формують позитивну мотивацію до дисципліни «фізичне виховання», сприяють оздоровчому і тренувальному ефекту, коригують стан здоров'я всіх учасників цього процесу на фоні позитивного психологічного стану.

Ключові слова: фізкультурно-оздоровчі технології, комп'ютерне забезпечення, урок фізичної культури

PROGRAMMING FUNDAMENTALS TRAINING USING HEALTH AND FITNESS TECHNOLOGY IN PHYSICAL EDUCATION STUDENTS OF HIGH SCHOOLS

M. Verkhovska

Ph.D., lecturer of Physical Education and Sport Department, Tavrian State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine, e-mail: ponomarenko-34@mail.ru

Abstract. The article deals with computer programs that allow programming exercises using fitness technologies in the classroom for physical education for students in higher education. Programming exercises using fitness technologies, construction of which is done through software without changing the logic of the educational process, but canceled rigid normative and authoritarian programs, forming positive motivation to discipline "Physical Education" promote wellness and training the effect of adjusting the health of all participants in this process against the background of positive psychological state.

Keywords: Sport and Recreation technology, computer software, the lesson of physical culture.

Вступ. Одним із напрямків роботи вищих навчальних закладів є діяльність, яка спрямована на збереження здоров'я студентської молоді. У світлі нового Закону України «Про вищу освіту» при формуванні навчальних планів на 2015-2016 навчальний рік, вищими навчальними закладами були взяті до уваги рекомендації МОН України щодо організації фізичного виховання студентів. Для сучасної молоді з їх станом здоров'я необхідні заняття оздоровчого напрямку, які сприяють гармонійному розвитку фізичних якостей та тренувальному ефекту функційних можливостей організму, заняття, що мотивують і захоплюють у процесі на фоні позитивного фізичного стану, у яких задіяне візуальний і слуховий аспекти, що можливо за допомогою музичних фонограм та відеокомплексів фізичних вправ. Тема дослідження відповідає тематичному плану наукових досліджень «Оновлення концептуальних засад української професійної освіти на етапі євроінтеграції», (номер державної реєстрації 0109U002114).

Проблему ефективного використання технічних засобів навчання розглядали такі педагоги, як З. І. Слєпкань, А. Г. Молибг, Г. В. Карпов, А. В. Ро-



манін. У наш час вченими ведуться пошуки нових підходів до складання фізкультурно-оздоровчих програм з метою підвищення ефективності впливу фізичного виховання [2; 3; 5].

Мета. Метою статті є виокремити комп'ютерні програми, що забезпечують програмувати заняття з використанням фізкультурно-оздоровчих технологій у процесі фізичного виховання студентів вищих навчальних закладів. Завданням дослідження було провести аналіз наукової та науково-методичної літератури, спостереження майстер-класів з використанням фізкультурно-оздоровчих технологій з 2001 по 2014 рр. Визначити на яких основах програмуються заняття з використанням фізкультурно-оздоровчих технологій та за допомогою якого комп'ютерного забезпечення. Зроблено аналіз документальних матеріалів та літературних джерел, серед яких: документи керівних органів МОН щодо розвитку фізкультурної освіти, навчальні програми з фізичного виховання вищих навчальних закладів, довідково-енциклопедична література, періодичні вітчизняні та зарубіжні видання. Відвідуване близько 100 практичних майстер-класів міжнародних фізкультурно-оздоровчих конвенцій протягом з 2001 по 2014 рр.

Матеріали та результати дослідження. В результаті аналізу документальних матеріалів та літературних джерел, спостереження практичних майстер-класів міжнародних фізкультурно-оздоровчих конвенцій понятійна конструкція «фізкультурно-оздоровча технологія» – раціональний спосіб цілеспрямованої взаємодії учасників педагогічного процесу, в основу якого покладено різновиди рухової діяльності, що спрямовані на отримання максимально можливого оздоровчого ефекту, реалізацію потреби людини в русі, здоров'ї та дбайливому ставленні до нього через свідоме регулювання фізичної активності [1].

На основі аналізу літературних джерел, спостереження, вітчизняного та зарубіжного досвіду фізкультурно-оздоровчі програми та заняття можна класифікувати на чотири напрями:

- найбільше розповсюдження отримали фізкультурно-оздоровчі програми, які базуються на використанні видів рухової активності аеробної спрямованості;
- фізкультурно-оздоровчі програми та заняття анаеробного напрямку, насичені силовими вправами;
- фізкультурно-оздоровчі програми та заняття фізкультурно-рекреаційного напрямку, в українській редакції «розум та тіло», в англійській редакції «mind&body»;
- авторські програми та заняття, на основі синтезу усіх трьох напрямів [2; 3; 4].

Музичний супровід є невід'ємною частиною більшості фізкультурно-оздоровчих програм та занять, особливо з аеробіки. Музика, яка подобається молоді, підтримує на належному рівні емоційний фон та продуктивність занять, допомагає легше витримувати навантаження, покращує психічно-емоційний стан, полегшує формування рухових навичок, взагалі підвищує інтерес до занять.

Музичні фонограми можна створювати як основу щодо фізичних вправ, спеціально підбирати музичні акценти, щоб відобразити специфіку фізичного навантаження або концентрацію на тілесних відчуттях тощо. На даному етапі всі музичні твори зроблені у цифровому форматі, проблем із монтажем не виникає, його можна зробити за допомогою досить розповсюджених програм Nero Wave Editor та Nero Sound Trax.

Особливості діяльності викладача фізичного виховання, зумовлені перш за все, специфікою проведення практичних занять. Загальновідомо, що практичне заняття на між факультативній кафедрі фізичного виховання та спорту – основна форма організації з фізичного виховання студентів у вищі. При проведенні занять з використанням фізкультурно-оздоровчих технологій викладач дуже багато показує фізичних вправ особисто, іноді це до п'яти пар на день. Щоб запобігти такого фізичного навантаження, за допомогою комп'ютерних програм робляться відеофрагменти заняття. За допомогою комп'ютера або DVD-плеєра проводять демонстрацію під музичний супровід. Відеофрагменти, окремі фізичні вправи, повне заняття бажано записати у цифровому форматі, тоді проблем із монтажем не виникає. Це можна зробити за допомогою стандартної програми Windows Movie Maker або Adobe Premiere 2.0Pro. Відеозаняття обов'язково повинне відповідати індивідуальним особливостям тих, які займаються.

Висновки. Використання комп'ютерних програм у програмуванні занять з використанням фізкультурно-оздоровчих технологій у процесі фізичного виховання учнів загальноосвітніх навчальних закладів, це: 1) урахування закономірностей навчання руховим діям і розвитку фізичних якостей, особливостям методики фізичного виховання студентського контингенту; 2) різноманітність фізичних вправ, використання вправ з усіх напрямів фізкультурно-оздоровчих технологій, співвідношення інтенсивності і тривалості вправ; 3) наявність сучасного технічного (акустичні системи, відеоплеєри тощо) та спортивного обладнання й інвентарю (степ-платформи, медичні м'ячі, фітболи тощо) сприяє мотивації до регулярних занять, формує, зміцнює та зберігає здоров'я всіх учасників педагогічного процесу на фоні позитивного психологічного стану. У формуванні мотиваційних пріоритетів, які сприяли б розвитку позитивної мотивації до занять фізичним вихованням,



формували основи самостійної оздоровчої діяльності та формували прагнення до здорового способу життя. Подальші дослідження доцільно провести у оновленні змісту програм фізичного виховання вищих навчальних закладів шляхом введення фізкультурно-оздоровчих технологій, що відповідають інтересам молоді, сприяють оздоровчому, а головне – тренувальному ефекту. Підготовка викладачів, які володіють досвідом використання фізкультурно-оздоровчих технологій, формують технічно-матеріальну базу, програмують нові сучасні, привабливі, емоційно захоплюючи заняття фізичним вихованням за допомогою комп'ютерних програм зі студентами в залежності від особливостей стану здоров'я, фізичної підготовленості, статевих відмінностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Верховська М. В. Формування готовності майбутніх учителів фізичної культури до використання фізкультурно-оздоровчих технологій у професійній діяльності: автореф. дис... к. пед. наук: 13.00.04 / М. В. Верховська ; Класичний приватний університет. – Запоріжжя, 2015. – 20 с.
2. Воропаєв Д. С. Необхідність впровадження здоров'язберігаючих технологій в закладах освіти // Сучасні проблеми фізичного виховання і спорту школярів та студентів України : матеріали VII Всеукр. наук.-практ. конф. – Суми, 2007. – С. 224 – 227.
3. Кібальник О. Я. Підвищення рухової активності підлітків з використанням занять фітнесом оздоровчого спрямування : навч.- метод. посібник / О. Я. Кібальник. – Суми : СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 2006. – 48 с.
4. Пономаренко М. В. Сутність підготовки майбутніх учителів фізичної культури до використання фізкультурно-оздоровчих технологій у професійній діяльності / М. В. Пономаренко // Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету : зб. наук. праць / редкол.: І. П. Аносов (голов. ред.) [та ін.]. – Мелітополь, 2011. – Вип VII. – С. 319–326.
5. Пономаренко М. В. Формування мотиваційного компоненту учнів загальноосвітніх навчальних закладів до занять фізичною культурою / М. В. Пономаренко // Сучасні соціально-економічні системи та проблеми освітології : матеріали I Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та аспірантів (м. Дніпропетровськ, 13 квітня 2013) / Дніпропетровський університет ім. Альфреда Нобеля. – Дніпропетровськ, 2013. – С. 179–181.

УДК 622

СОЦІАЛЬНА СКЛАДОВА ПІДГОТОВКИ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛІСТІВ

К.А. Зіборов¹, Т.О. Письменкова², С.О. Федоряченко³

¹кандидат технічних наук, завідувач кафедри основ конструювання механізмів і машин, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: ziborov@nmu.org.ua



²методист вищої категорії навчального відділу, старший викладач кафедри основ конструювання механізмів і машин, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: pismenkovat@rambler.ru

³кандидат технічних наук, доцент кафедри основ конструювання механізмів і машин, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: serg.fedoryachenko@gmail.com

Анотація. У роботі проаналізовано соціальну складову підготовки спеціалістів технічних спеціальностей в рамках запропонованих дисциплін.

Ключові слова: компетенція, тестування, аналіз.

SOCIAL COMPONENT OF TECHNICAL SPECIALIST TRAINEE

K.A. Ziborov¹, T.O. Pismenkova², S.O. Fedoryachenko³

¹Ph.D., head of the Machinery design fundamentals department, SHEI "National mining university", Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: ziborov@nmu.org.ua

²Methodologist of the highest category, senior lecturer of Machinery design fundamentals department, SHEI "National mining university", Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: pismenkovat@rambler.ru

³Ph.D., Machinery design fundamentals department, SHEI "National mining university", Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: serg.fedoryachenko@gmail.com

Abstract. The paper provides the analysis of social component of technical specialist trainee according to proposed courses.

Keywords: competence, test, analysis.

Вступ. Сучасне становлення ринкових відносин у країні вносить певні корективи і в освітню галузь, змушуючи вищі навчальні заклади швидкими темпами адаптуватися до їхніх вимог.

Сьогодні назріла гостра необхідність зміни в системі підготовки фахівців: потрібен інженер, широко освічений відповідно до світових стандартів, здатний витримати конкуренцію на ринку праці, такий що вміє прогнозувати наслідки своєї діяльності. Питання підвищення якості підготовки інженерів у вищих навчальних закладах, що стоїть зараз, не може вирішитися без головної проблеми – інтенсифікації освітнього процесу, до якого поряд з технічними дисциплінами повинна входити соціально-гуманітарна складова.

Мета роботи – визначити роль та необхідність соціальної складової в підготовці технічних спеціалістів.

Основний матеріал. При прийомі на роботу сучасний роботодавець цікавиться не тільки рівнем та кваліфікацією, що записані в дипломі випускника, а й що випускник вміє робити, що йому цікаво і що він вже робив. Тому

якщо випускник вищого навчального закладу має до своїх базових компетентностей, які відповідають його кваліфікації, додаткові знання, а особливо уміння, які він отримав за період навчання, – це додає йому бали, які дозволяють бути конкурентоспроможним на ринку праці.

Діючим законодавством передбачено для студентів вибіркова складова підготовки у межах відповідної освітньої програми, в обсязі, що не менш як 25 відсотків загальної кількості кредитів ЄКТС, передбачених для даного рівня вищої освіти [1]. В рамках вибіркової складової освітньої програми колективом кафедри основ конструювання механізмів і машин Державного ВНЗ «Національний гірничий університет» запропоновано цикл навчальних дисциплін соціального спрямування, які формують додаткові компетентності фахівця: «Методи і засоби сучасних дизайнерських рішень», «Комунікативний дизайн» та «Прикладні інформаційні технології в науці та освіті».

Класична підготовка інженера зосереджує його на працездатності виробу, його конструктивних та техніко-технологічних характеристиках і можливостях оптимального виробництва. Запропоновані дисципліни додають можливості доповнити споживчі якості кінцевого продукту або технології: зовнішню форму, певну композиційну особливість, відповідні кольорно-графічні та стильові ознаки, зручності у використанні тощо.

З розвитком виробництва і технологій та виникненням в суспільстві масового споживання, де особливого значення набула реклама, споживацька мотивація суттєво змінилась: потребу у продукті замінила потреба у комунікативному акті – смисловій подачі та сприйнятті інформації, що містяться у зовнішній формі продукту та формі його представлення.

За традиційним на сьогодні визначенням, дизайн – це сфера вільної творчості, в якій особистість дизайнера, як і в інших творчих професіях, відіграє ключову роль. У дизайнерському результаті завжди присутній талант автора, його почерк, світогляд, система цінностей. Певні підходи і процеси в дизайні близькі художнім, що в пошуках життєвої гармонії орієнтовані на культурні пріоритети. Але, на відміну від художника, який вкладає у свій твір власний потенціал, особистий шлях досягнення і розуміння всесвіту і має кінцевою метою самовираження, дизайнер працює для безлічі людей, що використовують у повсякденному житті результати його праці. Створюючи свій продукт, дизайнер взаємодіє з фахівцями з інших споріднених галузей, часто працює в міждисциплінарних командах. Він зобов'язаний враховувати безліч об'єктивних факторів, що так чи інакше впливають на кінцевий результат, вивчати і передбачати переваги і потреби конкретної аудиторії у відповідному сегменті ринку. Тому якщо ми додамо до класичної інженерної

підготовки деякі навички дизайнерського підходу, це тільки додасть кінцевому продукту – фахівцю, суттєвих переваг при соціальній адаптації на ринку праці.

Дизайн – це синтезна діяльність, результатом якої є цілісний продукт з розмаїтими художньо-технічними характеристиками. Інженер з навичками дизайнера розглядає всі стадії «життя» свого продукту від ідеї до утилізації, і саме в такому підході криється найбільш значущий результат.

Сучасна інженерна діяльність передбачає не тільки взаємодію з технікою, але в значній мірі – з людьми. Як правило, інженер стає керівником колективу. Отже, він повинен знати, як функціонує колектив, яке місце займає окрема людина в колективі. Тому комунікація стає важливим інструментом впливу на колектив. Однак технічний і технологічний прогрес призвів до впровадження в наш повсякденний і професійний ужиток нових засобів комунікації. І невміння користуватися, точніше, ефективно використовувати ці засоби часто виявляється критичним.

Комунікативна компетентність – невід’ємна складова сучасного фахівця. До складу компетентності включають сукупність знань, умінь і навичок, що забезпечують ефективне спілкування. Такого роду компетентність передбачає вміння змінювати глибину і коло спілкування, розуміти і бути зрозумілим партнерами по спілкуванню.

Але крім володіння комунікативними здібностями, фахівець повинен володіти засобами комунікації. До засобів реалізації комунікативних актів можна віднести комунікаційні технології. Подібні технології активно застосовуються для передачі інформації і забезпечення взаємодії людей в сучасному суспільстві. Сучасний висококваліфікований фахівець у будь-якій галузі діяльності повинен не тільки володіти знаннями в області інформаційних комунікативних технологій, а й бути фахівцем щодо їх застосування у своїй професійній діяльності [2].

Для перетворення матеріалу на інформаційно-комунікаційну технологію в будь-якому професійному середовищі фахівець повинен мати уявлення про предметну область, вміти систематизувати знання, грамотно використовувати методики перетворення інформації, бути добре поінформованим про можливості інформаційно-комунікаційних технологій, знати комп’ютерні засоби, за допомогою яких може бути досягнутий той чи інший комунікаційний прийом. Крім того, фахівець повинен володіти технічними і програмними засобами, які він буде використовувати для створення продукції, і за допомогою яких буде здійснювати обробку та донесення інформації.

Сьогодні, враховуючи безмежні можливості комунікаційних техноло-

гій, роботодавець все частіше використовує нові форми спілкування із здобувачем – на відстані, через соціальні мережі. Тенденції сучасного світу змушують по-іншому поглянути на ступінь важливості подачі інформації як у своїй традиційній, так і в новій комп'ютерній формі. Нові віяння вимагають від здобувача крім здатності презентувати себе, уміти використовувати інформаційні технології в повному спектрі можливостей. Часто вимогами роботодавця є розробка та презентація проекту, а для цього необхідно мати здібності не лише користуватися інформаційними технологіями, а і уміння донести інформацію так, щоб позитивно вплинути на рішення роботодавця.

При спілкуванні на відстані первинна функція донесення інформації – інформування, більше не має ключового значення. Проблема вибору зсувається в бік естетичних категорій, відчуттів, емоцій. Саме завдання донести інформацію в найбільш вигідному ракурсі і вирішують студенти в рамках вищезазначених дисциплін. Вони вчаться знаходити спосіб залучити аудиторію, надихнути її, створити попит, мотивувати людей відповідати на інформацію.

На наших очах за кілька років повністю змінилися інструменти роботи, форми кінцевого продукту і ті обов'язки, з якими стикається сучасний випускник. Динамічно змінювати освітні програми цілком не завжди доречно. Також не обов'язково отримувати додаткову освіту, достатньо оволодіти компетентностями в запропонованих дисциплінах, які об'єднують в собі широкий спектр міждисциплінарних зв'язків. Фундаментальна складова програм дисциплін спрямована на підготовку універсальних фахівців, які будуть мати системне, концептуальне, стратегічне творче мислення, загальну візуальну культуру і вміння приймати рішення.

Висновок. Вирішуючи питання загальнотехнічної і спеціальної підготовки інженера, слід готувати його до вирішення як власних, так і загально-суспільних соціально-гуманістичних проблем – екологічних, естетичних, моральних, правових. Тому на сучасному етапі розвитку системи вищої освіти необхідна інтеграція фундаментальних, спеціальних і соціально-гуманітарних дисциплін з метою формування у майбутніх інженерів такої системи знань, яка необхідна для реалізації завдань сучасної технологічної культури.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України "Про вищу освіту" від 01.07.2014 № 1556-VII [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://vnz.org.ua/zakonodavstvo/111-zakon-ukrayiny-pro-vyschu-osvitu> – Назва з екрана.
2. [Проців В.В.](#) Комунікаційний дизайн – ще один крок до реалізації вимог сучасного працедавця / В.В. Проців, К.А. Зіборов, Т.О. Письменкова, І.В. Вернер // Збірник тез доповідей науково-практичної конференції «Проблеми реалізації академічної автономії вищих навчальних закладів» / НГУ – Д., 2016.

УДК 378:004

ОРГАНІЗАЦІЯ РЕФЛЕКСІЇ СТУДЕНТІВ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ**В.Г. Логвіненко**

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри кібернетики та інформатики, Сумський Національний аграрний університет, м. Суми, Україна, e-mail: lv_2003@mail.ru

Анотація. У статті розглядається питання організації рефлексії студентів ВНЗ у середовищі дистанційного навчання MOODLE на прикладі курсу "Обчислювальна техніка та програмування". Використання рефлексивної діяльності дозволяє значно підвищити ефективність засвоєння навчального матеріалу майбутніх фахівців.

Ключові слова: рефлексія студентів, середовище MOODLE, дистанційний курс, навчально-пізнавальний процес.

THE ORGANIZATION OF THE REFLECTIVE OF STUDENTS BY THE DISTANCE FORM OF LEARNING**V.G. Logvinenko**

Ph.D., Associate Professor, Department of Cybernetics and Informatics, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine, e-mail: lv_2003@mail.ru

Annotation. The question about the organization of the Reflective of students in the distance learning environment MOODLE for the example of "Computers and Programming", is considered at the article. The use of the Reflective activity of makes it possible to significantly increase the effectiveness of LEARNING of future specialists.

Keywords: the Reflective of students, the environment MOODLE, an electronic training course, teaching and learning process.

Введення. В останні роки питанню електронного навчання приділяється велика увага вчених-дослідників та педагогів. Дистанційні технології навчання розширюють інструментарій розроблення навчального контенту та можливості навчальної діяльності студентів в електронному середовищі. Важливість використання в освіті таких технологій, їх поєднання з традиційним навчанням у сучасних умовах існування та розвитку суспільства усвідомлюється багатьма вченими-практиками.

У наукових роботах А.А. Андрєєва, В.Ю. Бикова, В.М. Кухаренко, Н.В. Морзе, Є.С. Полат, А.В. Хуторського окреслені загальні питання дистанційного навчання та створення інформаційно-навчального середовища. Дослідники аналізують умови створення, інформаційно-навчального наповнення, використання цього середовища при підготовці майбутніх фахівців.



Дистанційні курси розроблено у багатьох ВНЗ. Вони є втіленням і сучасного контенту, і досвіду викладання. Питання адекватності та ефективності запровадження таких курсів не викликає сумнівів. Але, на мій погляд, не приділяється достатньої уваги психолого-педагогічним аспектам при запровадженні таких курсів.

Мета роботи. Мета статті – розглянути особливості організації рефлексивної діяльності студентів у процесі вивчення курсу «Обчислювальна техніка та програмування» за дистанційною формою навчання.

Матеріал та результати досліджень. Під дистанційним навчанням розуміємо "форму організації і реалізації навчально-виховного процесу, за якою його учасники (об'єкт і суб'єкт навчання) здійснюють навчальну взаємодію принципово і переважно екстериторіально (тобто, на відстані, яка не дозволяє і не передбачає безпосередню навчальну взаємодію учасників вічна-віч, інакше, коли учасники територіально знаходяться поза меж можливої безпосередньої навчальної взаємодії і коли у процесі навчання їх особиста присутність у певних навчальних приміщеннях навчального закладу не є обов'язковою)" [1, С.9]. Впровадження системи Moodle в рамках організації самостійної роботи у аграрному вищому навчальному закладі надає певні можливості, про які йдеться у [2]. Дистанційний курс є ефективною формою організації навчання студентів, що впливає і на рівень сприйняття навчального матеріалу засобами системи Moodle, і на рівень пізнавальної самостійності та активності, і на рівень мотивації до навчання, і на розвиток комунікативних умінь, і на рівень самоорганізації та самодисципліни, і на уміння розв'язувати завдання фахового спрямування, і на рівень співробітництва між студентом та викладачем.

На наш погляд, система електронного навчання повинна мати наступні ознаки: чітко сформульовані цілі вивчення навчального матеріалу, індивідуальний шлях розвитку студента, чіткий алгоритм засвоєння базових знань та набуття базових навичок, вибір при виконанні завдань творчого рівня, зв'язок з природною потребою в пропонованих знаннях та фахова спрямованість пропонованих завдань, регламентація вивчення тем дистанційного курсу та виконання завдань.

Психологічно навчання, організоване за дистанційною формою, можна уявити як взаємодію пізнавальної системи студента з певною індивідуальною організацією розумової діяльності і запропонованим у дистанційному курсі нормативного алгоритму (що розроблений за робочим навчальним планом) засвоєння певних знань та навичок в заданому нею ж темпі. Результат такої взаємодії значною мірою буде залежати від суб'єктивної готовності студента прийняти і здатності (наявності необхідного рівня мінімальної компетенції за обраним курсом) сприйняти те, що пропонується у навчальному

дистанційному курсі. І головне усвідомити чому навчився, що взяв, якими навичками оволодів, які уміння здобув, тобто свій власний розвиток. А це вже стосується рефлексії навчальної діяльності.

Поняття рефлексії є одним з ключових понять психології. Рефлексія (від лат. *reflexio* — звернення назад, самопізнання) трактується:

- як усвідомлення окремою людиною (індивідом) того, як його сприймають і оцінюють інші люди (індивіди);
- як вид пізнання, у процесі якого суб'єкт стає об'єктом свого спостереження;
- як роздуми або аналіз власного психічного стану;
- як аналіз та оцінка своєї діяльності.

Будь-яка технологія навчання передбачає обов'язкову рефлексію. У педагогіці метою рефлексії є: згадування, виявлення та усвідомлення основних компонентів навчальної діяльності (її зміст, тип, способи, проблеми, шляхи їх вирішення, отримані результати тощо). Без усвідомлення способів навчання, механізмів пізнання, ті хто навчається, нездатні привласнити отримані знання, які вони здобули. Навчання відбувається, коли підключається рефлексія, що спрямовується викладачем. Завдяки цьому виділяються способи вирішення практичних задач.

Отже, рефлексія людини у процесі навчання передбачає і знання людини про себе та свою пізнавальну діяльність, і уявлення про те, як він і його пізнавальна діяльність сприймаються іншими.

Велика роль в організації рефлексивної діяльності в навчанні належить викладачу, який впливає на студента, впливає на його індивідуальні якості, сприяє активізації самостійної діяльності та рефлексії.

Існує думка [3], що для ефективного впровадження рефлексії потрібно розрізняти та класифікувати її за функціональним змістом:

- рефлексія настрою та емоційного стану;
- рефлексія змісту навчального матеріалу;
- рефлексія діяльності.

Прийоми рефлексії повинні мати своє місце в організації дистанційного навчання. Студент виконує постановку цілей своєї освіти, їх досягнення і усвідомлення способів досягнення поставлених цілей, тобто рефлексію. В процесі вивчення дистанційного курсу викладач і студент аналізують, як досягаються їхні цілі. Також у процесі роботи студента над дистанційним курсом виникають певні емоційні стани, певні почуття та відчуття, які студенти виражають у форумах, чатах, тобто у вербальній формі.

При навчанні дуже важливо оцінювати рефлексію. Існують деякі методики оцінювання рефлексії, серед яких є оцінювання рефлексії за таксоно-



мією Блума [4]. За описом рефлексії студента можна вказати, якого рівня та ксономії Блума досяг студент.

Розглянемо організацію рефлексивної діяльності студентів на прикладі вивчення електронного навчального курсу "Обчислювальна техніка та програмування" із застосуванням технології дистанційного навчання Moodle. Нагадаємо, що загальною метою вивчення даного курсу є формування сучасного рівня інформаційної культури, набуття практичних навичок роботи на сучасній комп'ютерній техніці і використання сучасних інформаційних технологій для розв'язання різноманітних задач в практичній діяльності за фахом. Формулюючи склад цілей курсу, ми виходили із питань "Що зможе робити студент?", "За яких умов він це зможе робити?", "Наскільки якісно студент це зможе зробити?", тобто який критерій виконання роботи або певного завдання [1, С.48]. Кожний студент перед опануванням теоретичного матеріалу або перед виконанням завдання отримує перелік цілей в категоріях повинен *«знати і розуміти»*, *«уміти»*.

Студентам на початку вивчення дисципліни "Обчислювальна техніка та програмування" за дистанційною формою пропонується початкова рефлексія - участь у форумі-дискусії за темою «Чи потрібно мені знати основи програмування?» (фрагмент екрану на рис.1). Студентам аграрного профілю пропонується спочатку проглянути певні матеріали, а далі для обговорення надаються, наприклад, такі запитання:

- Яку роль виконують інформаційні технології у Вашому житті?
- Чи можете Ви пояснити необхідність використання інформаційних технологій та навичок програмування у Вашій майбутній фаховій діяльності?
- Наскільки добре ви володієте навичками програмування?
- Наведіть власні приклади програмних кодів (макросів) щодо Вашої фахової діяльності.

Рефлексію студентів в процесі вивченні дисципліни за дистанційною формою після вивчення кожної теми вважаємо доцільно організувати за допомогою форумів-обговорень «Мое навчання» у дистанційному курсі, де студентам висувається прохання сформулювати відповіді на наступні запитання:

- В чому сенс кожного завдання, яке виконується мною або яке потрібно виконати?
- Чи все мені зрозуміло у поданому алгоритму-інструкції щодо виконання типового завдання – завдання репродуктивного або 1 рівня (за Блумом: ЗНАННЯ та РОЗУМІННЯ)?
- Чи можу я свої знання та навички використати самостійно для виконання типового завдання?

- Які труднощі виникали у мене при виконанні типового завдання? Чи все я зробив, щоб їх подолати?

Шановні студенти!

Запрошуємо Вас прийняти участь у форумі-дискусії за темою:

«Чи потрібно мені знати основи програмування?»

Термін проведення – поточний навчальний тиждень.

Актуальність теми. Сьогодні комп'ютерні програми та засоби інформаційно-комунікативних технологій стали невід'ємною частиною сучасного світу: вони знаходять своє застосування в науці, промисловості, торгівлі, управлінні, банківській системі, освіті, медицині, транспорті, зв'язку, сільському господарстві, системі соціального забезпечення та інших галузях народного господарства.

Пропонуємо Вам створити дискусію щодо можливостей програмування для Вашої майбутньої діяльності.

Пропонуємо Вам проглянути наступні матеріали:

Інформаційні технології та сфери їх застосування

http://www.zhu.edu.ua/mk_school/mod/page/view.php?id=3370

Що потрібно знати тому, хто бажає навчитися програмувати?

<http://lovi-moment.com.ua/scho-potribno-znaty-tomu-hto-bazhaje-navchytysya-prohramuvaty.html>

Інструкція для тих хто хоче стати програмістом з нуля

<http://rework.com.ua/work/yak-staty-programistom>

Чи потрібно програмісту знати математику, яку та на скільки добре?

<http://www.vitaliy.podoba.com/2015/04/math-for-programmer/>

Рисунок 1 – фрагмент форуму-дискусії

- Що стане мені у пригоді з матеріалу «до відома слухачів» при виконанні завдання продуктивно-реконструктивного або 2 рівня (за Блумом: ВИКОРИСТАННЯ та АНАЛІЗ)?
- Чи можу я здобуті знання та навички використати самостійно для виконання завдання 2 рівня?
- Які труднощі виникали у мене при виконанні завдання 2 рівня? Чи все я зробив, щоб їх подолати?
- Що стане мені у пригоді з матеріалу «до відома слухачів» при виконання завдання творчого або 3 рівня (за Блумом: СИНТЕЗ та ОЦІНЮВАННЯ)?
- Чи можу я здобуті знання та навички використати самостійно для виконання завдання 3 рівня?
- Які труднощі виникали у мене при виконанні завдання 3 рівня? Чи все я зробив, щоб їх подолати?
- Як мою роботу (завдання) оцінює тьютор?
- Як виконання моїх завдань оцінюють інші слухачі?

Організувати рефлексію наприкінці вивчення дистанційного курсу вважаємо доцільним також за допомогою форуму-обговорення «Що надає



мені моє навчання». Студентам висувається прохання надати відповіді на наступні запитання:

- Який матеріал був для мене самим цікавим при опрацюванні?
- Яке з моїх завдань було самим цікавим для мене?
- Які завдання були цікавими для інших?
- Як мою роботу (завдання) оцінює тьютор?
- Як виконання моїх завдань оцінюють інші слухачі?
- Чому я навчився? Які навички я здобув?
- Чи є корисним поданий для навчання матеріал?
- Що змінилося в моєму самоусвідомленні моїх можливостей щодо майбутньої діяльності?

Для заохочення студентів до участі у форумах нараховуються додаткові бали.

Вважаємо, що застосування такої системи заходів рефлексивної діяльності у дистанційному курсі дає змогу значно підвищити ефективність навчання майбутніх фахівців. Рефлексія студентів є побудовою смислів власної навчальної діяльності, порівняння опанованих способів і методів, застосування отриманих знань у поєднанні зі своїми або іншими установками.

Висновок. Застосування дистанційних курсів дає змогу значно покращити ефективність підготовки майбутніх фахівців. Використовуючи систематично прийоми рефлексивної діяльності, викладач має можливість своєчасно виявити реакцію студентів на навчання та внести необхідні корективи в навчальну роботу за дистанційним курсом, передбачити та спрогнозувати результати вивчення дистанційного курсу студентами. Досвід показує, що організація рефлексивної діяльності студентів є досить складним процесом, який вимагає часу, зусиль та певних здібностей викладача дистанційного курсу. Але цим варто займатися тьюторам дистанційного навчання, тому що надає змогу зробити процес самопізнання студентів більш цілеспрямованим та усвідомленим.

В майбутньому наукові дослідження будуть пов'язані із пошуком шляхів вдосконалення змісту та методів ефективної організації навчальних курсів за дистанційною формою навчання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Биков В.Ю., Кухаренко В.М., Сиротенко Н.Г., Рибалко О.В., Богачков Ю.М. Технологія створення дистанційного курсу: Навчальний посібник / За ред. В.Ю.Бикова та В.М.Кухаренка. – К.: Міленіум, 2008. – 324с.
2. Логвіненко В.Г. Самостійна робота студентів у середовищі дистанційного навчання Moodle / Логвіненко В.Г.// Сборник научных трудов международной конференции «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной



промышленности и транспорта 2015». – Д.: НГУ, 2015. – С.348 – 355. - Режим доступа: <http://okmm.nmu.org.ua/ua/2015/Логвіненко.pdf>

3. Орбан-Лембрик Л. Е. Соціальна психологія: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Л. Е. Орбан-Лембрик. - К.: Академвидав, 2005. - 446 с.

4. A Taxonomy of Reflection: Critical Thinking For Students, Teachers, and Principals (Part 1). - Режим доступа: <http://www.peterpappas.com/2010/01/taxonomy-reflection-critical-thinking-students-teachers-principals.html>

УДК [378:37.011.3]:373.5

ДІЯЛЬНІСНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПОНЕНТ У СТРУКТУРІ ГОТОВНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ГЕОГРАФІЇ ДО ПРОФІЛЬНОГО НАВЧАННЯ СТАРШОКЛАСНИКІВ

С.В. Мантуленко

Кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри економічної і соціальної географії та методики викладання, Криворізький педагогічний інститут ДВНЗ «Криворізький національний університет», м. Кривий Ріг, Україна, e-mail mantulenkodpu@ukr.net

Анотація. У статті розкрито зміст діяльнісно-технологічного компоненту готовності майбутніх учителів географії до профільного навчання старшокласників; уточнено поняття «уміння», «педагогічні уміння»; конкретизовано зміст професійно-педагогічної діяльності учителя географії в умовах профільної школи; виокремлено основні уміння що виражають готовність вчителя географії до профільного навчання.

Ключові слова: *уміння, педагогічні уміння, діяльнісно-технологічний компонент, готовність майбутнього вчителя географії до профільного навчання.*

ACTION-TECHNOLOGICAL COMPONENT IN THE READINESS OF WOULD-BE TEACHERS OF GEOGRAPHY FOR SPECIALIZED EDUCATION OF SENIOR PUPILS

S.V. Mantulenko

Ph.D. in Pedagogic Sciences, senior Lecturer, Department of Economic and Social Geography and teaching methods, Krivoy Rog Pedagogical Institute SHEI "Kryvyi Rih National University", Krivoy Rog, Ukraine, e-mail: mantulenkodpu@ukr.net

Abstract. The article deals with the content of activity and technological component of future teachers of geography to high school profile education; The concept of "skill", "pedagogical skills"; specifies the content of vocational teacher a teacher of geography in terms of specialized schools; singled basic skills expressing willingness geography teacher to profile education.

Keywords: *skill, teaching skill, action-technological component, readiness of the future teacher of geography to profile education.*



Вступ. Аналіз педагогічної практики засвідчує, що студенти, маючи сформовані теоретичні знання, не завжди успішно здійснюють професійну діяльність. Це, безумовно, пов'язано з багатьма чинниками, одним з яких є рівень сформованості умінь професійної діяльності на рівні їх практичного застосування в умовах профільного навчання.

Якість профільного навчання безпосередньо пов'язана з тим, як і якими технологіями навчання оперує вчитель, рівень розвитку його технологічного мислення, наскільки гнучко він може змінювати й поповнювати свій методичний банк у залежності від індивідуальних особливостей учнів. Технологічність є домінуючою характеристикою професійної діяльності сучасного педагога й означає перехід на якісно новий рівень, що задовольняє критерії ефективності, оптимальної науковості порівняно із традиційним рівнем, який визначається як «методика». Педагогу недостатньо знати методику, він повинен уміти трансформувати знання і вміння, тобто володіти технологією отримання запланованого результату. Саме тому, вважаємо правомірним виокремити у структурі готовності майбутніх учителів географії до профільного навчання старшокласників діяльнісно-технологічного компонента.

Ядро розглядуваного компонента становлять професійно-педагогічні вміння.

Мета статті полягає у розкритті змісту діяльнісно-технологічного компонента готовності майбутніх учителів географії до профільного навчання старшокласників, виокремленні основних умінь, що виражають дану готовність.

На основі узагальнення наукової літератури ми дійшли висновку, що вміння – це оволодіння способами успішного виконання дій, що відповідають цілям і умовам діяльності та ґрунтуються на теоретичних знаннях. Вони відіграють важливу роль у діяльності людини, надають змогу успішно досягати поставлених перед собою завдань.

Педагогічні вміння – це сукупність найрізноманітніших дій учителя, що співвідносяться із функціями педагогічної діяльності [2, с. 175].

Тож, вміння визначають практичну готовність майбутнього вчителя географії і спрямовують його до конкретної дії, діяльності в цілому.

Науковці, досліджуючи педагогічну діяльність, по різному визначають педагогічні вміння, необхідні для успішної професійної діяльності. Так, О. Щербаков, О. Мудрик вважають, що власне в дидактичному плані вміння можна звести до трьох різновидів:

- вміння переносити відомі вчителю знання, варіанти рішення, прийоми навчання та виховання в умови нової педагогічної ситуації;
- вміння знаходити для кожної педагогічної ситуації нове рішення;

— уміння створювати нові елементи педагогічних знань та ідей та конструювати нові прийоми для розв'язання конкретної педагогічної ситуації [1, с. 64].

В. Сластьонін розподілив педагогічні уміння на чотири групи: уміння «перекладати» зміст процесу виховання в конкретні педагогічні завдання; уміння будувати і приводити в дію логічно завершену педагогічну систему; уміння виокремлювати і встановлювати взаємозв'язки між компонентами і чинниками виховання, приводити їх в дію; уміння обліку й оцінки результатів педагогічної діяльності. На його думку, зміст теоретичної готовності передбачає наявність у педагога аналітичних, прогностичних, проєктивних, а також рефлексивних умінь, а практична готовність учителя виражається у зовнішніх (предметних) уміннях, тобто в діях, які можна спостерігати. До них належать організаторські й комунікативні уміння [4, с. 5–16].

Найповніше уміння вчителя розкриває А. Маркова [3], виокремлюючи дев'ять основних груп. Педагогічні уміння автор співвідносить з виокремленими нею п'ятьма сторонами праці вчителя: його діяльністю, спілкуванням, особистістю, навченістю та вихованістю учнів.

Так, перші три групи умінь визначаються як психолого-педагогічні, центральним у них є уміння вчителя працювати в різних педагогічних ситуаціях.

Четверта та п'ята групи охоплюють комунікативні уміння, головними з яких є «уміння створювати атмосферу психологічної безпеки для іншої людини і водночас створювати умови для самореалізації особистості».

Шоста і сьома групи умінь обумовлені діями, спрямованими на самореалізацію, самовираження та розвиток особистості самого вчителя.

Восьму і дев'яту групи характеризують, на думку А. Маркової, уміння оцінювати, прогнозувати, стимулювати особистісний розвиток учнів, діагностувати рівень їхніх навчальних досягнень.

Педагогічні уміння, на думку А. Маркової, відповідають різним позиціям вчителя, де «професійні педагогічні позиції – це сталі системи ставлень вчителя (до учня, себе, колег), які визначають його поведінку» [3, с. 56].

Досліджуючи проблему підготовки майбутніх педагогів на новому етапі шкільної освіти, науковці справедливо зазначають, що функції вчителя стихійно розширилися й ускладнилися. Відповідно і уміння, якими має оволодіти сучасний учитель у зв'язку з впровадженням профільного навчання, потребують уточнення і вдосконалення.

Матеріал і результати досліджень. Конкретизуючи зміст професійно-педагогічної діяльності учителя географії в умовах профільного навчання, на основі загальнотеоретичного підходу до проблеми підготовки вчителя географії (А. Берлянта, Г. Бельського, А. Дамасевич, М. Криловця, Н. Максиме-



нка, П. Шищенко та інших), аналізу концепції географічної освіти у профільній школі. (Й. Гілецького, В. Корнеєва. Ф. Заставного, О. Топузова, А. Сиротенка, П. Шищенко), нами були виокремлено найважливіші складники підготовки майбутнього вчителя географії до профільного навчання старшокласників. До них слід віднести: уміння організувати на уроці, відповідно до сучасних дидактичних, психолого-педагогічних і технічних вимог, усі форми навчальної діяльності з географії (уроки різних типів на академічному, базовому, профільному рівнях, інтегровані уроки, практичні й лабораторні роботи, повторення, перевірка й оцінювання знань, професійно зорієнтовані природознавчі й виробничі екскурсії, самостійна домашня робота учнів); володіння методикою викладання географії в профільних та непрофільних класах, уміння, що спираються на головні положення дидактики, вікової і педагогічної психології, обирати оптимальний варіант навчання в певних умовах, у потрібний момент замінити одні прийоми роботи іншими, не передбаченими у плані уроку; уміння зацікавити учнів навчанням відповідно до обраного профілю, навчити пробуджувати і розвивати в учнів інтерес до географії у непрофільних класах; володіння методами і прийомами роботи з наочними посібниками (глобуси, карти різних типів і проекцій, картини, схеми, таблиці) і сучасними технічними засобами навчання (проекційна і звуковідтворююча апаратура), уміння виготовляти і використовувати прості прилади для географічного кабінету і географічного майданчика; вільне володіння і професійний показ на картах основної географічної номенклатури, читати та аналізувати карти, працювати з картосхемами, таблицями, графіками, профілями; навички зіставлення (накладення) карт, роботи із комплексом карт для виявлення взаємозв'язків, конкретних характеристик, а також складання комплексних фізико-географічних та економіко-географічних характеристик; використання техніко-економічних показників і статистичних розрахунків для розв'язання завдань на виявлення основних економіко-географічних закономірностей; уміння розробляти індивідуальні освітні програми, елективні курси, наповнювати зміст профільних дисциплін профорієнтаційним змістом, проводити у школі профільні факультативні курси із географії.

Важливим аспектом професійної підготовки вчителя географії є розвиток у студентів географічного мислення, уміння виявляти і встановлювати певні закономірності й причинно-наслідкові зв'язки між різними процесами і явищами, між компонентами природи, природою і господарською діяльністю людини; розширенні географічного світогляду майбутнього вчителя географії, підвищенні його професійно-географічної культури, долучені до

національних святинь та культурних надбань нашої держави. Від рівня розвитку організаторських здібностей, умінь і навичок залежить вияв творчої активності та ініціативи випускника вищого навчального закладу.

Тож до основних умінь, що виражають готовність вчителя географії до профільного навчання, слід віднести такі:

- аналітико-діагностувальні: будувати логіку викладання географічних дисциплін, виходячи із потреб та можливостей учнів, діагностувати і контролювати ситуації розвитку колективу і кожного учня, сприяти професійному самовизначенню учнів;
- прогностичні уміння: прогнозувати перспективи розвитку учня під час вибору певного профілю, виходячи з його індивідуальних особливостей;
- конструктивно-організаторські: проектувати освітній процес, спрямований на максимальну індивідуалізацію навчання, сприяти самостійній творчій діяльності школярів, реалізовувати міжпредметні зв'язки між профільними та непрофільними предметами, використовувати педагогічно доцільні методи і технології навчання географії на різних рівнях – рівні стандарту, академічному, рівні профільної підготовки;
- комунікативні уміння: створювати комфортний емоційний клімат, впливати на емоційно-вольову та розумову сфери учня, створювати атмосферу довіри, співпраці, співтворчості.

Висновки. Професійно-педагогічні уміння визначають практичну готовність майбутнього вчителя географії і спрямовують його до конкретної дії, діяльності в цілому. Сформованість вище зазначених умінь, надає можливість оволодіння способами успішного виконання поставлених завдань, що відповідають цілям і умовам діяльності та ґрунтуються на теоретичних знаннях.

Отже, діяльнісно-технологічний компонент готовності майбутніх учителів географії до профільного навчання старшокласників передбачає наявність відповідних умінь, їх доцільне використання майбутніми учителями географії під час організації навчально-виховного процесу профільної школи та дозволяє підвищити рівень його самоорганізації та самовдосконалення у професійній діяльності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мудрик А. В. Введение в социальную педагогику: [учебное пособие]. /А. В. Мудрик. – Пенза, 1994. – Ч. 1. – 120 с.
2. Педагогічний словник / [за ред. М. Д. Ярмаченка] – К. : Педагогічна думка, 2001. – 516 с.
3. Психология труда учителя: [книга для учителя] / [А. К. Маркова](#). – М.: Просвещение, 1993. – 192 с.



4. Сластенин В. А. О современных подходах к подготовке учителя / В. А. Сластенин, Н. Г. Руденко // Педагогика. – № 3. – 1999. – С. 5–16.

МЕТОДИКИ РЕЙТИНГОВОГО ОЦІНЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ВИКЛАДАЧІВ ТА КАФЕДР ВНЗ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕГРАЛЬНОГО РЕЙТИНГОВОГО ІНДЕКСУ

І.В. Проців¹, О.В. Шевченко²

¹пошукач, кафедра економіки та управління національним господарством, Дніпропетровський Національний університет ім. О. Гончара, Україна, E-mail: 4327313@gmail.com

²кандидат економічних наук, доцент, кафедра міжнародного туризму, Запорозький Національний технічний університет, Україна, E-mail: cheva-lena1979@mail.ru

Анотація. Викладені підходи до рейтингування співробітників вищих навчальних закладів та їхніх підрозділів (кафедр) методом за «За інтегральними рейтинговими індексами» та «За середньозваженим місцем».

Ключові слова: *рейтингування, вищі навчальні заклади.*

EVALUATION METHODOLOGIES OF TEACHERS AND UNIVERSITY DEPARTMENTS USING INTEGRATED INDEX RATING

I. Protsiv¹, O. Shevchenko²

¹Postgraduate, Dnepropetrovsk National University of the name Olesya Gonchara, Dnepropetrovsk, Ukraine, E-mail: 4327313@gmail.com

²Ph.D., Zaporozhye National Technical University, Zaporozhye, Ukraine, E-mail: cheva-lena1979@mail.ru

Abstract. Approaches to ranking staff of higher education institutions and their subdivisions (departments) method for "The integrated index rating" and "The average place".

Keywords: *ranking staff, higher education.*

Вступ. Оцінка якості професорсько-педагогічного складу передбачена нормативними документами [1, 2, 3], а найбільш ретельною, всебічною, глибинною і зваженою є методика рейтингування «За інтегральними рейтинговими індексами», що дозволяє «зважити» результативність роботи окремого співробітника і цілого підрозділу та розрахувати відносний показник суб'єкта рейтингування відносно середнього за університетом рівня. Вона також дозволяє розрахувати внесок кожного суб'єкта у загальний результат університету, що є найбільш точною його рейтинговою оцінкою, але допускає можливість перемоги (отримання високих рейтингових місць) завдяки

неприродньо високим результатам за одним або кількома показниками, наприклад, публікація одним викладачем десятих підручників за звітний період (півріччя).

Ціль. Розробити методику розрахунку рейтингування викладачів і кафедр ВНЗ за рейтинговим індексом та зв'язати її результати з іншими способами підрахунку.

Матеріал і результати дослідження. Звісно, що «За сумою місць» це було б лише перше місце за одним – двома показниками, що суттєво не зменшило б суму місць співробітника й не дало б йому призового місця за університетом. І скоріше за все, така особа не змогла б мати пристойні результати за іншими показниками, тому що не мала б часу на іншу роботу.

Тому підбиття підсумків за кожною з вищенаведених методик ранжуватиме співробітників (підрозділи) по різному, і, задля більшої об'єктивності, є сенс зробити ще один етап ранжування – за середнім місцем по двох методиках, тобто «За середньозваженим місцем». Такий підхід дасть можливість уважати і тих, хто плідно працює за всіма рейтинговими показниками, і тих, хто зосередився лише на кількох з них із здобуттям найвищих досягнень.

Нижче в описі математичної моделі використовують такі умовні позначення:

K_{Φ} – кількість факультетів в університеті;

K_{ki} – кількість кафедр на i -му факультеті;

K_{kij} – кількість співробітників на j -й кафедрі i -го факультету;

$K_{\Pi i}$ – кількість показників, за якими i -й факультет має право приймати участь у рейтингуванні;

$K_{\Pi ij}$ – кількість показників, за якими j -та кафедра i -го факультету має право приймати участь у рейтингуванні;

$K_{\Pi ijt}$ – кількість показників, за якими співробітники j -ї кафедри i -го факультету мають право приймати участь у рейтингуванні;

C_{ij} – кількість ставок (сума часток штатної посади) на j -ї кафедрі i -го факультету;

C_{ijt} – сума часток штатної посади t -го співробітника j -ї кафедри i -го факультету загалом за університетом;

Π_{kij} – чисельне значення k -го показника j -ї кафедри i -го факультету;

Π_{kijt} – чисельне значення k -го показника у t -го співробітника j -ї кафедри i -го факультету;

I_{kij} – індикатор j -ї кафедри i -го факультету за k -м показником;



I_{kijt} – індикатор t -го співробітника j -ї кафедри i -го факультету за k -м показником;

k_k – ваговий коефіцієнт за k -м показником в університеті;

$k_{\Pi k}$ – поправний коефіцієнт для пріоритетних напрямів діяльності підрозділів за k -м показником в університеті;

k_{ck} – поправний коефіцієнт для пріоритетних напрямів діяльності співробітників за k -м показником в університеті;

K_{kij} – коефіцієнт позиціонування j -ї кафедри i -го факультету за k -м показником;

K_{ki} – коефіцієнт позиціонування i -го факультету за k -м показником;

P_{kij} – інтегральний рейтинговий індекс (IPI) j -ї кафедри i -го факультету за k -м показником;

P_{ij} – інтегральний рейтинговий індекс j -ї кафедри i -го факультету за університетом;

P_i – інтегральний рейтинговий індекс i -го факультету за університетом;

P_{ijt} – інтегральний рейтинговий індекс t -го співробітника j -ї кафедри i -го факультету за університетом;

h – нижній індекс, що вказує на методику, за якою знаходять рейтингове місце суб'єкта, 1 – «За сумою місць», 2 – «За інтегральними рейтинговими індексами» 3 – «За середньозваженим місцем»; додається до останнього нижнього індексу, наприклад, M_{ijt1} – місце t -го співробітника j -ї кафедри i -го факультету, розраховане «За сумою місць»;

M_{kij1} – місце j -ї кафедри i -го факультету за k -м показником (за яким вона приймає участь), розраховане «За сумою місць»;

M_{ki1} – місце i -го факультету за k -м показником (за яким він приймає участь), розраховане «За сумою місць»;

M_{kijt1} – місце t -го співробітника i -го факультету за k -м показником за університетом, розраховане «За сумою місць»;

M_{ijh} – місце j -ї кафедри i -го факультету за університетом;

M_{ih} – місце i -го факультету за університетом;

M_{ijth} – місце t -го співробітника i -го факультету за університетом.

Загалом цю методику використовують для рейтингування і підрозділів, і співробітників, але є сенс розглянути її окремо для кожного з вказаних суб'єктів.

Методика рейтингування кафедр і факультетів (підрозділів) «За інтегральними рейтинговими індексами». Щоб привести результати роботи кожної кафедри за k -м показником до загального знаменника, тобто чисельного показника, що припадає на одного співробітника (j -ї кафедри i -го факультету), який працює на повну ставку, використовують термін «Індикатор». Його розраховують як

$$I_{kij} = \frac{\Pi_{kij}}{C_{ij}}.$$

Для i -го факультету «Індикатор» розраховують як суму чисельних значень за k -м показником усіх його кафедр

$$I_{ki} = \frac{\sum_{j=1}^{K_{ki}} \Pi_{kij}}{\sum_{j=1}^{K_{ki}} C_{ij}}.$$

Середній «Індикатор» за k -м показником в університеті дорівнює

$$I_k = \frac{\sum_{j=1}^{K_{ki}} \sum_{i=1}^{K_{\phi}} \Pi_{kij}}{\sum_{j=1}^{K_{ki}} \sum_{i=1}^{K_{\phi}} C_{ij}}.$$

Далі використовують термін «Ваговий коефіцієнт» за k -м показником, що є зворотною величиною до середнього «Індикатора» за цим показником в університеті як

$$k_k = \frac{1}{I_k}.$$

Тепер обчислюють коефіцієнти позиціонування j -ї кафедри i -го факультету за k -м показником як добуток відповідних Індикатора, Вагового коефіцієнта та поправочного коефіцієнта для пріоритетних напрямів діяльності

$$K_{kij} = I_{kij} k_k k_{\Pi k}.$$

Потім знаходять інтегральний рейтинговий індекс (IPI) j -ї кафедри i -го факультету як частка від ділення суми коефіцієнтів позиціонування за усіма показниками (за якими рейтингується кафедра) та кількості показників

$$P_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^{K_{\Pi ij}} K_{kij}}{K_{\Pi ij}}.$$

Далі, за обчисленими інтегральними рейтинговими індексами j -ї кафедри i -го факультету проводять ранжування, тобто кожній кафедрі встановлюють місце M_{ij2} , що вона отримала серед інших за університетом. Чим більше P_{ij} , тим вище місце кафедри при ранжуванні за показником. У множині інтегральних рейтингових індексів P перше місце займе кафедра, показник якої відповідатиме найбільшій нижній межі $\inf P$.

Залишилося зробити рейтингування факультетів. Для цього розраховують коефіцієнт позиціонування i -го факультету за k -м показником, як добуток відповідних Індикатора, Вагового коефіцієнта та поправочного для пріоритетних напрямів діяльності

$$K_{ki} = I_{ki} k_k k_{\Pi k}.$$

Потім знаходять інтегральний рейтинговий індекс (IPI) i -го факультету як частка від ділення суми коефіцієнтів позиціонування за усіма показниками (за якими рейтингуються кафедри факультету) та кількості показників

$$P_i = \frac{\sum_{k=1}^{K_{\Pi i}} K_{ki}}{K_{\Pi i}}.$$

Далі, за обчисленими інтегральними рейтинговими індексами i -го факультету проводять ранжування, тобто кожному факультету встановлюють місце M_{i2} , що він отримав серед інших за університетом. Чим більше P_{ki} , тим вище місце факультету при ранжуванні за показником. У множині інтегральних рейтингових індексів P перше місце займе факультет, показник якого відповідатиме найбільшій нижній межі $\inf P$.

Тут кількість показників, у яких факультет приймає участь, знаходять як

$$K_{\Pi i} = \frac{\sum_{j=1}^{K_{ki}} K_{\Pi ij}}{K_{ki}}.$$

Методика рейтингування співробітників «За інтегральними рейтинговими індексами». Щоб привести результати роботи кожного співробітників за k -м показником до загального знаменника, тобто чисельного показника, що відповідає роботі t -го співробітника j -ї кафедри i -го факультету, який працює на повну ставку, використовують термін «Індикатор». Його розраховують як

$$I_{kijt} = \frac{\Pi_{kijt}}{C_{ijt}}.$$

Середній «Індикатор» за k -м показником в університеті дорівнює

$$I_k = \frac{\sum_{t=1}^{K_{kij}} \sum_{j=1}^{K_{ki}} \sum_{i=1}^{K_{\phi}} \Pi_{kijt}}{\sum_{t=1}^{K_{kij}} \sum_{j=1}^{K_{ki}} \sum_{i=1}^{K_{\phi}} C_{ijt}}.$$

Далі використовують термін «Ваговий коефіцієнт» за k -м показником, що є зворотною величиною до середнього «Індикатора» за цим показником в університеті як

$$k_k = \frac{1}{I_k}.$$

Тепер обчислюють коефіцієнти позиціонування для t -го співробітника j -ї кафедри i -го факультеті за k -м показником як добуток відповідних Індикатора, Вагового коефіцієнта та поправочного коефіцієнта для пріоритетних напрямів діяльності

$$K_{kijt} = I_{kijt} k_k k_{ck}.$$

Потім знаходять інтегральний рейтинговий індекс (IPI) t -го співробітника j -ї кафедри i -го факультету як частка від ділення суми коефіцієнтів позиціонування за усіма показниками (за якими рейтингуються співробітники кафедри) та кількості показників

$$P_{ijt} = \frac{\sum_{k=1}^{K_{\Pi ij}} K_{kijt}}{K_{\Pi ij}}.$$

Далі, за обчисленими інтегральними рейтинговими індексами t -го співробітника j -ї кафедри i -го факультету проводять ранжування, тобто кожному співробітнику встановлюють місце M_{ijt2} , що він отримав серед інших за університетом. Чим більше P_{ijt} , тим вище місце кафедри при ранжуванні за показником. У множині інтегральних рейтингових індексів P перше місце займе співробітник, показник якого відповідатиме найбільшій нижній межі $\inf P$.

2.5 Методика рейтингування «За середньозваженим місцем». Спочатку знаходять середньоарифметичне значення, розраховане для кожного суб'єкта рейтингування «За сумою місць» (цей розрахунок роблять попередньо) та «За інтегральними рейтинговими індексами». Для j -ї кафедри i -го факультету це

$$M_{ij3} = \frac{\sum_{h=1}^2 M_{ijh}}{2},$$

для i -го факультету

$$M_{j3} = \frac{\sum_{h=1}^2 M_{ih}}{2},$$

для t -го співробітника j -ї кафедри i -го факультету

$$M_{ijt3} = \frac{\sum_{h=1}^2 M_{ijth}}{2}.$$

За отриманим величинами виконують ранжування суб'єктів «За середньозваженим місцем», – найвище місце займає той, хто має найменше середньозважене місце. Тобто у множині місць M перше місце займе суб'єкт, найменше середньозважене місце якого відповідатиме найменшій верхній грані $\sup M$.

Використовуючи описані вище методики можливо також підбиття підсумків рейтингування об'єктів за номінаціями (у нашому випадку їх сім як для співробітників, так і для кафедр та факультетів). Для цього використовують підсумовування чисельних показників та індикаторів по номінаціях, а усі розрахунки виконують як для звичайних показників.

Висновки. Методика ранжування суб'єктів «За інтегральними рейтинговими індексами» є достатньо складною для розрахунку, тому може використовуватися за лише допомогою спеціалізованих комп'ютерних програм у досить великих колективах (до 1 000 суб'єктів), наприклад серед викладачів університету. Такий підхід не заохочує викладачів до напруженої роботи одночасно за багатьма показниками, тому краще її використовувати разом з методикою «За сумою місць» та додатковим розрахунком «За середньозваженим місцем».

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про вищу освіту» 01.07.2014 р. // Відомості Верховної Ради. – 2014. - № 37,38. - Ст. 2004.
2. Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти. – К.: Ленвіт, 2006. – 35 с.
3. Постанова КМ України «Про затвердження Національної рамки кваліфікації» № 1341 від 23 листопада 2011 р. – Київ.

УДК 316.647.82:37.046

ОСВІТА: РІВНОПРАВ'Я ТА ДИСКРИМІНАЦІЯ В ОЦІНКАХ ЕТНІЧНИХ МЕНШИН УКРАЇНИ

Л.Є. Чернова

кандидат філософських наук, доцент кафедри філософії та політології Державного вищого навчального закладу: «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», Дніпропетровськ, Україна e-mail: chernlub@ukr.net

Анотація. Предметом аналізу статті є тексти особистих лейтмотивних напів структурованих інтерв'ю представників 28 етнічних меншин України. Автором виявлена пряма залежність оцінки рівноправ'я в Україні з соціальним самопочуттям, життєвим досвідом, ставленням до України і планами на майбутнє і зв'язок між досвідом дискримінації, пережитою травмою та оцінками подій в Україні. Даний матеріал може бути використаний в навчальних курсах гуманітарного блоку.

Ключові слова: етнонаціональні групи, представники меншин, дискримінація, тип ідентичності, рівноправ'я, формування толерантності, освіта.

EDUCATION: EQUALITY AND DISCRIMINATION IN THE ESTIMATIES OF ETHNIC MINORITIES OF UKRAINE

L.E. Chernova

Ph.D., Associate of Professor of the Philosophy Department of Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: chernlub@ukr.net

Abstract. The subject of the analysis are personal texts of leitmotif semi-structured interviews given by the representatives of 28 ethnic minorities of Ukraine.

The author found a direct correlation in the estimates equality in Ukraine with social well-being, life experience, attitude to Ukraine and plans for the future as well as the connection between the experience of discrimination, experienced trauma and the assessment of events in Ukraine. Given information can be used for educational programs, particularly in the Humanities.

Keywords: ethnonational groups, representatives of minorities, discrimination, Identity type, equality, shaping of tolerance, education.

Введення. Сучасне визначення «дискримінації» означає «проведення відмінностей по будь-якої ознаки без розумних та справедливих підстав» [1, с.30], яке має прояв в діях або висловлюваннях і несе негативні соціальні наслідки. В широкому сенсі, дискримінація є порушення рівноправ'я. Рівноправ'я не означає формальної однаковості але як цінність, моральна та правова норма воно прийнято більшістю країн світу зараз. Існує об'єктивна та суб'єктивна, пряма та непряма дискримінація [1,с.33-35]. Нетерпимість до

любої форми дискримінації та протидія їй зветься толерантністю. В більшості робіт, дослідники схиляються до думки, що **роботу по формуванню толерантності необхідно починати вже у старшому дошкільному віці**, бо саме цей етап розвитку особистості є сенситивним для успіху формування більшості рис, на яких ґрунтується толерантність дорослих [2, с.53]. Більшість опитаних нацменшин (85%) стикалися з проявами об'єктивної та суб'єктивної дискримінації і інтолерантності ще у дитинстві.

Мета роботи. Предметом аналізу статті є тексти особистих лейтмотивних напівструктурованих інтерв'ю представників 28 етнічних меншин України, які дали згоду на публікацію їх особистих думок (якісний метод, «Жива історія») [3]. В якості стимулюючого матеріалу респонденту були запропоновані 10 відкритих питань. Ми наводимо транс крипт відповідей з мінімальним редагуванням для передачі емоційного фону та почуттів респондентів. Авторська лексика і мова оригіналу збережені. В дужках дані пояснення та уточнення автора.

Основний матеріал. На пряме політико-правове питання: «Як Ви вважаєте, в Україні існує повна рівність етнонаціональних меншин та етнічних українців?», були отримані відповіді, які ми поєднали в наступні позиції (за частотою):

1. **Немає рівних можливостей у певних сферах життя або для окремих груп:** мовної, релігійної, правовій, політичної сферах (60% відповідей). Особливо поляки німці, греки та кримські татари відмічали відсутність представництва в органах влади та монокультурну національну політику. «Из-за этого умерло здесь все (поселення греков урумов). Язык старый исчезает полностью. В школе учат только новогреческий, ну я понимаю, это политика. Лично я приверженица сохранения всех языков малых народов» (61р., гречанка-урумка, Старий Крим); «Естественно дискриминация существует, вряд ли бы грека выбрали Президентом Украины, потому что многие люди с опаской относятся непосредственно к греческой национальности»; «Нет, я считаю, что его все равно нет. Ну Вы посмотрите: Нский район - была колония немецкая, где она сейчас? Нет. Ёский район - тоже была колония, где она сейчас? - Нет. Значит отсюда и вытекает, что нет равноправия. Почему сюда из Казахстана никто (етнічні німці -Л.Є.Ч.) не приехал, а поехали в Германию? А им сказали в украинских сельсоветах – платите. Мама приехала в село, где дом ее стоит, что отобрали, а ей говорят, платите?!» (74р., німкеня, була у депортації з батьками у Казахстані, м . Дніпродзержінськ); «Неравенство есть для всех русскоязычных. Дискриминация в повседневной жизни: старики идут в аптеку, берут аннотацию, а на русском - нет. Инструкции к приборам или реклама - только на украинском,- это не правильно» (68р, білорус, Севастополь); «Есть неравенство языковое, требуют писать на

українском, а я думаю по-руськи, даже не везде могу напечатать свои статьи. Киевские журналы специализированные не берут научные статьи на русском» (41р., руська, викладач ВНЗ, Донецьк), «Лекції вимагають читати на українськом, а я ж його не вчила» (52р., єврейка, Одеса); «в образовании равные права, а в карьере не совсем» (руський, 43р., Одеса); «Конечно у украинцев привилегий больше, чем у представителей других национальностей. Например: когда мы приехали сюда (1989р., біженець з Нагорного Карабаху) было все нормально, но теперь (весна 2014г.) нас вытесняют с рынка, мы должны оставить свои рабочие места уступить украинцам, нам угрожают... понимаете? Уже одно то, что ты кавказец, к тебе предвзято относятся» (45р., азерб., Дніпропетровськ); «Это власть та (радянська), партия (комуністична) так сделала, чтобы мы друг друга ненавидели, чтобы я на Вас косо смотрел, а Вы на меня. Поэтому этот вопрос надо очень тонко решать. Мирно и в согласии, но только никто не хочет... Вы представьте, чтобы нас реабилитировать, сколько на это денег надо! Улицы, города, села переименовать обратно, как они назывались (по-татарски). Людей всех перевезти, дать землю, дать на обустройство. Да, Б-г с ним, материальным ущербом! Хоть бы сказали, признали, что действительно, были несправедливо высланы, и обвинены напрасно и не притесняли бы и дали землю, раз положено. Вот я жду-жду, а мне пишут отписки... Я туда специально поехал. Там уже все заселено не крымскими татарами. Специально нагнетается обстановка. Может, на старости лет переберемся на землю предков, **на ту сторону** (Крым)» (63р., кр.татарин, Мелітополь, 2012р). «У нас пока явной дискриминации нет, но есть **скрытая**. На бытовом уровне сохраняется неприязнь, потому что многие люди не знают нашей истории и говорят: «Понаехали тут!» (караїмка, 67р., Сімферополь); «Нет, мы себя не чувствуем равноправными, т.к. у нас нет пока гражданства, надеемся, когда получим – будет». (62р, вірменка, біженка з Нагорного Карабаху, з 1994 р. живе в Україні); «... не принят Закон о реабилитации депортированных народов, нет закона о реституции» (німець, 32р., Харків); «В принципе есть равноправие, но не понятно, почему есть религии более привилегированные, напр. православні свята - вихідні, а в інших конфесій – ні?»; «В Украине нет равноправия по праздникам. Столько праздников православных, что они от праздников устают... А почему два наши праздники (мусульманські - Ч.Л.Є.) туда не включить?» (78р., кримський татарин, Ялта).

В цілому, найбільш дискримінованими почувають себе кримські татари (90%) й цигани (100%), німці (40%), поляки (30%) та деякі інші етноси.

Крім того, відмічалась дискримінація відносно інших етносів: україномовних на Сході країни та Криму: «здесь (Дніпродзержинськ) человек, ко-



торый говорит по-украински и не говорит по-русски, его возможности существенно ограничены», «Нет равенства. Вот представьте, в нашем Крыму одна газета на українській мові: «Світлиця» (75р., кримська татарка, Сімферополь); була солідарність з кримськими татарами: «Пожив в Крыму (с 3 –х лет), я вижу, что для крымских татар, что касается языка, земли, работы, образования нет равенства. В нашей местности отношения между русскими и крымскими татарами достаточно напряженные» (21р., руський, Феодосія 2010р.); «Юридически и политически, безусловно, все равны, кроме крымских татар. Я считаю, что крымские татары сильно ущемлены в правах, тем более, что в отличие от других меньшинств, у них нет своего государства» (48р., єврей, журналіст, Дніпропетровськ).

2. **«Безумовно, рівноправ'я є», з варіаціями : «никакой дискриминации нет»** (10% всього масиву, так вважали: 80% болгар, 30% молодих поляків та євреїв, 40% греків, 60% руських, 50% грузин, 30% білорусів); *«в работе, в бизнесе -равенство»*; «я не замечал, чтобы было неравноправие... когда украинцы лучше осознали свою принадлежность, они стали лучше относиться к другим национальностям» (64р., болгарин, с. Богданівка); «Я не чую утиску, це індивідуально» (25р., гречанка, Маріуполь); *«дискриминации нет, но ликвидирован гос. орган, что занимался нацменьшинами, а он нужен»* (34р., гречанка, Маріуполь); «Думаю одинаковые возможности есть юридически, я, по крайней мере, с дискриминацией не встречалась» (єврейка, 25р., Дніпропетровськ); *«надеюсь, что есть»* (20р., армянка з Грузії); «А что такое этнические украинцы? Все настолько перемешалось, и говорить об этнических украинцах, я считаю, это бред. Я считаю должна быть общность народная. Люди живут на одной территории, они должны творить порядок в своем доме (політична нація-прим.автора). А делить на украинцев и русских, и как кто к кому относится, - это уже ключ к конфронтации» (40р., українка/руський, бізнесмен, Дніпропетровськ, 2010р.).

У більшості у цієї групі молоді люди (до 35р.), з вищою освітою та добре інтегровані у суспільство. Тобто в основі оцінок цих респондентів - особистий досвід.

3. **«Формально є, а де-факто-ні»** (10%): «немає, на побутовому рівні є дискримінація», «в особистих стосунках нема рівноправ'я», *«лише на бумаге є повне рівноправ'є, но реально – нема»* (25р., юрист, болгарин, с. Богданівка); *«в принципе есть, но до определенного уровня»* (42р., поляк, працівник банку, Львів); «не чувствую себя равным, сейчас больше попустительства, чем равноправия. Нашей власти (Одеська - Ч.Л.Є.) все до лампочки, они не занимаются этими вопросами. На сайтах политических я сталкиваюсь с неприязнью, .. ксенофобией. Это делается сознательно, целенаправленно. А приход к власти Януковича очень настораживает» (64р., вчений, єврей, Одеса);

«Как сказать, скорее да, чем нет, равноправия есть, но не полное» (52р., руська, Крим); «я считаю, что меньшин в Украине на задворках. Они (власть) своих не уважают, а мы, меньшин, вообще на задворках» (57р., німкеня, Дніпродзержінськ), «государство не оказывает никакой поддержки национальным меньшинствам абсолютно» (21р., німкеня, Кр. Ріг; «Равенства нет! Юридически – есть, а фактически – нет. ... Политика часто влияет на идентификацию. Без помощи государства малые коренные народы могут исчезнуть, они не смогут существовать, самостоятельно задачу сохранения культурного наследия им не решить. Никакой национальной политики в Украине нет» (74р., караїм, Сімферополь).

У більшості респондентів почуття що державна етнонаціональна політика ігнорує їх проблеми або спрямована на асиміляцію (інтерв'ю 2009-2014).

4. Були порівняння з радянським періодом або з сучасною Росією (10%):
«нема, але в Радянському Союзі було ще гірше» (56р., єврейка, Одеса); *«Нет, сейчас нет равенства, ведь болгары – тихий, бедный, малограмотный народ, хотя сейчас дети уже не отстают от русских и украинцев, а пробиться не могут»* (61р., болгарин, с. Степановка); «Думаю, что есть. .. случается, конечно иногда, но в общем и в целом не так, как в России, там намного хуже» (25р., до 14 р. жила в Росії); «Вроде и есть, и в то же время – нет. Но по сравнению с СССР, сейчас более свободно стало» (35р., полька, Павлоград); «Вы знаете, по-моему, есть сейчас ... Не прижимают. Вот раньше немцев в вузы не брали» (75 р., німкеня, Харків); «равенства нет, вот раньше, в СССР было равенство, а сейчас ущемляется язык малых народов Крыма» (82р, кримчачка, Сімферополь); «Сейчас да, равные права, я нигде не ущемлена. В советское время это конечно была дискриминация. Например, при поступлении в вузы, как было у мамы с папой» (39р., єврейка, Харків); «я считаю, что права и возможности у нас сейчас одинаковые. Сейчас (2012г.) нет такого вот притеснения, как было при президенте Ющенко. А когда мы поступали в вуз (2005р.), почему нам нельзя было поступать на своем языке? Почему нам навязывали украинский язык? Честно говоря, вот мы, больше половины группы, были просто шокированы этим. А сейчас возвращается время вот как бы к советским временам. И если человек говорит на русском, то в принципе, его не угнетают, хотя пару лет это было» (48р., руська, Крим); «Я б не сказала, что дискриминации нет, но в Грузии этого больше» (68р., вірменка з Грузії, Одеса); «Когда во Львове говорят, что Великая Отечественная не была Отечественной, потому что это якобы только Россия воевала, я это принять не могу, или кидать камнями в сынагогу– это что равноправие?! Нацистские знаки на лавочках и надписи на стенах (2012р.). Но в Советском Союзе было хуже, было трудно поступить в инсти-



тут и устроится на работу, за всеми следили КГБ, сейчас свобода вероисповеданий, хотя праздники религиозные на уровне государства признают только православные» (24р., еврей, Дніпропетровськ).

Думки дуже розбіжні, але за ними різні оцінки минулого (радянського), болісна соціально економічна нерівність або особиста травма (віктимність) найчастіше пережита у дитинстві.

5. Рівноправ'я в Україні нема, але це прояв соціальної нерівності (10%): «Сейчас вообще никаких равных прав нет. У кого больше денег, у кого больше власти тот и правит» (68р., полька, Львів); «В Украине проблема в том, что все кричат, но никто не может достойно представить свою нацию. Не уважая чужие обычаи, традиции и культуру, не научишься любить и свои. Религиозность отдел кадров не интересуется. Из всех нас без разбора хотят сделать рабов» (61р., грузинка, Дніпропетровськ); «Я сомневаюсь. Я считаю, что это не совсем равенство. Сейчас его тоже нет. Ну потому, что сейчас *все-таки пануют деньги*» (74р., німкеня, Харків); «Этническое равноправие есть, но много неправды. *Политика-одна говорильня, коррупция кругом, все это напрягает*» (63р., німець, Харків); «Сейчас, где я живу, в основном, все соседи украинцы. Я дом купила, там не было ничего. Я живу наверху, внизу украинка. Хорошие очень люди. Я с ними чуть-чуть начала по-украински немного разговаривать. Нет проблем. Пока что, на сегодняшний день (2011г.) в Крыму ни украинцам работы нет, ни нашим (кр.татары-Л.Є.Ч.). Многие безработные - в этом равноправие» (74р., кр. татарка, Крим); «В Советском Союзе было для мене краще (суржик-прим.автора), работали в колхозе под Донецком, была работа, а теперь тоже все равны: все нищие и торгуем на базаре» (63р., циганка, Донецька обл.) «Равенство пока есть. Сегодня это вопрос денег, а не национальный вопрос. Если украинцы не поймут, что разнообразие – это ценность, и будет как в Польше установлен однопациональный порядок,, то много потеряют. Поляки уже начинают понимать, что мононациональная монолитность – это губительно, это вырождение (зараз в Польше 91% етнічні поляки - Л.Є.Ч), потому приглашают на учебу, иностранных рабочих. Украина может тоже потерять, если выберет ориентацию на монокультуру» (34р., еврей, поет, перекладач, Одеса).

Висновок. Таким чином, **виявлена пряма залежність оцінки рівноправ'я в Україні з соціальним самопочуттям, життєвим досвідом, ставленням до України і планами на майбутнє.** Люди, які вважають, що в Україні є нерівність, - мають наміри шукати долі в інших країнах але більшість до переїзду підштовхує не дискримінація за етнічною ознакою, а соціальні проблеми, це і стало основним мотивом «референдумів» 2014р. Як підкреслює П. Бурд'є: «Соціальний світ може бути позначений і побудований різним способом відповідно до різних принципів бачення й розподілу: наприклад, розподілу економічного або розподілу етнічного, релігійного або національного, залежно від того,

який критерій вибирають агенти для конструювання соціального світу» [4, с.76], але така оцінка відноситься до всього простору (країни, народу) в цілому. Позиція варіюється залежно від віку, сфери діяльності, етнічної приналежності та особистого досвіду.

Тому так важливе вирішення проблеми формування толерантності, яка безпосереднє пов'язана зі сферою освіти, котра є інструментом виробітки колективних уявлень та настанов, а також середовищем де дитина вперше усвідомлює свою «Інакість». Сам по собі фактор поліетнічності не приводить до ефективної взаємодії і взаєморозуміння суб'єктів освітнього середовища, он лише умова для цього. Стане лі поліетнічність освіти конструктивним фактором, що консолідує, залежить від педагогічного змісту та програм освіти. Інакше фактор поліетнічності може бути індиферентним або деструктивним [6].

Сьогодні наука виявила що немає прямого зв'язку між біологічними та соціальними і культурними відмінностями. Але всі люди в тої чи іншої мірі етноцентричні, тому усвідомлюючи свій етноцентризм, людина повинна намагатися виробити у себе толерантне ставлення при взаємодії з Іншими. Процес **розвитку міжкультурної компетентності через освіту та виховання на всіх стадіях** включає не тільки позитивне ставлення до наявності культурного та етнічного розмаїття у суспільстві, а і вміння розуміти та взаємодіяти з партнерами з інших культур та протидіяти проявам дискримінації у всіх видах, у своєї свідомості також. Створення сучасного демократичного освітнього простору буде на користь розвитку міжкультурних, економічних та інших зв'язків України з іншими країнами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Осипов А. Что такое этническая дискриминация и что с ней можно сделать? - /А. Осипов / - М.: Центр «Сова», - 2012 - 152с.
2. Ильинская Е.А. Формирование толерантности у детей старшего дошкольного возраста средствами социально-культурной деятельности/ Е. А. Ильинская //: Дис. ... канд. пед. наук.- СПб.: СПУ, - 2009,- 182 с.
3. Матеріали авторського дослідження «Трансформації самосвідомості та ідентичності нацменшин України в пострадянській період» (2010-2014рр.) зібрані у 8 експедиціях в 6 регіонах України, Криму та Донбасі включно. Всього опитано 389 осіб з 28 етносів України. Теоретична та методологічна частина див.: Чернова Л.Е. Основные механизмы конструирования идентичности нацменьшинств Украины в постсоветский период /Л.Е. Чернова // Культурологічний Вісник Нижньої Наддніпрянщини Запоріжжя : ЗНУ, Просвіта, - Вип.29, - 2012. - С.169 -177.
4. Бурдые П. Социальное пространство: поля и практики / П. Бурдые, пер. с фр. Н.А. Шматко (сост.,общ.ред.,послел.) - М.: Институт экспериментальной социологии,- 2005 - 576с.
5. Черникова И.С. Понятие, признаки и критерии толерантности личности в полиэтнической среде. 10 февр. 2012 г. / И.С. Черникова - Режим доступа: http://superinf.ru/view_helpstud.php?id=2136.

Authors Index*(Last Name / First Name / Middle Name / Page)*

Abdullina Rufina, 266
Afanasev Evgeniy, 84
Agafonova Alena, 548
Alexsieiev Mykhaylo, 560
Annov Aleksander, 393
Antropova T.V., 358
Arkhipov V.R., 358

Balaka Maxim, 466
Belmas Ivan, 90
Belyakov Stanislav, 273
Bishevsky V., 161
Bobyleva Inessa, 90
Bochkareva Elena, 406
Bogachevsky Anton, 154
Bondarenko O.V., 566
Bondarenko Tatiana, 402

Cheban A.Yu., 70, 75, 79
Cherniy Aleksandr, 84
Chernov Igor, 548
Chernova L., 540, 597
Chukavina Kseniya, 555
Churikanova Olena, 560

Derbaba V., 116
Deyneko N.V., 96
Dragomeretskaya Elena, 143
Dubinsky Alexey, 422

Fakhurtdinov R., 108
Fedoryachenko S.O., 574
Fedoseyeva K.V., 42
Fedoskin V.A., 53
Fedoskina E., 46, 209
Fedotova Tatyana, 525
Felonenko S.V., 529

Gracheva Olga, 410
Gamov Michael, 195
Gibadullin Albert, 281
Gorbatko Vladislav, 287
Gordienko L.V., 294
Griniov Vladimir, 57

Gromyk N., 447
Gyrenko A., 215

Hrytsuk Oksana, 418
Hrytsuk Yurii, 418

Ivanova Ludmila, 101

Kalashnik Anatoly, 299
Kalashnik Nadezhda, 304
Kalgankov Evgeniy, 203
Kaporovych Svitlana, 134
Karpenko Nadiia, 309
Khachapuridze Nikolay, 189
Khodos Olga, 358
Kholodnyak Yuri, 134
Khrunina N.P., 64, 70, 79
Kodola Galyna, 325, 426
Kolosov Dmytro, 90
Komleva Elena, 365
Korniichuk Olena, 431
Korolskiy Andrey, 57
Kosolapov Anatolii, 316
Kovalenko S., 243
Kozhevnikov Georgii, 402
Krivda V.V., 161
Kurulyik V., 540
Kutalo Nazar, 491

Lagoshna O., 170, 440, 447
Lagoshny A., 170, 440, 447
Legka C., 540
Loginova Anastasia, 18
Logvinenko V.G., 579
Lozhnevskaya Tatyana, 486

Makushina M., 243
Malenkov Alexey, 453
Mantulenko S.V., 585
Matsyuk Irina, 461
Matukhin Pavel, 410
Matysina N., 440
Meshcheryakov L.I., 496
Mikhalchenko A.A., 374

Miniailo Nataliia, 233

Muzykin M.I., 175

Muzykina S.I., 175

Naumenko E., 124

Nechitailo M.P., 378

Nepomnutshy Vitaly, 365

Nesterenko G.I., 175

Nikitina Anna, 182

Nikulin Igor, 238

Nosach Yuriy, 325

Olishevskaya V.E., 209

Olkhovik Helen, 506

Pakhomova S., 108, 243, 475

Palamarchuk Olga, 466

Patsera S., 116

Pedoryaka Marina, 258

Perig Alexander, 134

Petrenko V.O., 374, 378

Petrova Y.V., 482

Pismenkova T.O., 529, 574

Pokhilko Leina, 23

Poljakov Vladislav, 189

Popov Dmitriy, 309

Pospeyeva Irina, 486

Prokuda Elina, 334

Protsiv I., 590

Pugolovkina Anastasia, 491

Pustovetov M.Yu., 338

Reshetniak D.A., 378

Ruban Vladislav, 23

Ruzhyn P., 116

Ryzhova M., 108

Samarov Victor, 365

Samoylov L.K., 294

Savchenko Y., 124, 215

Savelyeva Marina, 273

Semkiv O.M., 384

Shapoval Oleksandr, 353

Shapovalov Denis, 220

Shekhovtsov Valentin, 226

Shevchenko O., 590

Shkatulyak Natalia, 143

Shlyahov Eduard, 461

Sistuk Volodymyr, 154

Sivun S.A., 130

Skripochka Tat'yana, 344

Slobodchikov Vitaly, 258

Suchikova Y.O., 96

Sulaev V.I., 496

Symonenko A., 170

Synkov Vadim, 57

Ten Anna, 506

Trofimov A.V., 482

Trubitsin Mikhail, 512

Tsanidy Ivan, 84

Tverdostup Nikolay, 31, 37

Twerdohleb Alexander, 358

Uglov Victor, 238, 252

Ulanova N.P., 496

Unchikova M., 475

Urchenko Uliy, 101

US Svetlana, 560

Usov Valentin, 143

Vambol S.O., 96

Ved Victor, 220

Verkhovska M., 570

Verner Ilya, 506

Vesnin Artem, 154

Volokitin Oleg, 226

Volynec Natalya, 325

Yakovleva Marina, 252

Yasev Alexander, 150

Yerisov N.N., 53

Zadorskiy William, 195

Zavalna Yuliya, 233

Ziborov Kirill, 18, 529, 574

Zima Natalia, 461

Zybaylo Sergey, 220



ORGANIZING COMMITTEE

Participants of the conference



*Catherine Gladkaya
student*



*Nataly Usacheva
expert
Autodesk Revit practicable design*

Autodesk Revit learning opportunities

*Anatoly Chuprin
The Head of DPI Autodesk Authorized
Training Center*

Contemporary BIM technologies



ООО “Инфотех” является авторизованным реселлером таких гигантов информационной индустрии как: Autodesk, Adobe, Corel, Microsoft и др.

Компания специализируется в таких видах деятельности как:

- Проектирование и конструирование
 - САПР архитектуры и строительства
 - САПР машиностроения
 - Расчетные системы
- Разработка геоинформационных систем
- Дизайн и графика
- Системы документооборота
- Офисное программное обеспечение и др.

Располагает авторизованным компанией Autodesk лучшим на территории Украины учебным центром.

Обучение – важнейший этап любого проекта по внедрению САПР. В нашем сертифицированном учебном центре Вы имеете возможность пройти тестирование и курсы обучения по работе с продуктами компании Autodesk. Курсы обучения и тестирование проводятся сертифицированными специалистами Autodesk.

Ключевые преимущества учебного центра:

- Курсы проводятся сертифицированными специалистами Autodesk.
- По окончании курса слушатель получает именной международный сертификат от компании Autodesk.
- Во время обучения особое значение придается практическому применению получаемых знаний.
- Гибкий график проведения занятий. Предусмотрено корпоративное обучение с выездом и проведением курсов по заказу в удобные для заказчика дни (min 3 чел.). Обучение частных лиц происходит по мере укомплектования группы (от 3 до 8 чел.)
- Учебный класс оборудован всем, что требуется для качественного и комфортного обучения.

Мы учим по следующим программам:

-  AutoCAD
-  3ds Max и др.
-  Civil 3D
-  Inventor
-  Revit (Architecture, Structure, MEP)

Индивидуальный подход к каждому ученику, гибкий график, возможность стационарного, удаленного и выездного обучения, выдача сертификата международного образца позволяет нашему учебному центру занимать лидирующие позиции в Украине.



Certificate of Completion

Congratulations!

The Autodesk® Authorized Training Center (ATC®) course you have completed was designed to meet your learning needs with professional instructors, relevant content, authorized courseware, and ongoing evaluation by Autodesk.

The ATC network helps professionals achieve excellence in using our software products.

Certificate No. 1536724141

Volodymyr Us

Name

Autodesk Revit Architecture 2016 Level 1

Course Title

Autodesk Revit Architecture

Product

Anatoliy Chuprin

Instructor

2016-03-22 40 hours

Date

Course Duration

DPI Centre Dneprovski Proektny Institute

Autodesk Authorized Training Center.



Autodesk and ATC are registered trademarks of Autodesk, Inc. in the USA and/or other countries. All other trade names, product names, or trademarks belong to their respective holders. © 2009 Autodesk, Inc. All rights reserved.



Carl Bass
President, Chief Executive Officer

Наши программные решения были представлены на всеукраинских и международных выставках.

Компания ведет полный цикл внедрения программного обеспечения начиная от обследования объекта, выдачи рекомендации по требуемому программному обеспечению и заканчивая обучением специалистов, участием в пилотных проектах предприятия заказчика.

Руководствуясь многолетним опытом, компания зарекомендовала себя как надежный партнер, обладающий лидерскими качествами и индивидуальным подходом к заказчику.

Наши контакты:

ООО «Инфотех»

49000, г. Днепр, ул. Князя Владимира
Великого, 18-Б

тел.: (056) 371-43-54; (067) 610-64-04;

(095) 256-67-75

e-mail: infotech@itech.net.ua

Чуприна Алёна,

менеджер по обучению:

тел.: (097) 730-39-39, (099) 921-44-84

e-mail: ChuprinaHelen@itech.net.ua

