

ных условиях метод анализа иерархий является наиболее рациональным при построении математических моделей выполнения процесса обоснованного выбора. Учитывая сложность решаемых задач, эксперты также применяют и логический анализ поставленной проблемы, используя при этом комплексные методики анализа и прогнозирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козина И.В. Совершенствование системы управления процессов доставки грузов для угольных шахт в условиях неопределенности / И.В. Козина // Інформаційні управляючі системи та технології (ІУСТ – ОДЕСА -2013), 25 – 28 вересня 2013 р.: тези доп. – Одеса. – С. 95 – 97.

2. Козина И.В. Математическое моделирование процессов функционирования вспомогательного транспорта шахт: дис...канд. техн. наук: 01.05.02; защищена 26.12.12; утв. 25.04.13/ И.В. Козина– Днепропетровск: НМетАУ, 2012. – 155 с.

2. Теория принятия решений. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.aup.ru/books/m157/3_4_1.htm.

УДК 656.025.2

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ PTV VISION VISSIM

В.В. Литвин, старший преподаватель кафедры управления на транспорте Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: piligrimm_2007@mail.ru

А.Н. Мирошниченко, студент группы ТТмм-10-1 Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: anastasiya.miroshnichenko.90@mail.ru

Аннотация. Работа направлена на изучение и применение возможностей программного обеспечения PTV Vision VISSIM, которое позволяет осуществлять планирование и организацию движения улично-дорожной сети. Смоделирован действующий перекрёсток с целью анализа движения транспортных средств и пешеходов, прогнозирования возникновения заторов, организации рациональных графиков движения общественного транспорта и решения многих других задач, позволяющих создавать на сети улиц достаточно быстрое, безопасное, и удобное движение транспортных средств и пешеходов.

Ключевые слова: имитационная модель, транспортная сеть, дорожное движение, анализ, прогнозирование.

SIMULATION MODELING OF TRAFFIC STREAMS WITH THE HELP OF PTV VISION VISSIM SOFTWARE

V.V. Lytvyn, Senior teacher Department of Transport Management
State Higher Educational Institution "National Mining University ", Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: piligrimm_2007@mail.ru

A.N. Myroshnichenko, Student of group TTmm-10-1
State Higher Educational Institution "National Mining University ", Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: anastasiya.miroshnichenko.90@mail.ru

Abstract. The work is directed at studying and using of possibilities of PTV Vision VISSIM soft which allows realizing of planning and organizing of the road network traffic. An acting roadcrossing is simulated with the purpose of the analysis of the flow of traffic and people, forecasting of the traffic jam appearance, organizing of rational diagrams of the public conveyances traffic and solving of many other problems that allow to create quick, safe and comfortable enough flow of traffic and people.

Keywords: a simulation model, a transport network, road traffic, analysis, forecasting.

Введение. Дорожное движение – сложная динамическая система взаимодействия транспортных и пешеходных потоков. Сложность управления такой системой заключается в необходимости обеспечения бесконфликтного существования всех участников дорожного движения в ограниченном пространстве. Рост количества индивидуального транспорта и объемов перевозок приводит к повышению интенсивности движения. А это в свою очередь приводит к тому, что в городах, основные элементы улично-дорожной сети которых были построены еще в середине прошлого века, возникают проблемы организации дорожного движения. Увеличиваются транспортные задержки, образуются очереди и пробки, что вызывает снижение скорости сообщения, неоправданный перерасход топлива и повышению износа узлов и агрегатов транспортных средств. В связи с этим возникает острая необходимость кардинально пересмотреть подход к проектированию улично-дорожной сети, поддержать внедрение интеллектуальных систем транспортного моделирования и других современных методов планирования дорожного движения.

Цель работы. Современный инженерный подход к планированию и анализу невозможно представить без инструмента имитации, а особенно, если речь идет о планировании движения. На сегодняшний день в развитых странах Европейского Союза актуальным является планирование и организация движения улично-дорожной сети с помощью программного обеспечения PTV Vision VISSIM, который представляет собой микроскопическую модель имитации движения транспорта в населенных пунктах и

вне их, что базируется на шаге времени и на поведении водителя и пешеходов. Однако, для Украины, в частности, для г. Днепропетровска, использование этого программного продукта пока остаётся новшеством. Поэтому целью работы является изучение и применение возможностей VISSIM на примере модели существующей дорожно-транспортной сети.

Материал и результаты исследований. Транспортные системы относятся к классу сложных систем, характеризующихся большим количеством элементов и разнообразием связей между ними. Эффективное управление таким объектом на основе непосредственного наблюдения его функционирования с учетом всей информации, которую теоретически возможно получить, – задача довольно высокой степени сложности. Поэтому наиболее адекватным средством описания и прогнозирования поведения такого объекта представляется моделирование, суть которого заключается в замене реального объекта управления его упрощенной копией, то есть, моделью. В качестве модели может выступать любой объект, с достаточной для целей пользователя точностью воспроизводящий свойства реальной системы. Например, программное обеспечение PTV Vision VISSIM позволяет создавать имитационную модель участка транспортной сети, то есть визуальное отображение процессов моделирования и анализа, выполняемых данным программным продуктом. Такая модель реализуется в виде решения систем уравнений, которое определяет, каким образом будут взаимодействовать между собой все участники дорожного движения. Поэтому VISSIM является мощным инструментом моделирования, позволяющим имитировать транспортное движение на основе разметки отрезков, состава транспортного потока, регулирования с помощью светосигнальных устройств. С помощью этого программного обеспечения может моделироваться как индивидуальный транспорт, так и городской и пригородный электрический и автобусный пассажирский транспорт. Соответствующим образом моделируется также движение пешеходов – исключительно или в комбинации с индивидуальным и/или общественным транспортом. Также представляется возможным моделировать движение транспортных средств и пешеходов на специализированных объектах, таких как парковки, аэропорты, стадионы, торговые центры. Существует широкий спектр задач, решаемых с помощью программного обеспечения VISSIM:

- 1) построение транспортной сети любой сложности с учетом индивидуальных и скоростных особенностей дорог и улиц;
- 2) моделирование регулируемых и нерегулируемых пересечений;
- 3) выбор оптимальной схемы организации движения на перекрестке;
- 4) оценка пропускной способности для каждого варианта движения;
- 5) моделирование и оптимизация работы светосигнальных устройств;

- 6) прогнозирование возникновения заторов;
- 7) моделирование и анализ пешеходного движения;
- 8) широкий спектр анализа: для отрезков, транспортных средств, пешеходов, светосигнальных устройств, маршрутов общественного транспорта, перекрёстка в целом;
- 9) создание презентационных материалов в виде видеороликов.

Для того, чтобы более подробно изучить и применить возможности программного продукта VISSIM, было принято решение в качестве объекта исследования выбрать один из центральных перекрёстков г. Днепропетровска – пересечение пр. Карла Маркса и ул. Олеся Гончара. На пр. Карла Маркса организовано двухстороннее движение, в прямом направлении – трехполосное, в обратном – двухполосное. На ул. Олеся Гончара – двухполосное одностороннее движение. Транспортное движение на перекрестке включает в себя, кроме индивидуального транспорта, городской общественный транспорт. Организованы наземные пешеходные переходы. Также данный перекресток оборудован светосигнальными устройствами.

Для создания и последующего анализа модели выбранного перекрёстка был разработан алгоритм, который также может быть использован для построения других сетей в VISSIM (рисунок 1).



Рисунок 1 – Алгоритм создания модели перекрестка

Итак, первым этапом является задание параметров имитации, которая представляет собой визуальное отображение процессов моделирования и анализа, выполняемых в VISSIM. Запустить имитацию – означает запустить решение систем уравнений, которое определяет, каким образом будут взаимодействовать между собой все участники дорожного движения. На данном этапе представляется возможным определять, как часто заново рассчитываются позиции транспортных средств за одну секунду имитации, а также скорость имитации по отношению к реальному времени.

Для создания детальной модели сети VISSIM необходимо использовать строго масштабируемую карту в качестве растровой основы. Она предназначен для корректного размещения отрезков или других графических объектов. Главным действием здесь выступает масштабирование растровой основы, поскольку чем точнее оно будет произведено, тем точнее будет и моделирование (рисунок 2). Таким образом, после загрузки растровой основы сеть подготовлена к вводу базовых данных.

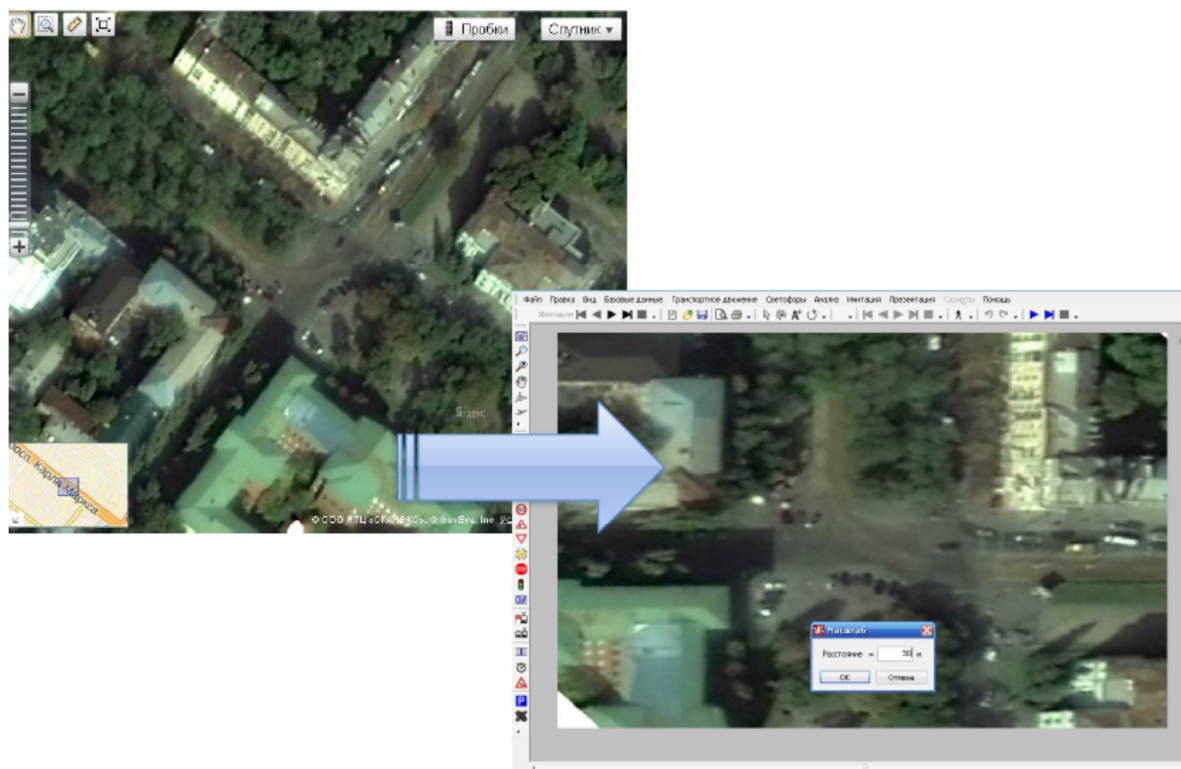


Рисунок 2 – Введение и масштабирование растровой основы

Под базовыми данными подразумеваются следующие параметры:

1) тип изображений – это параметры изображений отрезков и основных конструктивных элементов модели, которые представляют собой графическое отображение и не влияют на ход имитации;

2) манера езды – параметры, которые описывают манеру езды водителей и их поведение при движении за впереди идущим автомобилем, при смене полосы, боковое поведение, реакцию на смену сигналов светофора;

3) типы манеры езды отрезков – некоторые предварительно заданные типы манеры езды, позволяющие присвоить каждому из классов транспортных средств свой тип манеры езды на указанном отрезке.

После того, как отмасштабирован план перекрёстка и заданы базовые параметры, следует определить отрезки для создания модели перекрёстка. Отрезок является основным элементом дорожно-транспортной сети VISSIM и представлен одной или несколькими полосами движения. Отрезки задаются не только для осуществления транспортного движения, но и в качестве пешеходных переходов. Однако недостаточно ввести лишь основные отрезки для того, чтобы транспортные средства смогли осуществить движение. Между ними нужно вставить соединяющие отрезки, которые обеспечивают переход транспортного потока от одного отрезка к другому и позволяют моделировать поворотное движение на перекрестке. Поскольку на данном участке сети осуществляет свою работу городской электрический транспорт, в частности, трамвай, то необходимо построение трамвайных путей. Выполнение указанной задачи производится в два этапа – создание основных и соединяющих отрезков. В сети VISSIM представляется возможным устраивать дорожную разметку. Дорожная разметка не влияет на манеру езды, однако, после ее ввода модель перекрёстка приобретает более реалистичный вид (рисунок 3).

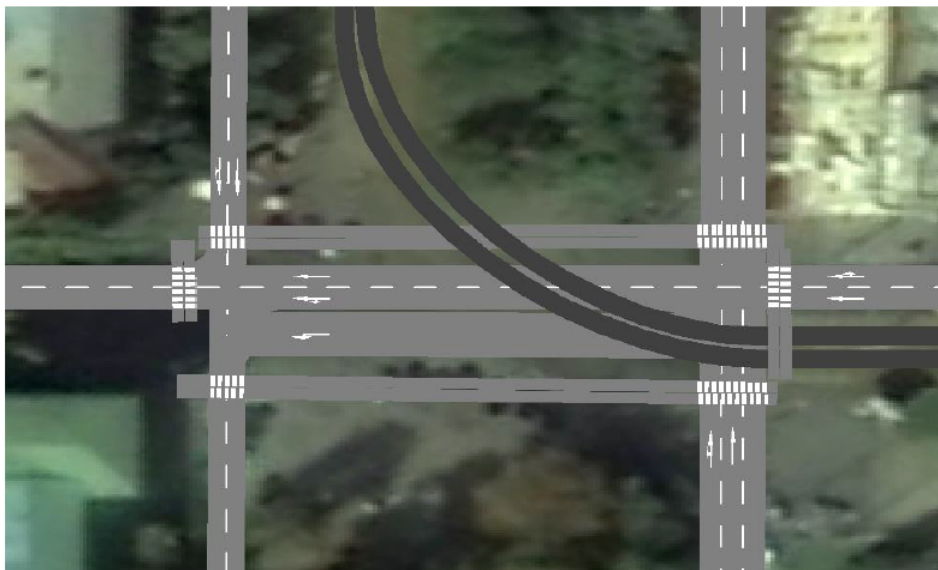


Рисунок 3 – Модель перекрестка после введения отрезков и дорожной разметки

Следующий этап – создание необходимых распределений: желаемых скоростей, цветов, моделей транспортных средств и пешеходов. Особенно важным параметром, влияющим на пропускную способность отрезка, является функция распределения желаемых скоростей. При этом желаемая скорость представляет собой скорость, с которой бы двигалось транспортное средство, если бы ему не препятствовали другие транспортные средства или элементы сети, например, светосигнальные устройства или стоп-знаки. Таким образом, транспортное средство, желаемая скорость которого выше актуальной скорости, "проверяет", существует ли возможность обгона без помех другим транспортным средствам. Чем больше диапазон желаемых скоростей, тем быстрее образуются группы транспортных средств на дороге. Существует также распределение цветов. Данное распределение имеет значение только для графического отображения и применяется вместо одного цвета для типа транспортных средств или пешеходов, не оказывая никакого влияния на результаты имитации. Распределение моделей определяет различные размеры, цвета и текстуры, релевантные для графического отображения типов транспортных средств и пешеходов. Например, для легкового транспорта, вместо одной модели кузова может отображаться до десяти различных моделей, имеющих различные геометрические характеристики.

В VISSIM существует полноценная концепция различия типов и классов транспортных средств. Тип транспортных средств представляет собой их группу, которая описывается определёнными техническими характеристиками. Например, такими группами являются: легковой транспорт, грузовой транспорт, автобус, трамвай, велотранспорт и мототранспорт, а также пешеходы, как особый тип транспортного средства. Кроме типов транспортных средств, установленных по умолчанию, можно определить любое количество других их типов. Так, для данной модели участка транспортной сети был создан новый тип транспортных средств – троллейбус. Класс транспортных средств охватывает один или несколько уже определённых их типов. Представляется возможным объединять любые типы транспортных средств и создавать таким образом новый класс транспортных средств, который служит, например, для их цветового различия во время имитации.

После того, как заданы типы и классы транспортных средств, создаются транспортные потоки. Состав транспортного потока состоит из списка транспортных средств, каждому из которых присвоена относительная нагрузка, то есть доля определённого типа транспортных средств в общем потоке, а также распределение желаемых скоростей. Для данной модели перекрёстка был создан состав транспортного потока с долями легковых

автомобилей – 80%, грузовых – 10%, велотранспорта и мототранспорта – 10%. Пешеходные потоки заданы как отдельный транспортный поток, на 100% состоящий из типа Пешеходы, и вводимый на отрезках, обозначающих пешеходные переходы. Для транспортных средств, которые движутся только по маршрутам общественного транспорта, состав транспортного потока на данном этапе не создается.

Для организации поворотного движения на перекрёстке необходимо задать маршруты и их решения. Маршрут является фиксированной последовательностью основных и соединяющих отрезков. Он проходит между решением маршрута и местом цели. От одного места решения маршруты ведут, как правило, к нескольким местам цели. Также были установлены отдельные решения маршрутов для транспортных средств, желающих воспользоваться стоянкой на обочине дороги.

На пересечении пр. Карла Маркса и ул. Олеся Гончара функционирует такой городской общественный транспорт, как трамваи, троллейбусы и маршрутные автобусы. Ввод данных для общественного транспорта выполняется в два шага:

- 1) определение местоположения остановок;
- 2) определение транспортных средств и маршрутов общественного транспорта.

Для данной модели перекрёстка были созданы все действующие маршруты трамваев, троллейбусов и автобусов, осуществляющие свою работу на этом участке.

Для того, чтобы общественным транспортом данной модели участка транспортной сети смогли воспользоваться пассажиры, необходимо задать типы и параметры ходьбы пешеходов. Для того, чтобы обеспечить пассажиропоток на маршрутах, необходимо возле каждой остановки создать зону ожидания, которая характеризуется следующими параметрами: распределение времени пребывания на ней ожидающих пассажиров, остановка, которой присвоена определённая зона, а также место посадки пассажиров относительно салона транспортного средства. Для обеспечения перемещения пассажиров между зоной ожидания и краем платформы остановки, необходимо создать для них решения маршрутов. Это осуществляется по аналогии с решениями маршрутов для транспортных средств. И в завершение работы с пешеходами для построенных пешеходных зон следует определить входящие пешеходные потоки.

В VISSIM могут быть смоделированы нерегулируемые пересечения, разветвления и примыкания. Для моделирования взаимодействия конфликтующих потоков могут использоваться различные техники, главной из которых является определение конфликтных зон. Конфликтная зона пред-

ставляют собой элемент связи для влияния на конфликты между транспортными средствами на двух отрезках. С их помощью устанавливается приоритет проезда на перекрёстке. Было установлено, что в данном узле существует 55 конфликтных зон. Затем, согласно Правилам дорожного движения, было определено, какой отрезок в каждом из пересечений является приоритетным. Такой отрезок выделен зелёным цветом. Отрезок красного цвета – уступающий. Возможен ещё один вариант – оба отрезка красного цвета. Такой метод проезда конфликтной зоны используется для моделирования движения на разветвлениях, чтобы транспортные средства могли «видеть» друг друга. После введения конфликтных зон перекрёсток приобретает вид, представленный на рисунке 4.



Рисунок 4 – Модель перекрестка после введения конфликтных зон

Целевым пунктом моделирования является анализ, то есть получение количественных данных о взаимодействии транспортных средств и пешеходов в конкретно заданных условиях. VISSIM позволяет в процессе моделирования проводить следующие виды анализа:

- анализ управления дорожным движением на автомагистралях и городских улицах, контроль за направлением движения как на отдельных полосах, так и на всей проезжей части;

- анализ возможности предоставления приоритета общественному транспорту;
- анализ изменения расстояния между принудительными остановками транспорта, проверка подъездов, организация одностороннего движения общественного транспорта;
- анализ пропускной способности транспортной сети либо её отдельных узлов.

Одним из основных видов вывода анализов является вывод данных в окно. Вывод данных в окно возможно осуществлять для одного или нескольких транспортных средств или пешеходов. Следует отметить, что в трехмерном режиме имитации позиция камеры автоматически переходит в положение водителя или пешехода, движение которого в данный момент анализируется.

Для того, чтобы сохранить имитацию и иметь возможность качественно оценить результаты моделирования, VISSIM может сохранить её как видеофайл, который выступает в качестве презентационного материала и иллюстрирует результат моделирования дорожного движения на данном объекте исследования.

Вывод. Таким образом, программное обеспечение PTV Vision VISSIM даёт возможность анализировать движение транспортных средств и пешеходов, прогнозировать возникновение заторов, организовывать оптимальные графики движения общественного транспорта и выполняет многие другие задачи, целью которых является создание на существующей или планируемой сети улиц достаточно быстрого, безопасного, и удобного движения транспортных средств и пешеходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клинковштейн Г. И., Афанасьев М. Б. Организация дорожного движения: Учеб. для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М: Транспорт, 2001 – 247 с.
2. Кременец Ю. А., Печерский М. П., Афанасьев М. Б. Технические средства организации дорожного движения. Учебник для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.: ил.
3. Никитин А. С. Применение автоматного программирования для имитационного моделирования разъезда машин на нерегулируемом перекрестке равнозначных дорог / А.С. Никитин, М.Ю. Чураков, А.А. Шалыто // Сборник докладов третьей Всероссийской научно-технической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности // СПб., 2007. – С. 296-301.
4. Мирошниченко А. Н., Литвин В. В. Имитационное моделирование транспортных потоков с помощью программного обеспечения PTV Vision VISSIM / Материалы доклада первой научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Молодежь: наука и инновации" / Днепропетровск, 2013.