

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Организации перевозок и дорожного движения»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ  
«ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
КОМПЛЕКСОВ»

(Для бакалавров заочной формы обучения направления подготовки  
23.03.01 «Технология транспортных процессов»)

Ростов-на-Дону  
2023

УДК 656.13.08

Составители: В.В. Фиалкин

Методические указания для лабораторных занятий по дисциплине «Общий курс интеллектуальных транспортных систем». – Ростов-на-Дону : Донской гос. техн. ун-т, 2023. – 19 с.

Представлены практические работы по конструированию геометрических элементов улично-дорожной сети в программе AIMSUN, привлечению исходных данных по интенсивности дорожного движения в модели, организации светофорного регулирования и работы общественного транспорта, созданию набора экспериментов и опытов в модели, определению параметров эффективности функционирования модели дорожного движения.

Рассчитаны на студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

УДК 656.13.08

Печатается по решению редакционно-издательского совета Донского государственного технического университета

Научный редактор д-р техн. наук, профессор В. В. Зырянов

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Организации перевозок и дорожного движения» д-р техн. наук, профессор В. В. Зырянов

---

В печать \_\_\_\_\_.\_\_\_\_.20\_\_\_\_ г.

Формат 60×84/16. Объем \_\_\_\_ усл. п. л.

Тираж \_\_\_\_ экз. Заказ № \_\_\_\_

---

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия: 344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный  
технический университет, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

Практическая работа № 1, №2 Тема: «Конструирование геометрических элементов улично-дорожной сети» .....	4
Практическая работа № 3-4 Тема: «Расчет матрицы корреспонденций внутреннего легкового транспорта».....	9
Список рекомендуемой литературы .....	14

## Практическая работа № 1, №2 Тема: «Конструирование геометрических элементов улично-дорожной сети»

Приступая к созданию модели функционирования в программе AIMSUN, необходимо запустить приложение и выполнить команду *File* → *New*. В появившемся диалоговом окне выбрать шаблон (рис. 1), представляющий собой обычный файл сети AIMSUN и потому, с формальной точки зрения, содержащий в своем составе объекты любого допустимого типа. Но, как правило, шаблоны применяются для:

- выбора единиц измерения (метрических или англо-американских) и типа движения (правостороннего или левостороннего);
- предварительного создания некоторых объектов
  - типов и классов транспортных средств,
  - типов полос,
  - стилей и режимов отображения

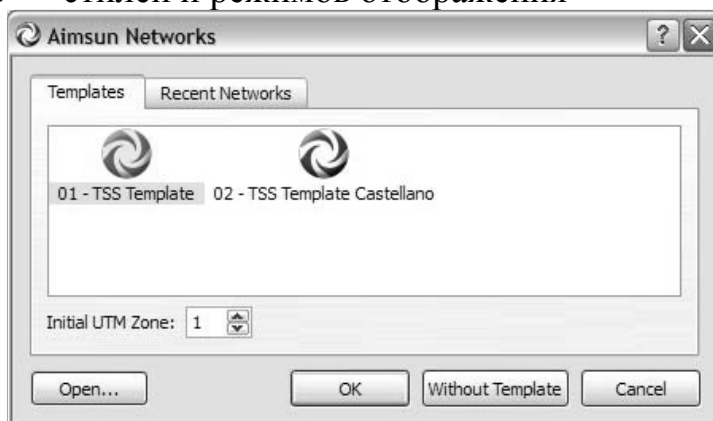


Рисунок 1- Диалоговое окно выбора шаблона сети

Для удобства конструирования геометрии улично-дорожной сети используют растровые изображения и векторные чертежи САПР в качестве фона. В настоящий момент система поддерживает следующие графические форматы:

- векторные — DXF, DWG и DGN (САПР) и Shapefiles (ГИС);
- растровые с ручной привязкой к местности — JPEG, GIF, PNG, BMP;
- растровые с автоматической привязкой к местности — JPEG 2000, ECW, MrSID.

Процесс импорта начинается с вызова команды меню *File*→*Import*. Затем следует выбрать формат импортируемого файла (рис. 2) и, используя стандартное окно навигации, указать требуемый файл. В следующем диалоговом окне запрашивается дополнительная информация, зависящая от выбранного формата.

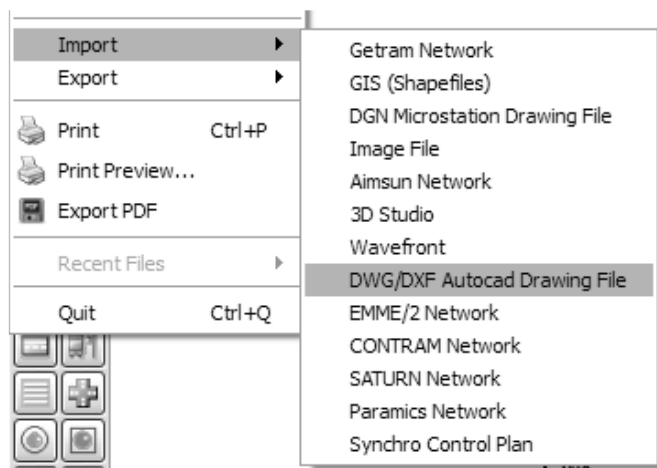


Рисунок 2- Диалоговое окно импортирования подложки

Файл САПР импортируется на одноименный слой, а каждый слой файла САПР импортируется как подслой. Объекты файла не могут переноситься или масштабироваться, однако, предусматривается возможность скрытия отдельных слоев и отображения их содержимого в AIMSUN. Отдельные объекты в файле САПР нельзя ни редактировать, ни даже выбирать.

Файлы с данными геоинформационных систем, как и их аналоги формата САПР, размещаются на отдельных слоях. Объект импортированного файла ГИС, в отличие от файла САПР, поддается выбору (двойным щелчком), после чего открывается окно с неграфической информацией, описывающей объект.

Каждое импортированное растровое изображение размещается на слое как графический объект — подслой слоя *Images*. Объект можно выбирать, переносить и масштабировать.

По завершению редактирования растрового изображения, слой полезно блокировать, чтобы исключить возможность его случайного изменения или сдвига. Для этого необходимо дважды щелкнуть на слое *Images* в списке слоев и сбросить флажок с *Allow Object Editing*.

Геометрическая структура улично-дорожной сети представлена набором соединенных в пересечения и/или примыкания секций. Геометрия секции задается набором точек, определяющих местоположение и ориентацию прямо- и криволинейных сегментов. Каждой точкой можно манипулировать отдельно.

Для того, чтобы создать секцию необходимо щелкнуть на *Create Section* (📐) на панели инструментов. Затем, указать щелчком левой кнопки мыши на виде позицию точки начала секции, а затем, двойным щелчком, точку ее завершения. Положение секции можно изменить путем перетаскивания опорных точек ее осевой линии, которые оказываются видимыми при выборе секции. Секции можно придать форму, для этого используют кнопки *New* (*Straight* 📐 или *Curve* 📐) панели инструментов. Первая служит для определения прямолинейных, а вторая — криволинейных сегментов. В секцию может быть включено произвольное число вершин. Между двумя такими вершинами можно добавить до двух новых контрольных точек. Чтобы создать вершину, следует выбрать секцию, щелкнуть на соответствующей из названных

кнопок, щелчком левой кнопки мыши указать точку на виде и, не отпуская кнопку, построить вспомогательный отрезок так, чтобы он пересекал секцию в том месте, где требуется вершина или контрольная точка. Эту точку можно перемещать, изменяя форму секции надлежащим образом (рис.3).

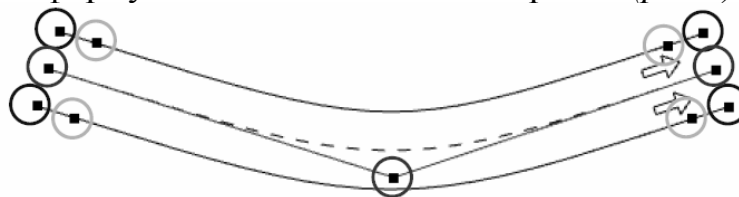


Рисунок 3- Графическая правка секции

Для увеличения/уменьшения числа полос следует выбрать секцию, щелчком правой кнопки мыши открыть контекстное меню и вызвать подходящую команду подменю *Number of Lanes*. Альтернативный способ выполнения операции связан с выбором секции и последующим вводом числа полос при нажатой клавише <Ctrl>. Чтобы создать или удалить боковую полосу (или обочину), следует воспользоваться подходящей управляющей точкой, расположенной вблизи начала/конца секции (рис.4).

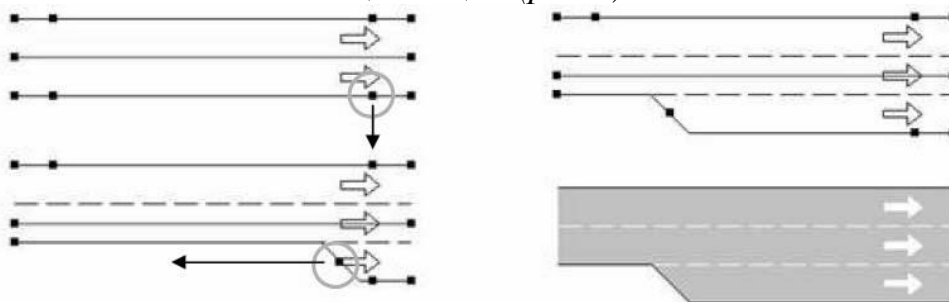


Рисунок 4= Добавление и удаление боковых полос

В контекстном меню секции есть еще одна полезная опция — она связана с созданием параллельной секции, ориентированной в противоположном направлении: достаточно выбрать секцию, щелчком правой кнопки мыши открыть контекстное меню и вызвать команду *generate opposite direction*.

Для соединения секций следует выбрать их (при нажатой клавише <Shift>), щелчком правой кнопки мыши на любой из выбранных секций открыть контекстное меню и выбрать команду *Join* (или нажать комбинацию клавиш <Ctrl+M>) (рис.5).

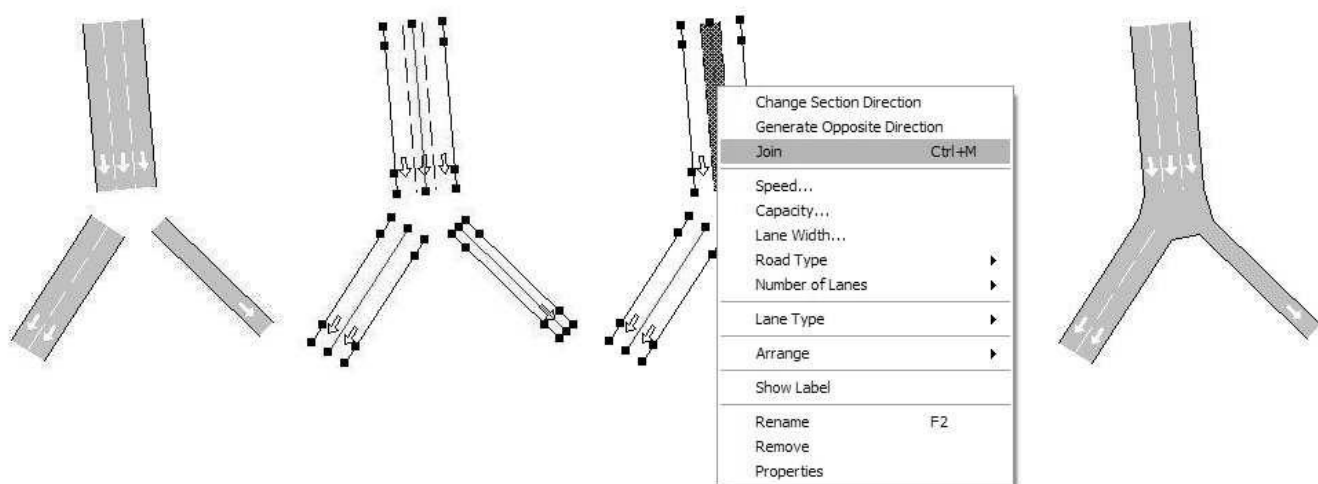



Рисунок 5-Соединение секций

Пересечения в одном уровне и примыкания автомобильных дорог создаются с помощью кнопки *Create Node* , которая вызывает диалоговое окно редактора узла. Для определения каждого поворота необходимо щелкнуть на кнопке *New* на вкладке *Main*, щелчком левой кнопки мыши указать на графическом виде полосу исходной секции (для одновременного выбора нескольких полос следует удерживать нажатой клавишу <Shift>), а затем полосы целевой секции (рис.6).

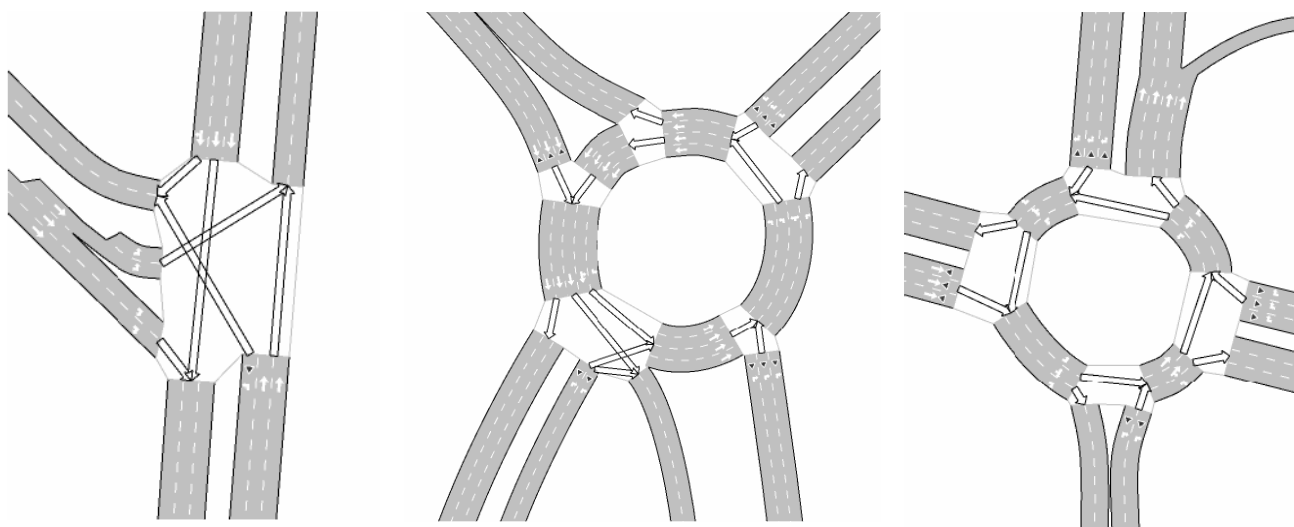



Рисунок 6- Варианты создания узлов

Для определения приоритетных направлений движения, самым эффективным является способ включения ограничения *Уступи дорогу* для различных поворотов, состоящий в выборе узла с последующим указанием всех поворотов, подлежащих ограничению, и вызове контекстного меню с выбором команды *Warning* → *Give Way*. Можно также задать приоритет движения, обратившись к редактору узла и выбрав опцию *Give Way* в столбце *Warning* для рассматриваемого поворота (рис.7).

Для повышения степени реалистичности модели движения повороты на перекрестке можно сделать более плавными. Для этого линии поворотов

следует снабдить вершинами *Curve* . К тому же, возможна модификация точек перекрестка, на которых должен останавливаться транспорт для предоставления приоритета движения не только на общей стоп - линии, но и несколькими метрами дальше.

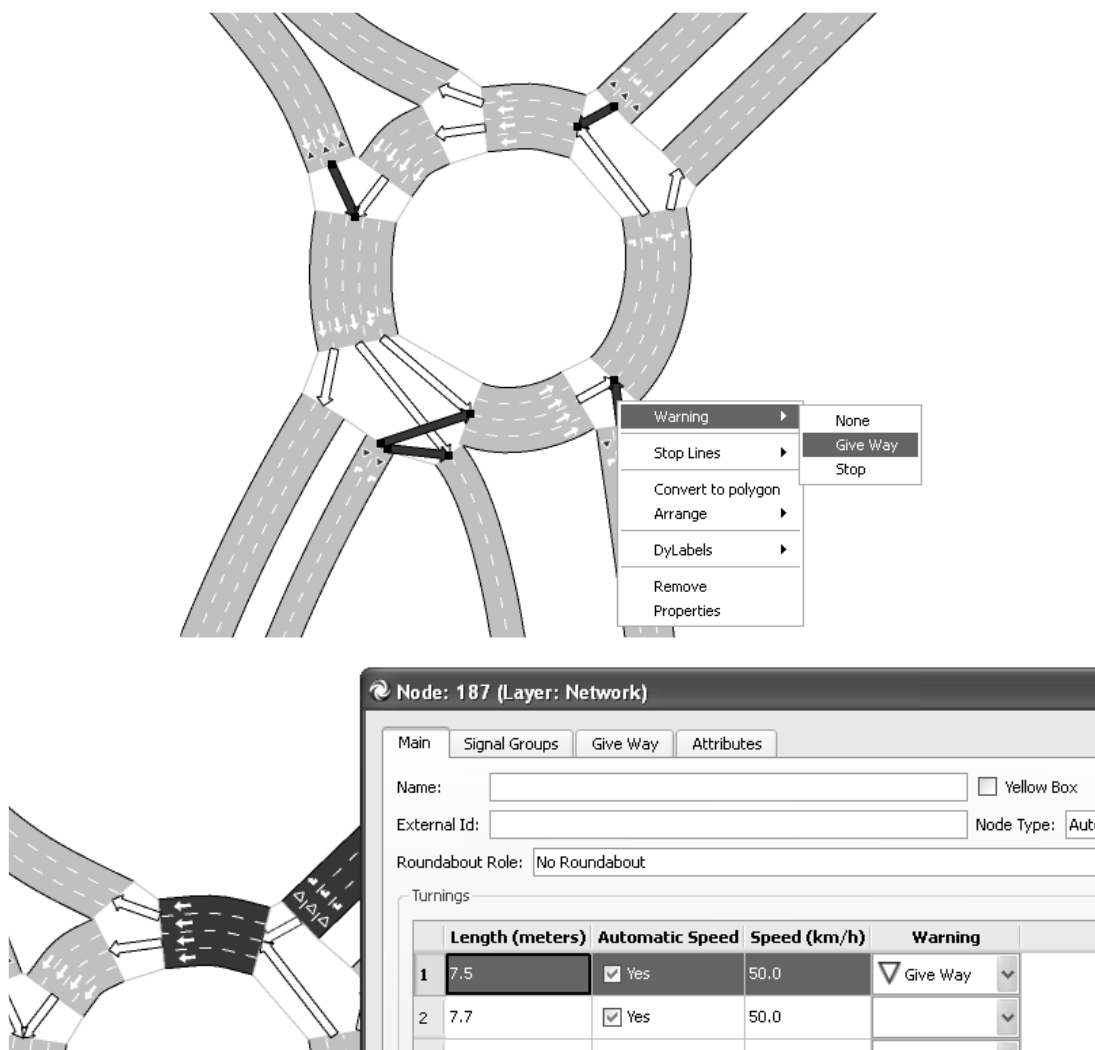


Рисунок 7-Варианты установления приоритетных направлений движения в узле

При редактировании секций определяют следующие группы атрибутов в окне редактора секций или посредством вызова контекстного меню:

- идентификаторы — наименование и внешний идентификатор;
- общая информация — тип дороги, значения скоростей и пропускная способность;
- физические характеристики — исходная и конечная высота;
- планируемые данные — значения затрат, определяемых пользователем, дополнительная нагрузка и функция задержки;
- сведения о полосах (рис.8).



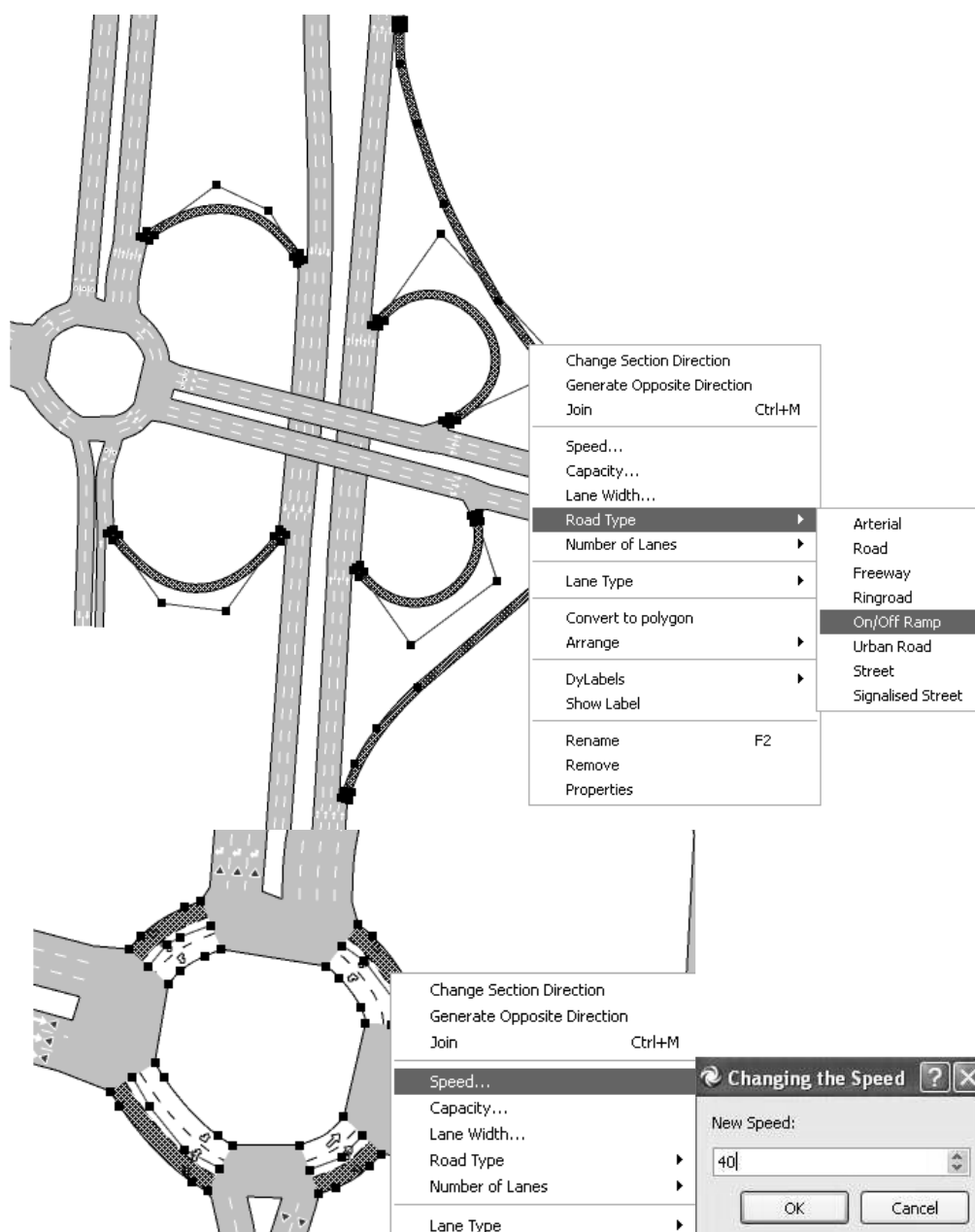



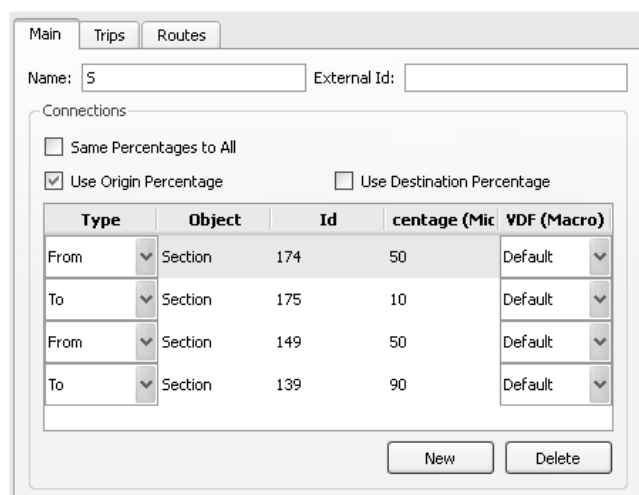
Рисунок 8- Определение типа дороги и назначение скоростей текущей секции

### Практическая работа № 3-4 Тема: «Расчет матрицы корреспонденций внутреннего легкового транспорта»

Распределение интенсивности дорожного движения по секциям модели может осуществляться посредством *O/D Matrix* или *Traffic State*.

*O/D Matrix* содержит значения интенсивности дорожного движения по типам транспортных средств между центроидами, являющимися пунктами генерирования транспортных средств, их отправки и прибытия, в течение заданного периода времени. Матрица определяет также набор допустимых маршрутов движения между центроидами.

Если исходные данные по интенсивности дорожного движения вводятся в проект через *O/D Matrix*, то, сначала, необходимо определить центроиды, которым соответствует матрица. Чтобы пополнить сеть центроидом, нужно щелкнуть на кнопке *Create centroid* (  ) панели инструментов, а затем в том месте, где его следует расположить. После создания центроида, двойным щелчком на нем открыть окно редактора и на вкладке *Main* задать рекомендованное наименование. Далее необходимо определить прямые и обратные связи центроида с сетью. Для этого следует щелкнуть на кнопке *New* и выбрать секцию въезда или выезда. По завершении работы щелкнуть на кнопке *OK* (рис.9).



The screenshot shows the 'Main' tab of a software window. At the top are three tabs: 'Main', 'Trips', and 'Routes'. Below them are input fields for 'Name' (containing 'S') and 'External Id'. A section titled 'Connections' contains two checkboxes: 'Same Percentages to All' (unchecked) and 'Use Origin Percentage' (checked). Below these is a table with five columns: 'Type', 'Object', 'Id', 'centage (Mic', and 'VDF (Macro)'. The table has four rows of data. At the bottom right are 'New' and 'Delete' buttons.

Type	Object	Id	centage (Mic	VDF (Macro)
From	Section	174	50	Default
To	Section	175	10	Default
From	Section	149	50	Default
To	Section	139	90	Default

Рисунок 9- Определение прямых и обратных связей центроида

Матрицу создают, обратившись к папке *Centroids Configurations* в окне *Project*. Необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на ветви, представляющей требуемую конфигурацию центроидов, и выбирать в контекстном меню команду *New... → O/D Matrix*. Затем двойным щелчком открыть окно редактора и определить объем движения транспортных средств по сети из одного центроида в другой, назначить тип транспортного средства, начальное время действия данной матрицы в модели на вкладке *Main* (рис.10). Здесь же, посредством применения математических функций, можно провести статистические операции по изменению значений, представленных в матрице (рис.11-12).

External Id:  Headers: Name

Vehicle Type: 8: car Initial Time: 8:00:00 Duration: 1:00:00

	E	NE	NW	S	WD	WU	Total
E		200	400	300	300	200	1400
NE	100		200	300	100	100	800
NW	500	200		1200	300	100	2300
S	400	700	1100		300	100	2600
WD	600	200	400	400		100	1700
WU	200	100	100	200	100		700
Total	1800	1400	2200	2400	1100	600	9500

Operation: None

Copy Paste

Рисунок 10- Определение объема движения транспортных средств по сети в O/D матрице

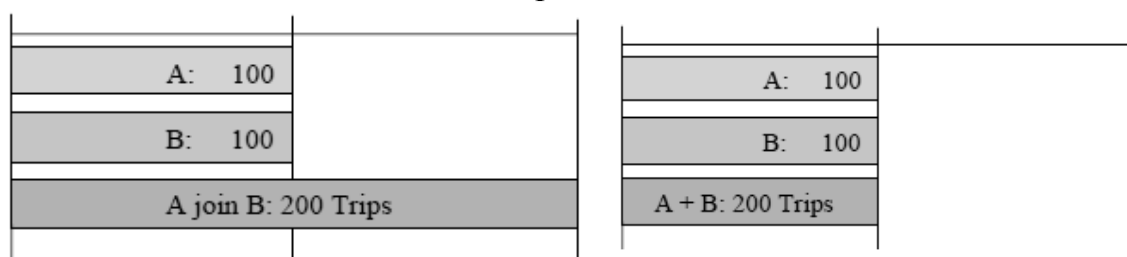


Рисунок 11- Применение функции *Join* с суммированием объемов движения и длительности действия матриц и *Sum* с суммированием только объемов движения

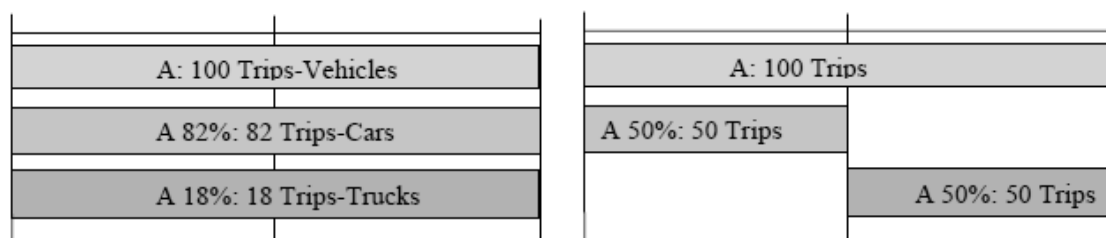


Рисунок 12- Применение функции *Split* для разделения по типам транспортных средств с исходным периодом действия матрицы и *Split duration* с разделением периода действия матрицы для двух новых

Созданные *O/D Matrix* или *Traffic State* указываются в *Traffic demand*. Для этого следует дважды вызвать команду меню *Project* → *New* → *Demand Data* → *Traffic Demand*. В окне редактора указать тип структуры привлекаемых данных (*O/D Matrix* или *Traffic State*), далее, щелкнув по кнопке *Add Demand Item*, выбрать из списка всех имеющихся созданные ранее *O/D Matrix* или *Traffic State*. После выбора элемента, тот включается в диаграмму Гантта, расположенную в средней части окна редактора. Элемент диаграммы можно выбрать щелчком (результат обозначается красным цветом), после чего масштабировать и/или переместить в требуемый временной интервал (рис.15).

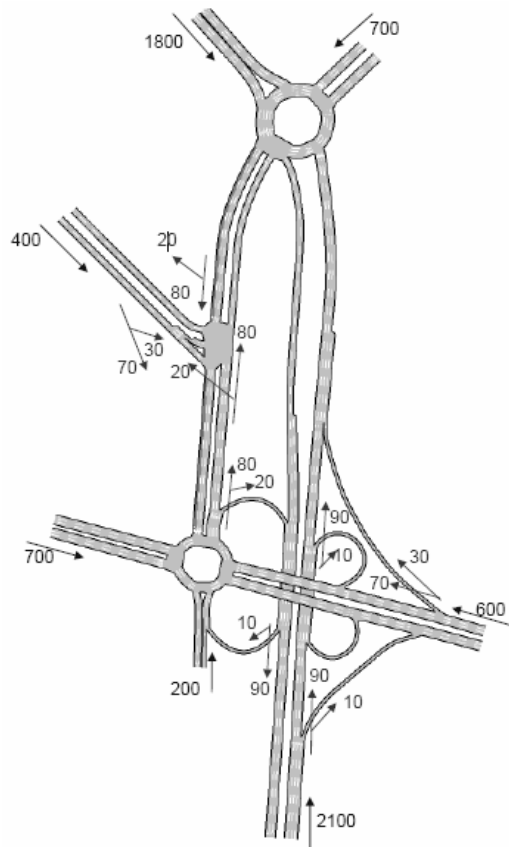


Рисунок 13- Отображение всей необходимой информации по интенсивности дорожного движения для работы с *Traffic State*

Project Tools Bookmarks Window Help

New... ▸

Output Comparison...

Time Series Viewer...

Close all Opened Time Series Viewers

Remove Columns...

Demarcation

Scenarios ▸

Demand Data ▸

Control ▸

Public Transport ▸

Traffic Management ▸

Vehicle Type

Vehicle Class

Centroids Configuration

**Traffic State**

Traffic Demand

Input Flow Turning Info Parameters

Vehicle Type: 8: car From: 8:00:00 Duration: 1:00:00

☒ Show Only Entrances Copy Paste Use Input Turnings

Section	Flow (veh/h)	Keep Flow Percentage
106	1800	
108	700	
115	400	
139	2100	
156	600	
175	200	
181	700	

Input Flow Turning Info Parameters

☐ Highlight wrong definitions Recalculate Turn Percentages using Exit Flows

☐ Show All Sections Copy Paste Use Input Turnings

Turn sections	Turning Percentage	Turning Flow (veh/h)
110 to 112	5	
110 to 182	95	
111 to 122	80	
111 to 114	20	
115 to 116	70	
115 to 117	30	
121 to 110	80	
121 to 114	20	

Рисунок 14- Формирование исходных данных по интенсивности дорожного движения в *Traffic State*

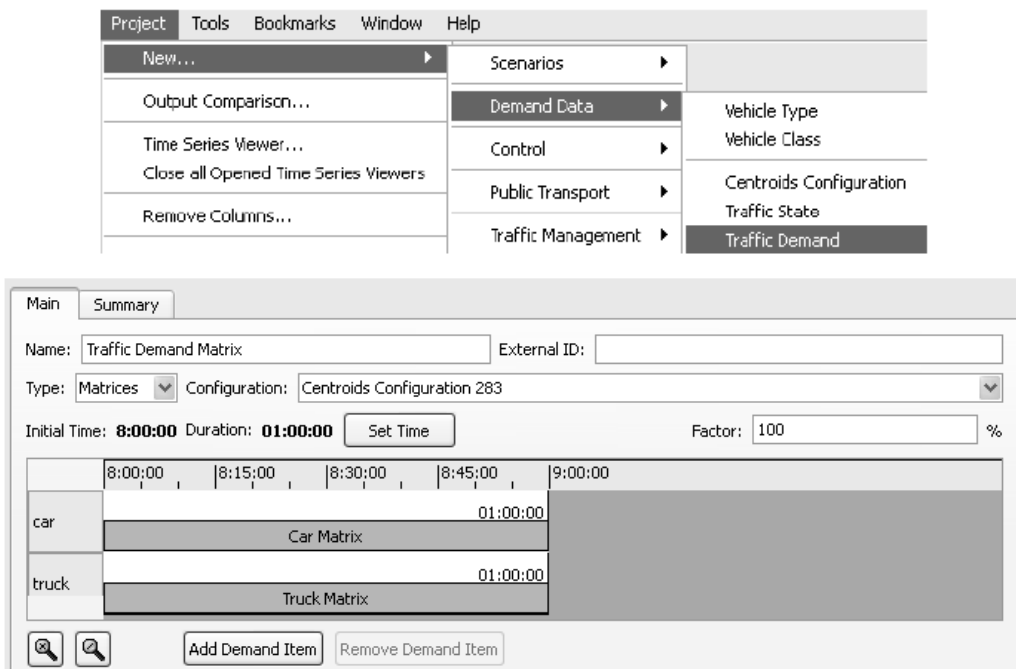


Рисунок 15- Создание *Traffic Demand*

## Список рекомендуемой литературы

1. Дрю, Д. Теория транспортных потоков и управление ими [Текст] / Д. Дрю. – М. : Транспорт, 1972. – 424 с.
2. Хейт, Ф. Математическая теория транспортных потоков [Текст] / Ф. Хейт. – М. : Мир, 1966. – 287 с.
3. Иносэ, Х. Управление дорожным движением [Текст] / Х. Иносэ, Т. Хамада; пер. с англ. М. П. Печерского; под ред. М. Я. Блинкина : – М. : Транспорт, 1983. – 248 с.
4. Сильянов, В. В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения [Текст] / В. В. Сильянов. – М. : Транспорт, 1977. – 303 с.
5. Клиновштейн, Г. И. Организация дорожного движения [Текст] : учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. / Г. И. Клиновштейн, М. Б. Афанасьев. – М. : Транспорт, 2001. – 247 с.
6. Коноплянко, В. И. Организация и безопасность дорожного движения [Текст] : учебник для вузов / В. И. Коноплянко, О. П. Гуджоян, В. В. Зырянов, А. В. Косолапов. – Кемерово : Куз-бассвуиздат, 1998. – 236 с.
7. Зырянов В. В. Совершенствование критериев оценки условий движения на городских магистралях. : Дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 Москва, 1982 154 с. РГБ ОД, 61:83-5/3421-6
8. Швецов, В. И. Математическое моделирование загрузки транспортных сетей [Текст] / В. И. Швецов, А. С. Алиев. – М. : Едиториал УРСС, 2003. – 64 с.
9. Швецов, В. И. Математическое моделирование транспортных потоков [Текст] / В. И. Швецов // Автоматика и телемеханика. – 2003. – № 11 – С. 1–46
10. Введение в математическое моделирование транспортных потоков: учеб. пособие / Гасников А.В., Кленов С.Л., Нурминский Е.А., Холодов Я.А., Шамрай Н.Б.; *Приложения*: Бланк М.Л., Гасникова Е.В., Замятин А.А. и Малышев В.А., Колесников А.В., Райгородский А.М.; Под ред. А.В. Гасникова. — М.: МФТИ, 2010. — 362 с.
11. Кочерга В.Г., Зырянов В.В., Коноплянко В.И. Интеллектуальные транспортные системы в дорожном движении: Учебное пособие. – Ростов н/Д: Рост. Гор. Строит. Ун-т, 2001 – 108 с.
12. Пржибыл, Павел. Телематика на транспорте/Павел Пржибыл, Мирослав Свитек; перевод с чешского О. Бузека и В. Бузковой.; под ред. Проф. В. В. Сильянова.-М.: Изд-во МАДИ (ГТУ), 2003. - 540с.
13. Жанказиев С. В. Научные основы и методология формирования интеллектуальных транспортных систем в автомобильно-дорожных комплексах городов и регионов. Дис....докора техн.наук. М., 2012
14. Власов, В.М. Транспортная телематика в дорожной отрасли: учеб. пособие / В.М. Власов, Д.Б. Ефименко, В.Н. Богумил. - М.: МАДИ, 2013. – 80 с.
15. Жанказиев, С.В. Интеллектуальные транспортные системы: учеб. пособие /С.В. Жанказиев. – М.: МАДИ, 2016. – 120 с.
16. ГОСТ Р 56294—2014 «Интеллектуальные транспортные системы. Требования к функциональной и физической архитектуре интеллектуальных транспортных систем»
17. ГОСТ Р 56351-2015 Интеллектуальные транспортные системы. Косвенное управление транспортными потоками. Требования к технологии информирования участников дорожного движения посредством динамических информационных табло
18. В. В. Комаров, С. А. Гараган. Архитектура и стандартизация телематических и интеллектуальных транспортных систем. Зарубежный опыт и отечественная практика. М.: НТБ «Энергия», 2012.