

---

## 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](mailto: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](mailto: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.

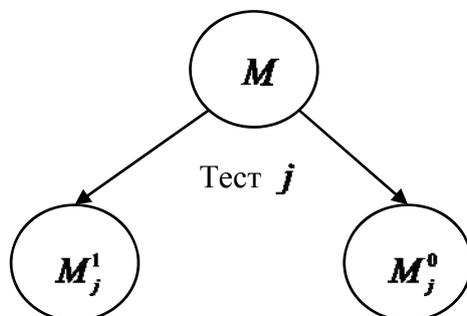


Рисунок 1 – Пример разбиения множества  $M$  тестом  $j$

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 переходящей 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 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	

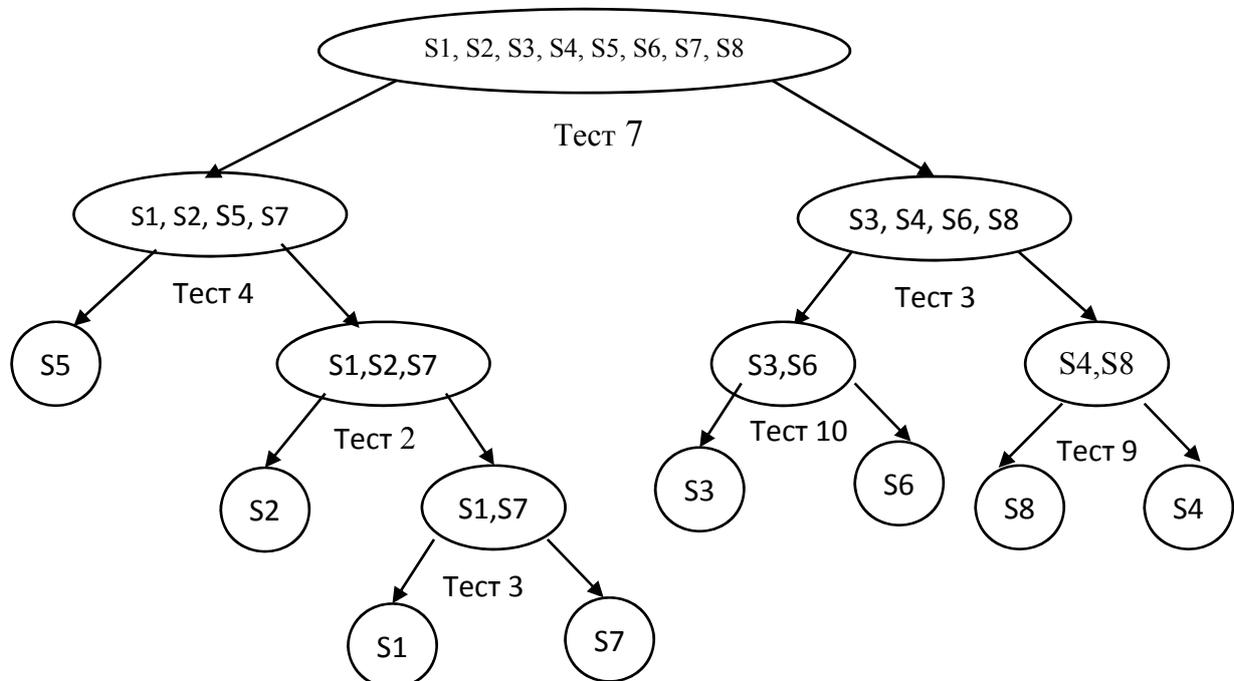


Рисунок 2 – Алгоритм диагностической процедуры

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

