

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кемеровский государственный университет»
Институт цифры
Кафедра цифровых технологий

Беломытцев Владислав Романович

Искандиров Марат Ринатович

**«МОДЕЛЬ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКИ
С ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ПЕРЕЕЗДОМ»**

Курсовая работа

по направлению подготовки

**02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные
технологии**

направленность (профиль) подготовки

«Информатика и компьютерные науки»

Научный руководитель:

к. т. н., доцент

М.А. Новосельцева

Работа защищена с

оценкой

«15» 06 2023г.

Кемерово 2023

Содержание

Оглавление

Введение	3
1. Инструмент имитационного моделирования AnyLogic	4
2. Дорожно-транспортная развязка с железнодорожным переездом	6
3. Создание модели в AnyLogic	7
Заключение	15
Список литературы	16

Введение

Железнодорожные переезды представляют потенциальную опасность для дорожного движения. Недостаточная пропускная способность или плохо спроектированные развязки могут привести к авариям и задержкам. Разработка модели дорожно-транспортной развязки с железнодорожным переездом позволит исследовать различные сценарии и оптимизировать инфраструктуру для обеспечения безопасности всех участников дорожного движения.

Цель курсовой работы - смоделировать движение на дорожно-транспортной развязке с железнодорожным переездом.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить среду разработки AnyLogic для создания модели.
2. Изучить структуру дорожно-транспортной развязки с железнодорожным переездом.
3. Смоделировать движение на дорожно-транспортной развязке с железнодорожным переездом, используя AnyLogic.

AnyLogic – единая платформа для имитационного моделирования, позволяющая моделировать дорожные сети, используя Библиотеку дорожного движения - гибкий и мощный инструмент для создания реалистичных имитационных моделей и принятия наиболее эффективных решений при проектировании и оснащении дорог. Визуализация помогает быстро построить модель и оценить её работу: карты плотности показывают загруженность дорог, а анимация демонстрирует поток машин и узкие места. При использовании в курсовой работе AnyLogic даёт свободу в экспериментах и позволяет оптимизировать модель в виртуальной среде для последующей успешной реализации проекта в реальном мире.

1. Инструмент имитационного моделирования AnyLogic

AnyLogic - это программный инструмент имитационного моделирования, предоставляющий возможность разработки комплексных моделей и систем разнообразных типов. С помощью AnyLogic можно создавать модели производственных процессов, транспортных систем, логистических сетей, экономических и социальных систем, а также моделировать распространение эпидемий.

Используемые библиотеки AnyLogic:

1. **Библиотека Моделирования Процессов** AnyLogic поддерживает дискретно-событийный, или, если быть более точным, "процессный" подход моделирования. С помощью блоков Библиотеки Моделирования Процессов вы можете моделировать системы реального мира, динамика которых представляется как последовательность операций (прибытие, задержка, захват ресурса, разделение, ...) над агентами, представляющими клиентов, документы, звонки, пакеты данных, транспортные средства и т.п. Эти агенты могут обладать определёнными атрибутами, влияющими на процесс их обработки (например, тип звонка, сложность работы) или накапливающими статистику (общее время ожидания, стоимость).

2. **Пешеходная библиотека** AnyLogic является высокоуровневой библиотекой моделирования движения пешеходов в физическом пространстве. Она позволяет моделировать здания, в которых движутся пешеходы (станции метро, стадионы, музеи), а также улицы и другие места большого скопления людей. С помощью Пешеходной библиотеки вы можете собирать статистику, эффективно визуализировать моделируемый процесс для валидации и представления вашей модели. Вы можете собирать статистику плотности пешеходов в различных областях модели для того, чтобы убедиться, что сервисы смогут справиться с потенциальным ростом нагрузки, вычислить время пребывания пешеходов в каких-то определенных участках модели, выявить возможные проблемы, которые могут возникнуть при перепланировке

интерьера здания, и т.д. В моделях, созданных с помощью блоков Пешеходной библиотеки, пешеходы движутся в непрерывном пространстве, реагируя на различные виды препятствий в виде стен, различных областей и других пешеходов.

3. Железнодорожная библиотека позволяет эффективно моделировать и визуализировать функционирование железнодорожных узлов и железнодорожных транспортных систем любого уровня сложности и масштаба. Сортировочные станции, пути погрузки/разгрузки больших предприятий, железнодорожные станции и вокзалы, станции метрополитена, шаттлы аэропортов, пути на контейнерных терминалах, движение трамваев и даже рельсовая транспортировка в угольных шахтах — все эти задачи могут быть легко и точно промоделированы с помощью Железнодорожной библиотеки.

4. Библиотека дорожного движения позволяет моделировать и визуализировать движение потоков машин. Библиотека поддерживает детализированное, но в то же время высокоэффективное моделирование движения машин на физическом уровне. С ее помощью вы можете промоделировать как движение машин на автомагистрали, так и уличный трафик машин, транспортировку на производстве, парковки и любые другие системы с машинами, дорогами и дорожными полосами.

Использование AnyLogic для моделирования движения на дорожно-транспортной развязке с железнодорожным переездом позволит создать точную и реалистичную модель, что поможет в принятии решений и планировании мер по оптимизации движения на развязке.

2. Дорожно-транспортная развязка с железнодорожным переездом

Дорожно-транспортная развязка с железнодорожным переездом является инженерным сооружением, предназначенным для обеспечения безопасности и эффективности движения на дорогах, пересекающих железнодорожные пути. Принцип работы такой развязки заключается в физическом разделении движения автомобилей и поездов с помощью подходящих инфраструктурных элементов.

Для обеспечения безопасности на дорожно-транспортной развязке с железнодорожным переездом используются светофоры, дорожные знаки и другие сигнальные устройства. Они информируют водителей и пешеходов о приближении поездов.

Эти развязки проектируются с учетом потоков транспорта, скорости движения поездов и безопасности всех участников дорожного движения.

Недопустимо, чтобы транспортное средство оставалось на железнодорожных путях при пробке или заторе. Если автомобиль оказывается на пути при приближении поезда, возникает серьезная опасность столкновения, которая может привести к трагическим последствиям. Поезда обычно движутся с высокой скоростью и имеют длительный тормозной путь, поэтому им необходимо заранее знать, что путь перед ними свободен.

Поэтому необходимо строго соблюдать правила и инструкции, связанные с перекрестками и переездами, а также правила дорожного движения в целом. В случае возникновения пробки или затора на железнодорожном переезде, необходимо предпринять все возможные меры для безопасного освобождения пути и обеспечения непрерывного движения поездов.

3. Создание модели в AnyLogic

Для начала надо добавить на рабочее поле такие объекты, как CarSource, RoadNetworkDescriptor, CarDispose. Это основные элементы для задания транспортной сети. Также нам понадобятся такие элементы, как: SelectOutput, CarMoveTo, и Delay.

С помощью этих элементов построим первую ветвь дорог (рис.1), на которой будет осуществляться движение потока машин, а также заезд на АЗС.

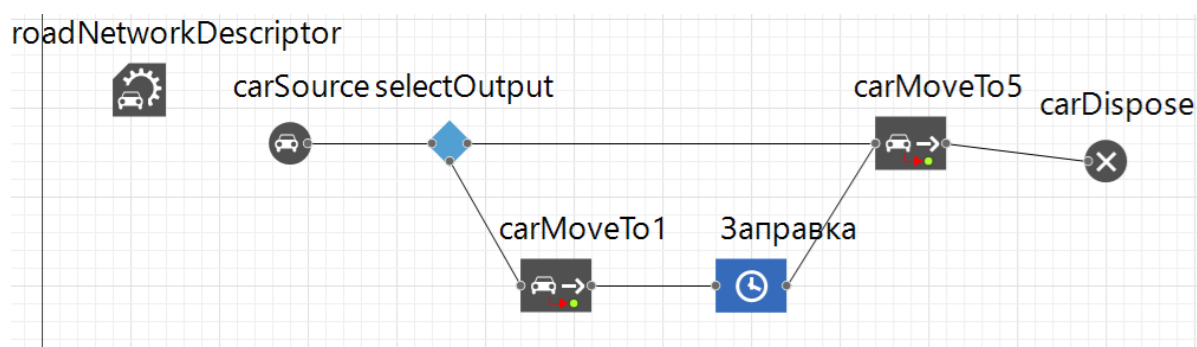


Рис.1 Первая ветвь дорог

Объект RoadNetworkDescriptor показывает пробки.

В объекте CarSource (рис.2) происходит появление машин на выбранной дороге с определенной интенсивностью (2000 в час).

carSource - CarSource

Имя: ☒ Отображать имя

☐ Исключить

Прибывают согласно:

Интенсивность прибытия:

Считать параметры агентов из БД: ☐

Ограниченное кол-во прибытий: ☐

Появляется: ☒ на дороге ☐ на парковке

Дорога:

Помещается на полосу: ☒ основного движения ☐ встречного движения

Случайная полоса: ☒

Рис.2 Свойства объекта CarSource

В объекте SelectOutput (рис.3) происходит выбор, нужно ли заехать на АЗС. Выход true означает, что транспортные средства продолжат движение, не заезжая на АЗС.

selectOutput - SelectOutput

Имя: selectOutput ☒ Отображать имя

☐ Исключить

Выход true выбирается: ☒ Заданной вероятностью
☐ При выполнении условия

Вероятность: 0.9

Рис.3 Свойства объекта SelectOutput

В объекте CarMoveTo (рис.4) определяется цель движения.

carMoveTo5 - CarMoveTo

Имя: carMoveTo5 ☒ Отображать имя

☐ Исключить

Цель движения: ☒ дорога
☐ парковка
☐ стоп-линия
☐ автобусная остановка

Дорога: road1

Доехать до конца полосы: ☒ основного движения
☐ встречного движения

Рис.4 Свойства объекта CarMoveTo

Объект CarDispose отвечает за удаление транспортных средств по достижению ими конечной точки пути.

По такому же принципу строим и вторую ветвь дороги (рис.5). Транспорт, движущиеся по этой дороге, будет пересекать железнодорожный переезд, после чего разъезжаться в две стороны.

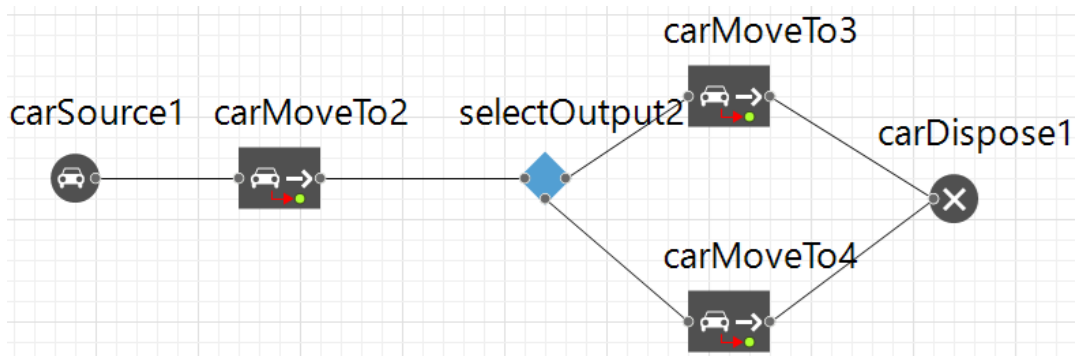


Рис.5 Вторая ветвь дорог

Так как нам необходимо движение Железнодорожного состава через переезд необходимо построить схему и для него (рис.6). Строится она также как и предыдущие схемы.

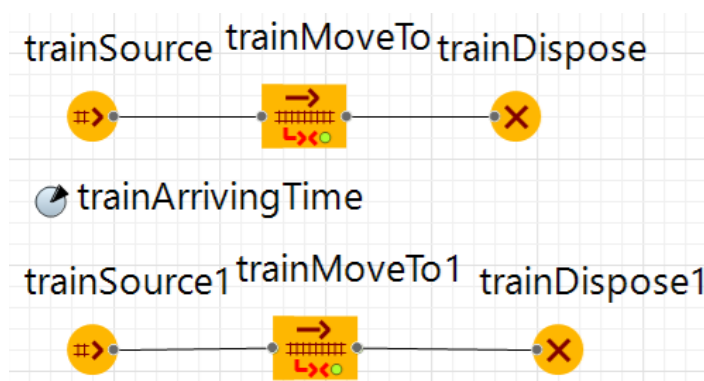


Рис.6 Железнодорожная сеть

Параметром `trainArrivingTime` (рис. 7) задается время между прибытиями поезда (2 мин).

trainArrivingTime - Параметр

Имя: ☒ Отображать имя ☐ Исключить

Видимость: ☒ ла

Тип: ▼

Значение по умолчанию:

☐ Массив системной динамики

Рис.7 Свойства параметра `trainArrivingTime`

В объекте `TrainMoveTo` (рис.8) по прибытию и отбытию поезда будет меняться сигнал светофора (рис. 9), который находится перед переездом.

trainMoveTo - TrainMoveTo

Имя: ☒ Отображать имя ☐ Исключить

Направление движения: ☒ Вперед ☐ Назад

Маршрут:

Цель движения:

Крейсерская скорость: м/с

При начале движения:

Действия

При входе: `trafficLight.switchToNextPhase();`

При приближении к стрелке:

При въезде на путь:

При выезде с пути:

При выезде с ж/д узла:

При выходе: `trafficLight.switchToNextPhase();`

Рис.8 Свойства объекта TrainMoveTo

trafficLight - Traffic Light

Имя: ☒ Отображать имя ☐ Исключить

Задаёт режим работы для: ☐ Стоп-линий перекрестка ☐ Соединителей полос перекрестка ☒ Заданных стоп-линий

Фазы:

Длительности, сек:	infinity	infinity
Стоп-линии:		
stopLine1	<div style="width: 100px; height: 15px; background-color: green;"></div>	<div style="width: 100px; height: 15px; background-color: red;"></div>

Рис.9 Свойства объекта Traffic Light

Добавим моделирование пешеходного перехода (рис.10) после правого съезда.

Необходимо добавить светофор (рис.11) для стоп-линии перед пешеходным переходом.

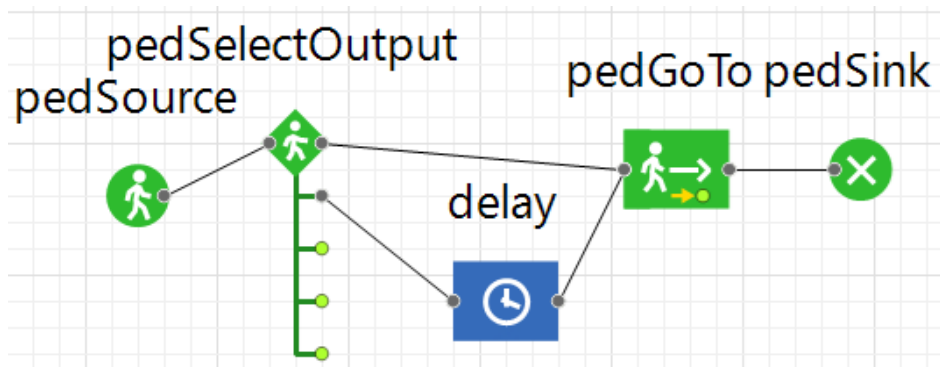


Рис.10 Пешеходное движение

trafficLight1 - Traffic Light

Имя: ☒ Отображать имя

☐ Исключить

Задаёт режим работы для: ☐ Стоп-линий перекрестка
☐ Соединителей полос перекрестка
☒ Заданных стоп-линий

Фазы:

Длительности, сек:	50	50
Стоп-линии:		
ped	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: green;"></div>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: red;"></div>

Рис.11 Свойства объекта Traffic Light для пешеходного перехода

Конечная схема (рис.12) отображает движение потока транспорта с двух направлений (левого и верхнего), а также активность пешеходов и поездов.

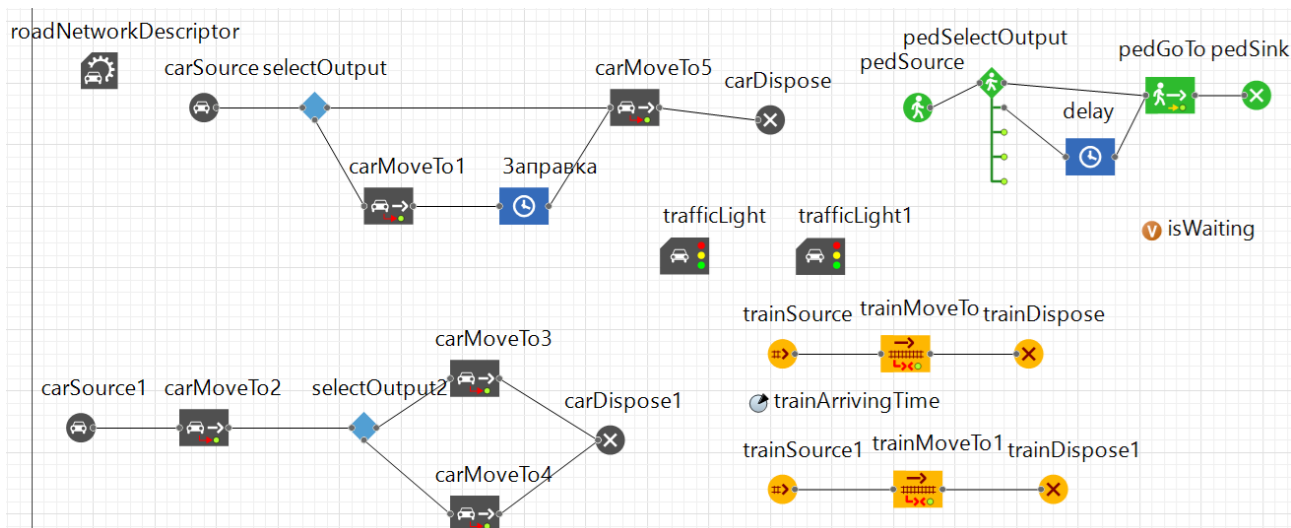


Рис.12 Конечная схема

Далее необходимо нарисовать дорожную сеть (рис.13), за которой будут закреплены схемы управления движением.

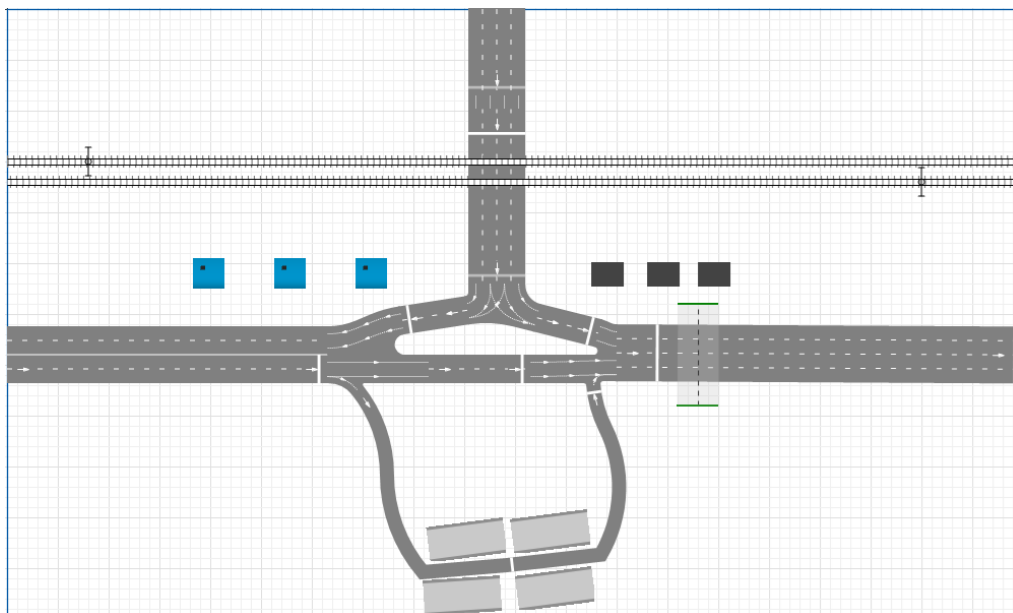


Рис.13 Дорожная сеть в 2D

В результате моделирования были выявлены следующие проблемы:

- Транспорт, движущийся через железнодорожный переезд, мог остаться на путях (рис.14) вследствие пробки, образующейся перед пешеходным переходом.
- Автомобили образовывали пробку на протяжении почти всего съезда к АЗС (рис.15)

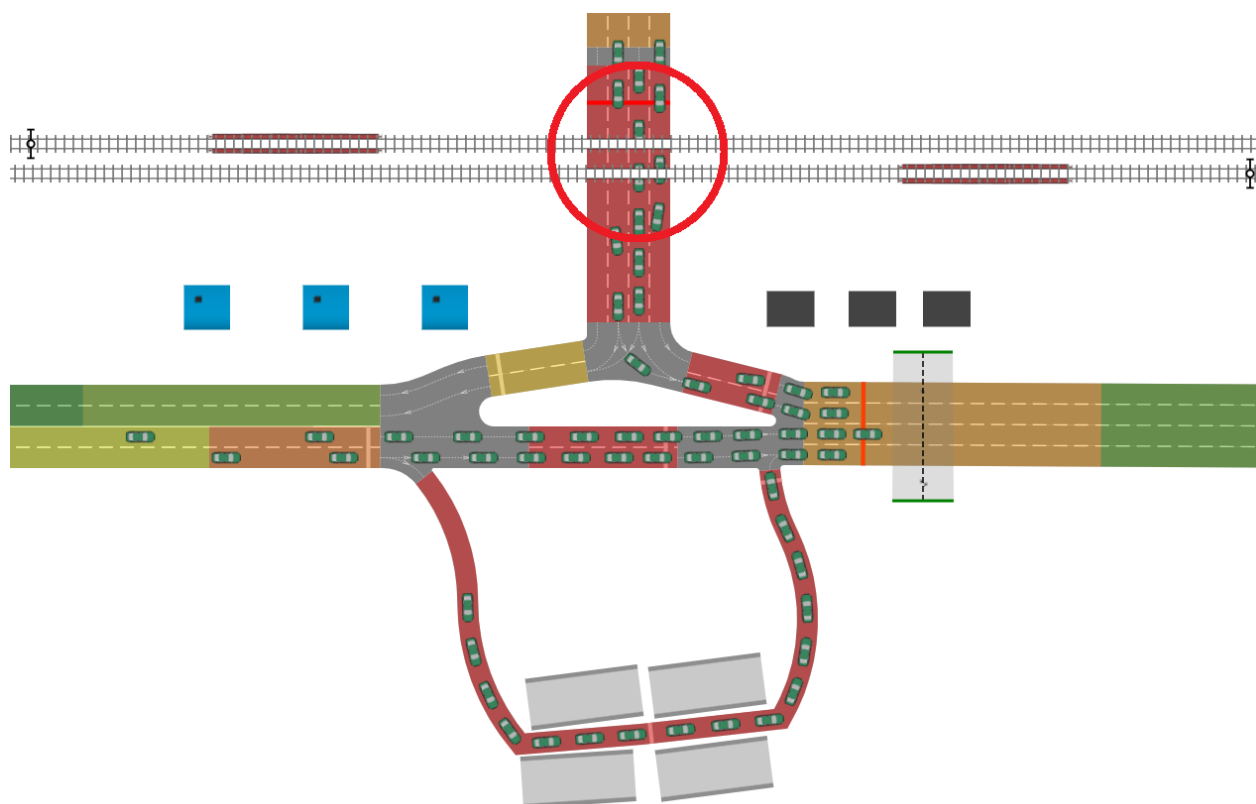


Рис.14 Транспорт, остающийся на железнодорожных путях

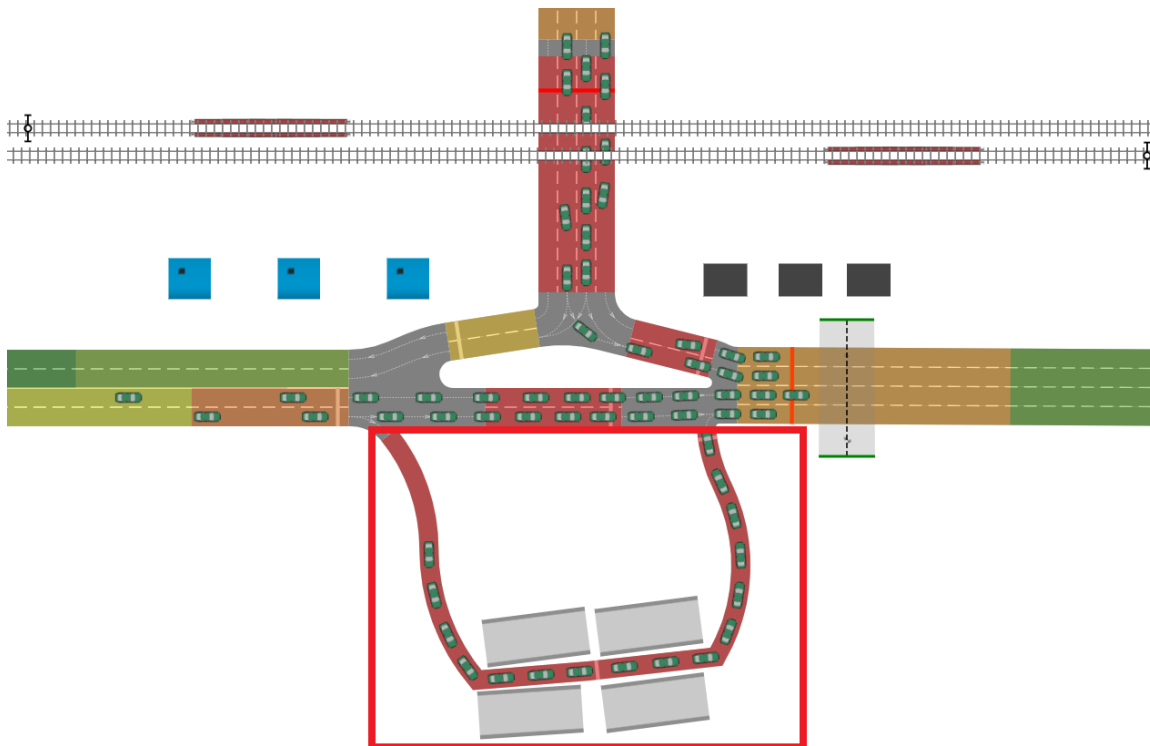


Рис.15 Пробка на съезде к АЗС

Для исправления выявленных проблем были предложены следующие решения:

1. Построить надземный пешеходный переход, что избавит от необходимости остановки транспорта после переезда через железнодорожные пути.
2. Добавить светофор с короткой красной фазой, чтобы автомобили могли быстрее покидать АЗС.

Новый вид схемы представлен на рис. 16

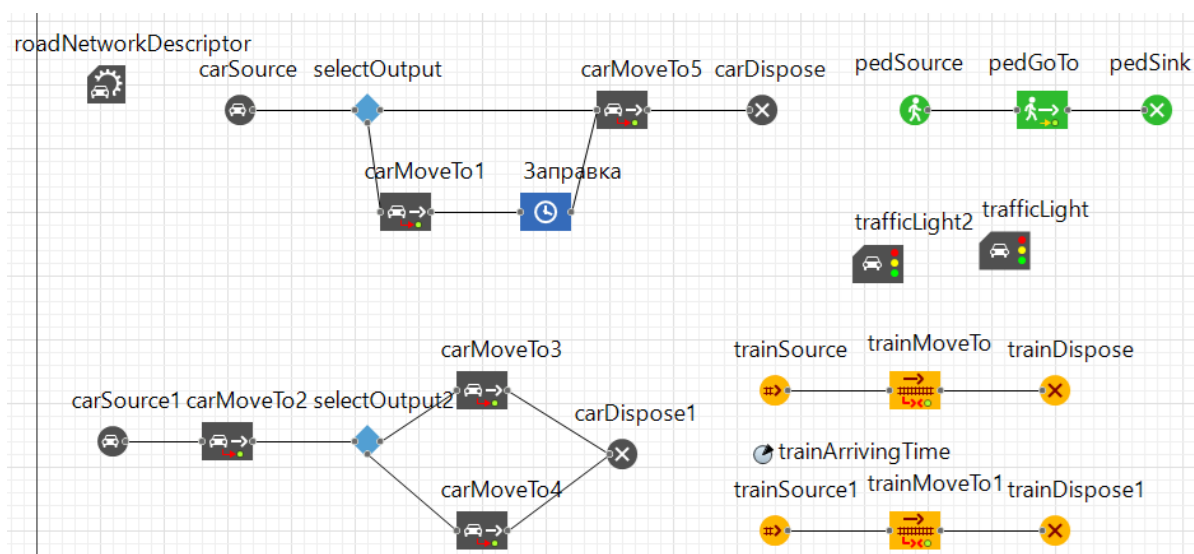


Рис.16 Новый вид схемы

Результат моделирования (рис.17, 18) показал, что выявленные проблемы полностью устранены.

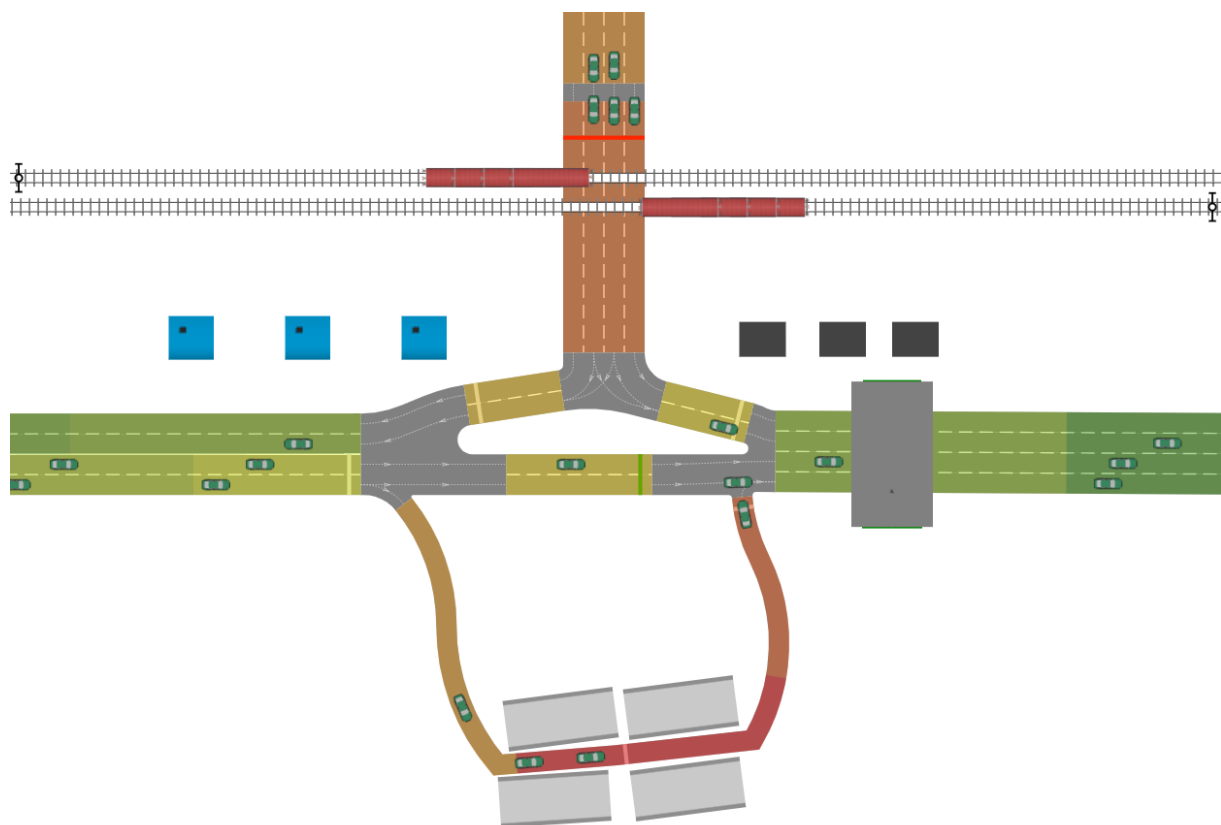


Рис.17 Вид развязки в 2D

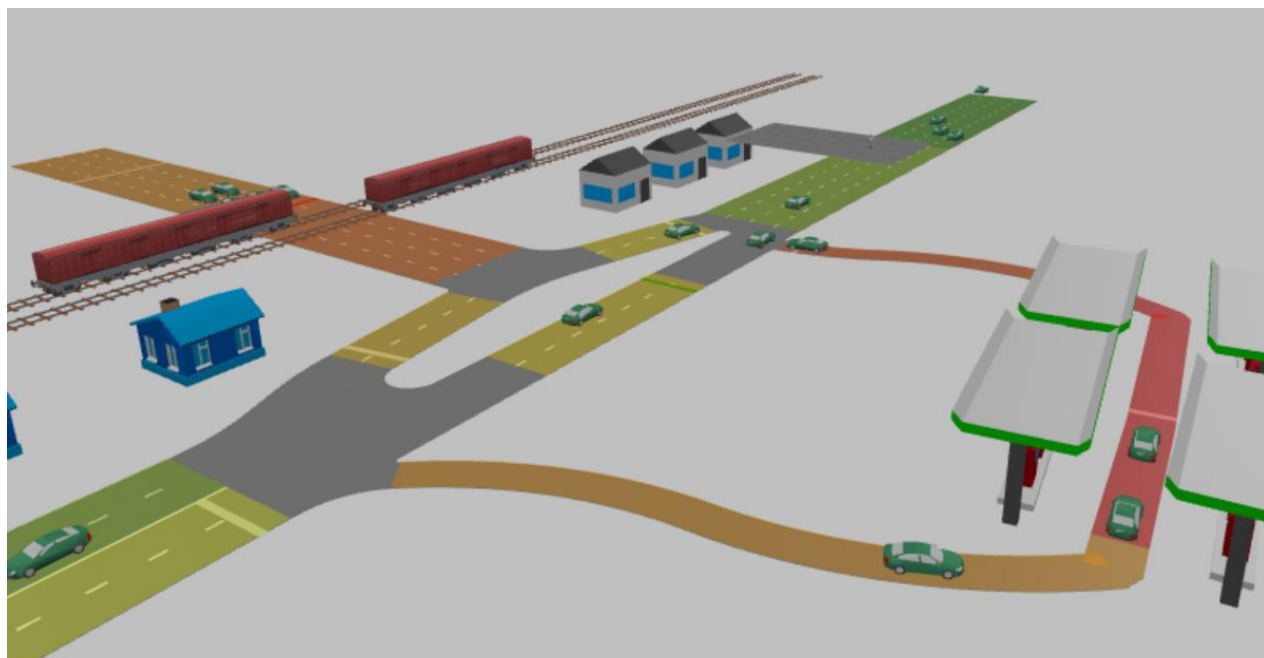


Рис.18 Вид развязки в 3D

Заключение

Важность курсовой работы обусловлена необходимостью обеспечения безопасности участников дорожного движения и оптимизации пропускной способности на дорогах с железнодорожными переездами.

AnyLogic предоставляет широкий набор инструментов и библиотек, таких как Библиотека Дорожного Движения и Железнодорожная Библиотека, с помощью которых получилось смоделировать и точно отразить особенности и требования системы.

Использование AnyLogic в работе позволило создать реалистичную модель дорожно-транспортной развязки с железнодорожным переездом и провести анализ ее эффективности, исследовать различные сценарии, выявить проблемы и принять обоснованные решения в области проектирования и улучшения инфраструктуры. В частности добавление надземного пешеходного перехода и регулировка красного сигнала светофора позволило значительно сократить пробки, обезопасить движение пешеходов и автомобилей, оптимизировать время пребывания в пути всех участников дорожного движения.

Список литературы

1. Бургонутдинов, А. М. Организация и безопасность движения на автомобильных дорогах : учебное пособие / А. М. Бургонутдинов, Б. С. Юшков, А. Г. Окунева. — Пермь : ПНИПУ, 2014. — 234 с. — ISBN 978-5-398-01169-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160318> (дата обращения: 11.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Макаров, И. С. Имитационное моделирование в среде AnyLogic : методические указания / И. С. Макаров, Б. Я. Лихтциндер, Е. Ю. Голубничая. — Самара : ПГУТИ, 2018. — 42 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/182213> (дата обращения: 11.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Горбачев, А. М. Моделирование транспортных систем в среде AnyLogic : учебное пособие / А. М. Горбачев. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2020. — 47 с. — ISBN 978-5-7641-1482-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/222527> (дата обращения: 11.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Макаров, И. С. Имитационное моделирование в среде AnyLogic 8 : методические указания / И. С. Макаров, Б. Я. Лихтциндер, Е. Ю. Голубничая. — Самара : ПГУТИ, 2019 — Часть 1 — 2019. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/223253> (дата обращения: 11.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Лихтциндер, Б. Я. Имитационное моделирование в среде AnyLogic 8 : методические указания / Б. Я. Лихтциндер, И. С. Макаров, Е. Ю.

Голубничая. — Самара : ПГУТИ, 2021 — Часть 2 — 2021. — 96 с. —
Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:
<https://e.lanbook.com/book/301142> (дата обращения: 11.06.2023). — Режим
доступа: для авториз. пользователей.