



В.В. Побединский  
Н.С. Кузьминов  
М.А. Черницын

**ИМИТАЦИОННОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ  
РАБОТЫ АЗС  
В СРЕДЕ ANYLOGIC**

Екатеринбург  
2018

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра сервиса и технической эксплуатации  
транспортных и технологических машин

В.В. Побединский  
Н.С. Кузьминов  
М.А. Черницын

# **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ АЗС В СРЕДЕ ANYLOGIC**

Учебно-методическое пособие  
для выполнения практических занятий  
магистров и обучающихся по направлениям  
23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»,  
23.04.03, 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических  
машин и комплексов для дисциплин «Современные информационные  
технологии в техническом сервисе» и «Компьютерные технологии  
в науке и производстве»

Екатеринбург  
2018

Печатается по рекомендации методической комиссии ИАТТС.  
Протокол № 8 от 13 сентября 2017 г.

Рецензент – заведующий кафедрой автоматизации производственных  
процессов и производств, профессор, д-р техн. наук  
Гороховский А.Г.

Редактор Е.Л. Михайлова  
Оператор компьютерной верстки Е.А. Газеева

---

Подписано в печать 22.06.18		Поз. 15
Плоская печать	Формат 60x84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 1,86	Цена

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ  
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	4
1. Основные принципы работы в системе ANYLOGIC .....	5
1.1. Создание новой модели .....	5
1.2. Обзор интерфейса Anylogic 7 .....	6
1.3. Основные блоки библиотеки моделирования процессов .....	9
1.4. Визуализация имитационной модели .....	10
2. Задания для выполнения практических работ .....	11
Работа №1. Создание модели АЗС .....	11
Работа №2. Визуализация модели АЗС .....	20
Работа №3. Визуализация результатов модели АЗС .....	29
3. Выполнение отчета о практической работе .....	31
Библиографический список .....	32

## ВВЕДЕНИЕ

Роль имитационного моделирования в современном мире очень велика. Трудно переоценить значение имитационного моделирования, так как практически любой процесс в различных сферах деятельности современными средствами может быть адекватно смоделирован. Проведение имитационных экспериментов позволяет оценить влияние изменения различных параметров системы и в дальнейшем принять правильное решение. Имитационное моделирование широко используется в производстве для решения различных проблем от оптимизации промежуточных процессов до стратегического управления. Моделирование позволяет анализировать не только конкретный процесс, но и систему производства в целом, что дает возможность проверить капиталоемкость той или иной стратегии управления. Проведение экспериментов с использованием модели избавляет от необходимости проведения экспериментов в реальной жизни и не мешает работе производства. При помощи моделирования можно легко и быстро разыгрывать различные ситуации на экране компьютера.

На сегодняшний день существует множество программ, позволяющих создать имитационные модели различной сложности. Программное обеспечение Anylogic является инструментом имитационного моделирования, который поддерживает все подходы к созданию имитационных моделей: процессно-ориентированный (дискретно-событийный), системно-динамический и агентный, а также любую их комбинацию. В настоящей работе эта задача рассматривается на примере моделирования работы АЗС.

Пособие предназначено для выполнения практических заданий магистров и обучающихся по направлениям 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», 23.04.03, 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» для дисциплин «Современные информационные технологии в техническом сервисе» и «Компьютерные технологии в науке и производстве».

## 1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ В СИСТЕМЕ ANYLOGIC

В данном разделе будет представлен обзор интерфейса и функций Anylogic [1, 2], необходимых для выполнения задач моделирования.

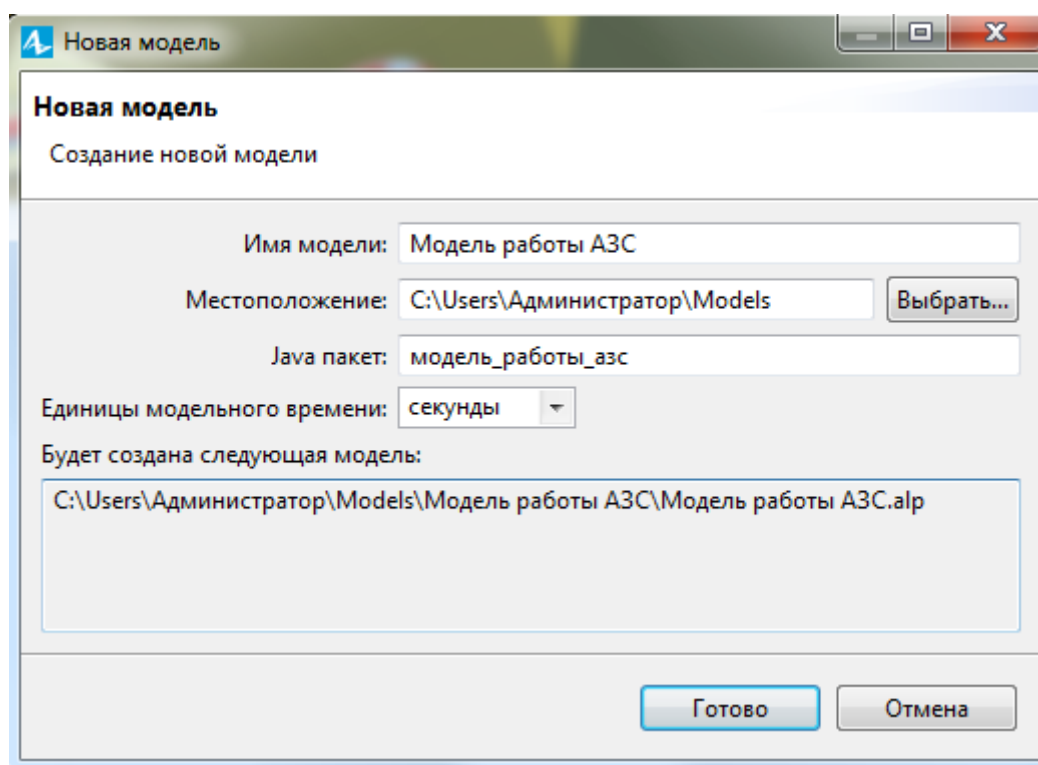
### 1.1. Создание новой модели

Для создания модели нужно нажать кнопку **Создать модель**, находящуюся на начальной странице Anylogic (рис. 1).



Рис. 1. Кнопка для создания новой модели

Появится окно «Новая модель» (рис. 2).



Диалоговое окно «Новая модель» с заголовком «Новая модель» и подзаголовком «Создание новой модели». В окне содержатся следующие элементы:

- Поле «Имя модели»: Модель работы АЗС
- Поле «Местоположение»: C:\Users\Администратор\Models, с кнопкой «Выбрать...»
- Поле «Java пакет»: модель\_работы\_азс
- Список «Единицы модельного времени»: секунды
- Текстовое поле «Будет создана следующая модель»: C:\Users\Администратор\Models\Модель работы АЗС\Модель работы АЗС.alp
- Кнопки «Готово» и «Отмена»

Рис. 2. Окно создания новой модели

В открывшемся окне следует указать имя модели, местоположение (где будет храниться модель) и единицы модельного времени. Затем следует нажать кнопку **Готово**, появится главное окно пользовательского интерфейса, назначение элементов которого приведено на рис. 3.

## 1.2. Обзор интерфейса Anylogic 7

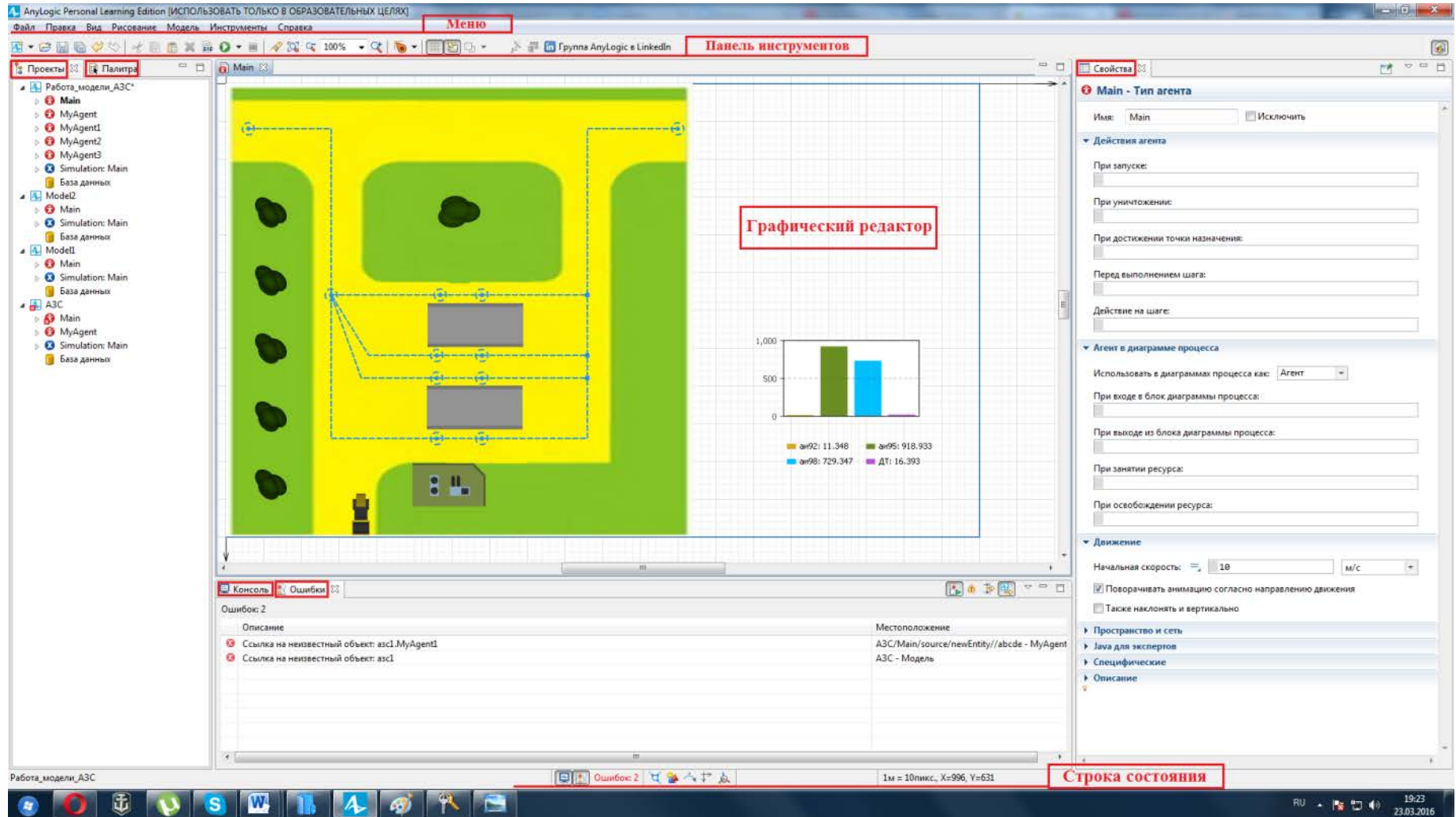


Рис. 3. Общий вид интерфейса Anylogic 7

Панель **Проекты** (рис. 4) обеспечивает легкую навигацию по моделям, открытым в текущий момент времени. Каждая модель представлена в панели в виде иерархического дерева.

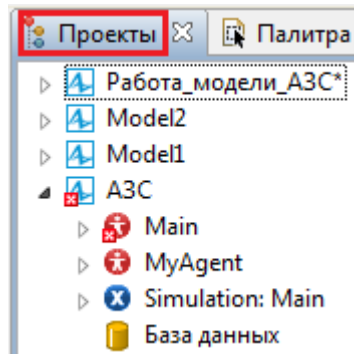


Рис. 4. Панель «Проекты»

Панель **Палитра** (рис. 5) содержит список всех элементов, которые могут быть добавлены на диаграмму агента (эксперимента). Элементы логически разбиты по категориям на несколько закладок («Палитра»). Здесь же отображаются и «Палитры» библиотек Anylogic.

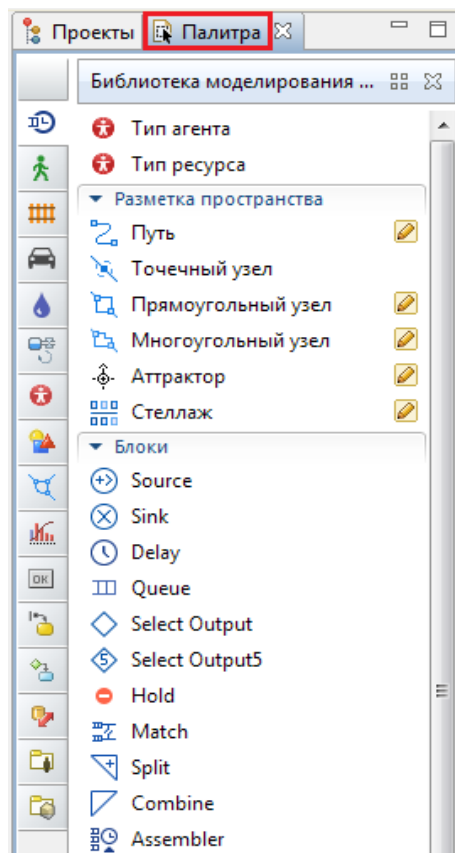


Рис. 5. Панель «Палитра»



Панель **Свойства** (рис. 6) используется для просмотра и изменения свойств выбранного в данный момент элемента (или элементов) модели.

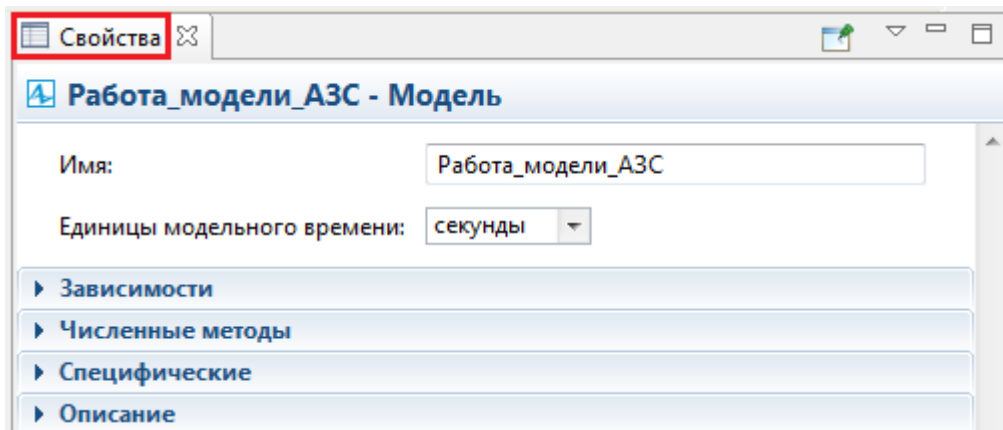


Рис. 6. Панель «Свойства»

Панель **Ошибки** (рис. 7) отображает обнаруженные на этапе построения модели ошибки.

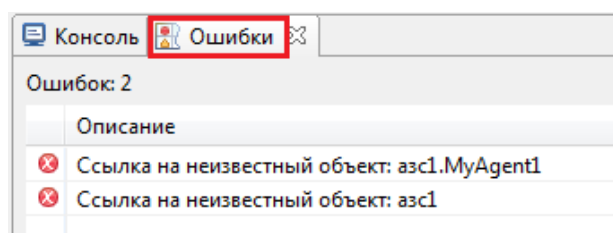


Рис. 7. Панель «Ошибки»

Панель **Консоль** (рис. 8) отображает информацию, выводимую в процессе моделирования, а также позволяет при работе вводить нужную информацию.

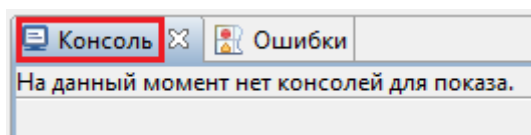


Рис. 8. Панель «Консоль»

Панель **Строка состояния** (рис. 9) расположена в нижней части окна AnyLogic и отображает информацию о выполняемых задачах.

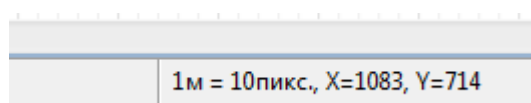


Рис. 9. Строка состояния

**Графический редактор** (рис. 10) предлагает место для визуального редактирования диаграммы типа агентов (или эксперимента).

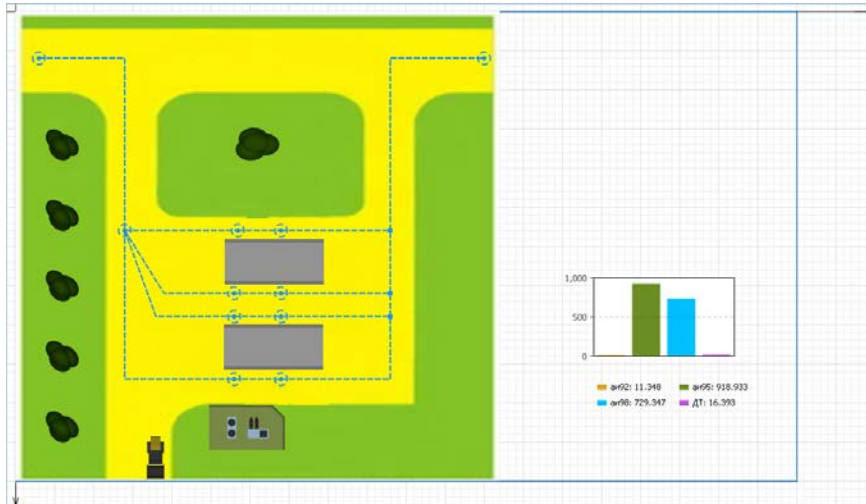


Рис. 10. Графический редактор

Меню **Панели инструментов** предоставляет пользователю быстрый доступ к наиболее часто используемым командам (рис. 11).



Рис. 11. Панель инструментов

Панель **Строка меню** (рис. 12) является разновидностью меню, предоставляющей доступ ко всем функциям программы (или к большинству функций).

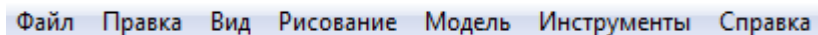


Рис. 12. Панель «Строка меню»

### 1.3. Основные блоки библиотеки моделирования процессов

С помощью блоков библиотеки системы построятся блок-схемы, моделирующие процессы, которые будут происходить с агентами. Объекты могут создавать агентов, контролировать поток агентов, обрабатывать их, работать с ресурсами и перемещать агентов. Объекты условно делятся по своей функциональности на несколько категорий. Ниже представлено краткое описание используемых блоков в данном сборнике практических работ.

- **Source** – создает агентов.

- ⊗ **Sink** – уничтожает поступающих агентов.
- 🕒 **Delay** – задерживает агентов на заданный период времени.
- 🔍 **SelectOutput5** – объект направляет входящих агентов в один из пяти выходных портов в зависимости от выполнения заданных (детерминистических или заданных с помощью вероятностей) условий.
- ➡ **MoveTo** – перемещает агента в новое место сети.
- 🚚 **Conveyor** – моделирует конвейер. Перемещает агентов по пути заданной длины с заданной скоростью (одинаковой для всех агентов), сохраняя их порядок и оставляя заданные промежутки между ними.
- ⌈ **RestrictedAreaStart** – обозначает вход в область процесса, в которой одновременно может находиться ограниченное количество агентов.
- ⌋ **RestrictedAreaEnd** – обозначает выход из области процесса, в которой может находиться только ограниченное количество агентов.

## 1.4. Визуализация имитационной модели

Anylogic позволяет создавать для моделей сложные двумерные презентации. Презентация представляет собой рисунок, составленный из различных фигур: прямоугольников, линий, кругов и т.д., а также элементов управления. У каждой фигуры есть набор свойств, определяющих ее внешний вид: местоположение, размер, цвет и т.д. В данной работе воспользуемся объектом **Изображение** для визуализации модели в 2D (рис. 13).

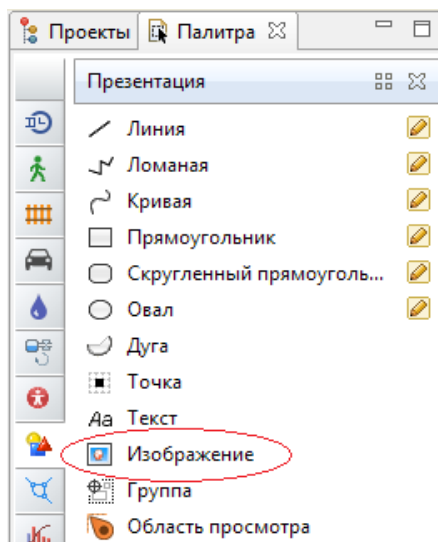


Рис. 13. Блок «Изображение»

Anylogic позволяет создавать трехмерные (3D) анимации моделей. Трехмерная анимация является самым наглядным и реалистичным способом визуализации моделируемого процесса.

Можно также создавать трехмерные анимации из стандартных фигур презентации Anylogic: прямоугольник, овал, линия, ломаная линия и т.д. Теперь у каждой из этих фигур есть возможность добавления третьей размерности – Z-высоты, и они появляются как в двумерной анимации, так и в трехмерной, тем самым можно получить сразу два представления модели.

В данной работе реализуется 3D-модель благодаря объектам из палитры **3D Объекты** (Дерево, Магазин, Автозаправочная станция и т.д.).

## 2. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

### Работа №1. Создание модели АЗС

С помощью программы Anylogic требуется создать имитационную модель автозаправочной станции.

Для начала работы необходимо нажать на кнопку **Создать модель** и задать имя «Модель работы АЗС». Установить единицы в зависимости от физического смысла задачи, в данном случае секунды.

Перенести на поле рабочего пространства блок **Source** для генерации потока автомобилей (рис. 1).



Рис. 1. Добавление блока «Source»

Добавить блок **Delay**. Этот блок будет моделировать время, потраченное автомобилем для того, чтобы доехать до бензоколонки. Для удобства следует назвать этот блок «въезд» (рис. 2).

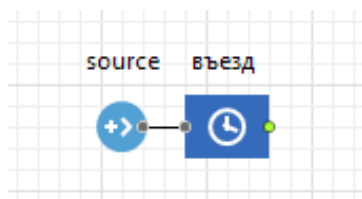


Рис. 2. Добавление блока «Delay» (въезд)

Добавить блок **Select Output5**. Этот блок будет имитировать выбор клиентами вида бензина. Необходимо назвать этот блок «выбор\_бензина». Пусть будет четыре варианта топлива: 92, 95, 98 и дизельное топливо (ДТ) (рис. 3).

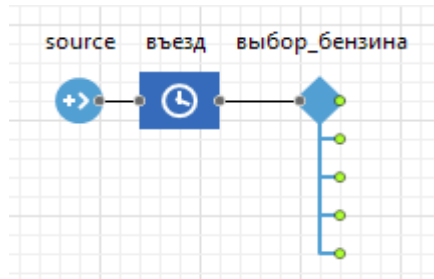


Рис. 3. Добавление блока Select Output5 (выбор\_бензина)

Добавить блоки **Conveyor**. Эти блоки будут задавать очередь на бензоколонку. Следует назвать их «очередь\_на\_92», «очередь\_на\_95», «очередь\_на\_98» и «очередь\_на\_ДТ» (рис. 4).

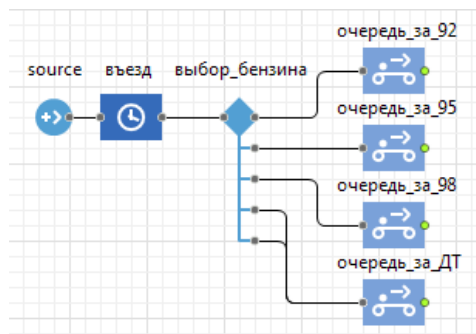


Рис. 4. Добавление блоков Conveyor (очередь)

Добавить блоки **Restricted Area Start** и следует назвать их «обл1», «обл2», «обл3» и «обл4» соответственно. Эти блоки будут моделировать въезд автомобиля в область заправки (рис. 5).

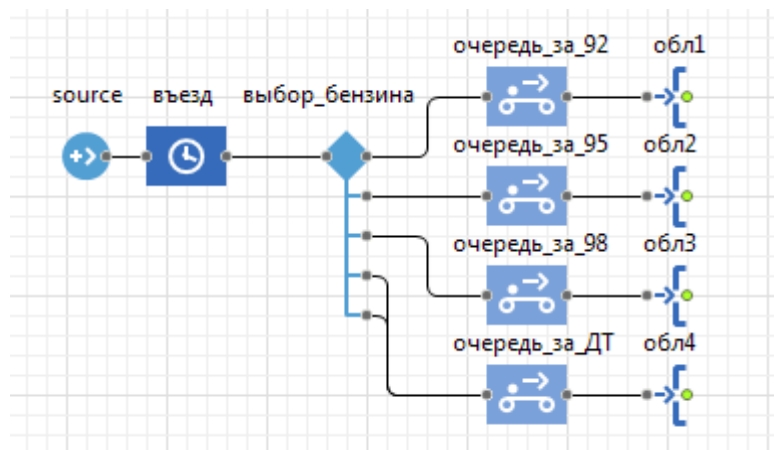


Рис. 5. Добавление блоков «Restricted Area Start» (обл)

Добавить блоки **Conveyor**. Эти блоки следует назвать «подъезжает\_к\_92», «подъезжает\_к\_95», «подъезжает\_к\_98» и «подъезжает\_к\_ДТ» соответственно. Данные блоки будут моделировать подъезд автомобиля к бензоколонке (рис. 6).

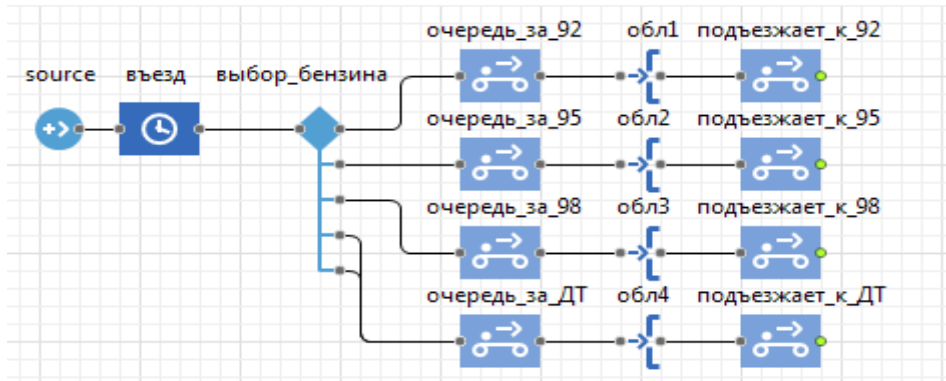


Рис. 6. Добавление блоков «Conveyor» (подъезжает)

Добавить блоки **Delay** и для удобства следует назвать их так, как показано на рис. 7. Данные блоки будут моделировать процесс заправки автомобилей.

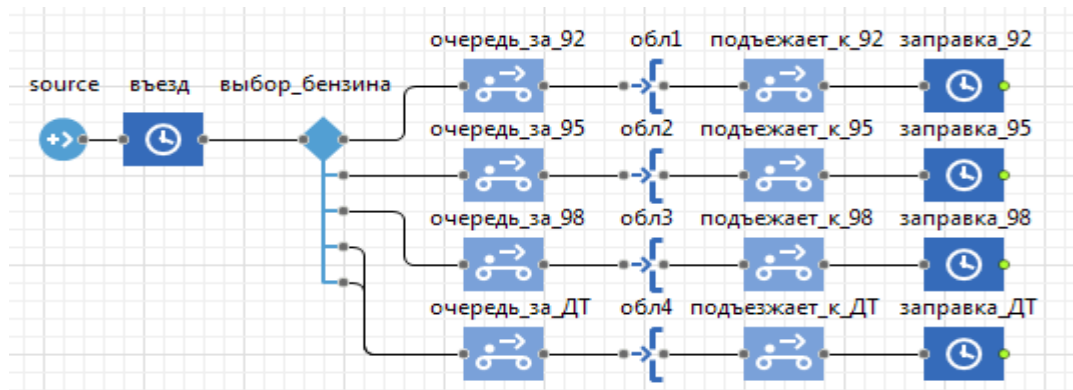


Рис. 7. Добавление блоков «Delay» (заправка)

Добавить блоки **Restricted Area End** и назвать их «обл1End», «обл2End», «обл3End» и «обл4End» соответственно. Данные блоки будут моделировать процесс выезда автомобилей из области заправки (рис. 8).

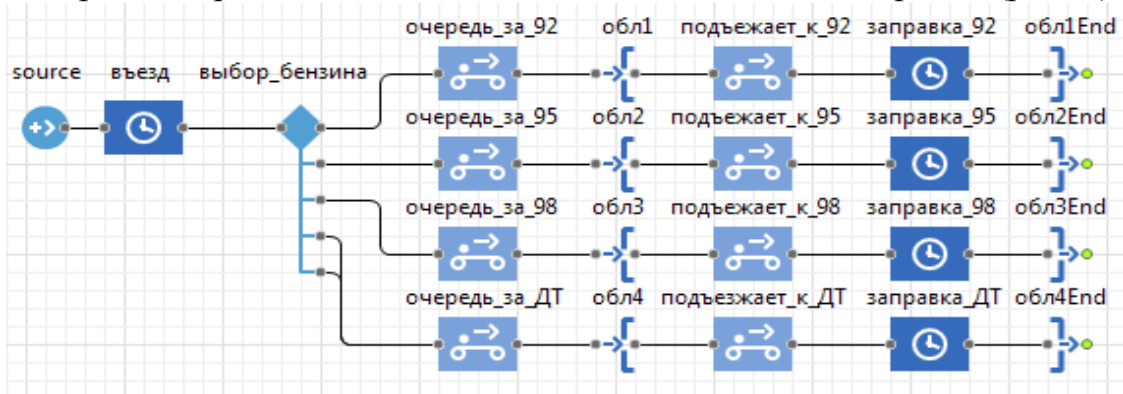


Рис. 8. Добавление блоков «Restricted Area End» (конец области заправки)

Добавить блок **Restricted Area Start** и назвать его «exitStart». Этот блок должен моделировать вход в область выезда автомобиля с АЗС (рис. 9).

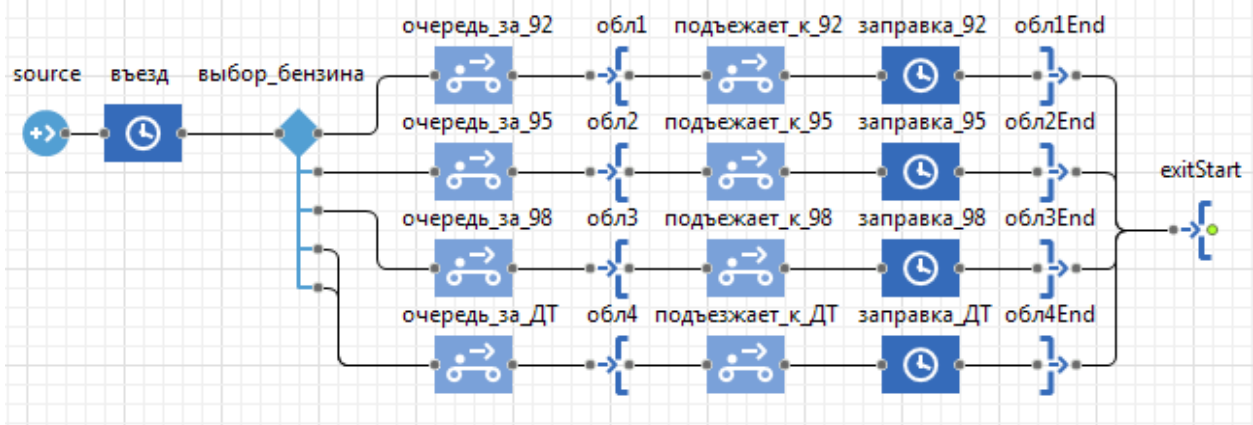


Рис. 9. Добавление блока «Restricted Area Start» (начало области выезда)

Добавить блок **Move To**. Этот блок будет моделировать перемещение автомобиля из зоны АЗС. Для удобства следует назвать его «отъезд» (рис. 10).

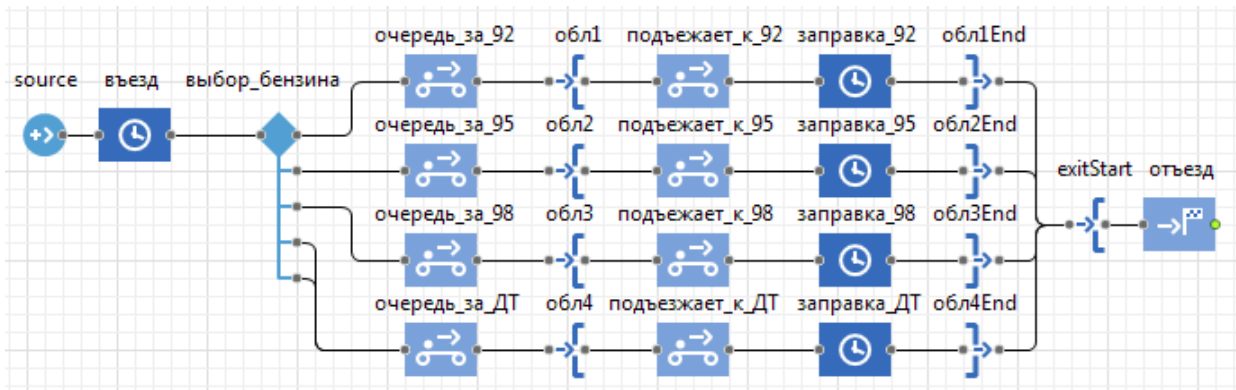


Рис. 10. Добавление блока «Move To» (отъезд)

Добавить блок **Restricted Area End** и назвать его «exitEnd». Данный блок будет моделировать выход из области выезда автомобиля с АЗС. Завершить модель блоком **Sink**.

В результате должен получиться следующий алгоритм, по которому будет работать АЗС (рис. 11).

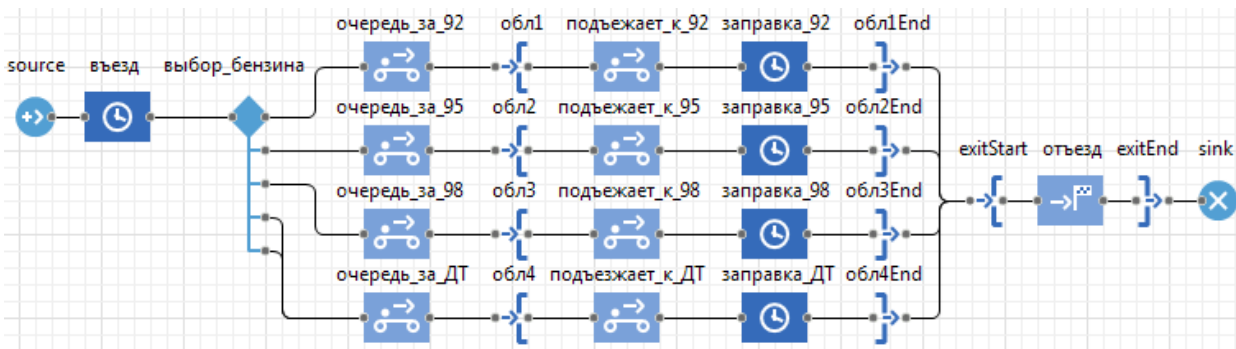


Рис. 11. Алгоритм работы АЗС



Необходимо настроить параметры каждого блока алгоритма. Для этого следует открыть свойства блока **Source**. Настроить параметр **интенсивность прибытия** автомобилей. Для этого в строчке с текстом **Прибывают согласно** нужно установить параметр **Интенсивности**. В строчке **Интенсивность прибытия** установить интенсивность появления машин в минуту. В данном случае установлено 2 машины (рис. 12).

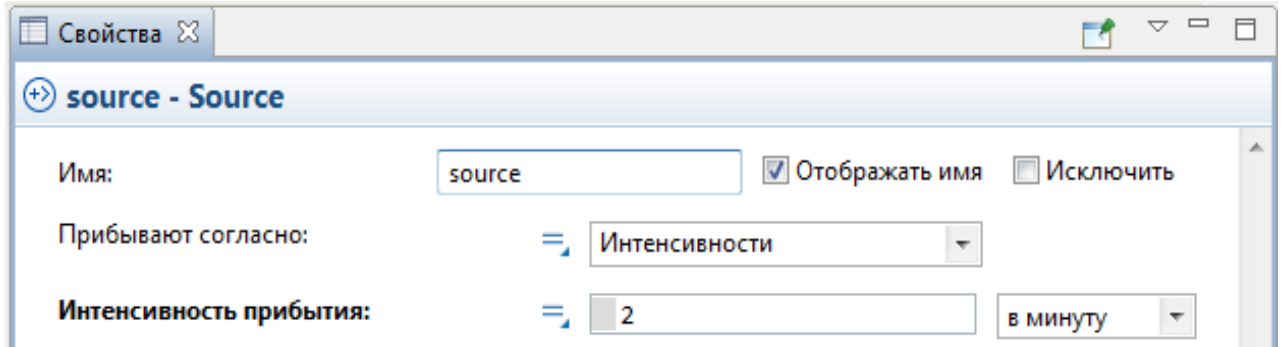


Рис. 12. Изменение свойства блока «Source»

Следует открыть свойства блока **Delay** «въезд». Установить время, которое будет занимать путь автомобиля от въезда на территорию АЗС до очереди на бензоколонку. Так как время подъезда к АЗС является случайной величиной и может зависеть от различных факторов, оно не может быть одинаково у всех автомобилей. Для простоты в данном случае можно воспользоваться треугольным распределением вероятностей. В строке **Время задержки** по умолчанию должно стоять треугольное распределение **triangular**. Если установлен другой параметр, можно выбрать метод распределения вероятностей из списка, нажав на кнопку **Выберите распределение вероятностей** (рис. 13).

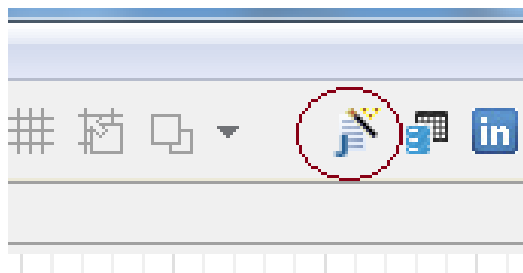


Рис. 13. Кнопка «Выберите распределение вероятностей»

В строке **Время задержки** установить параметр **triangular (5, 8, 10)**, единицы измерения **секунды**. В строке **Вместимость** установить значение 7. Это будет означать, что семь автомобилей одновременно могут подъезжать к АЗС (рис. 14).



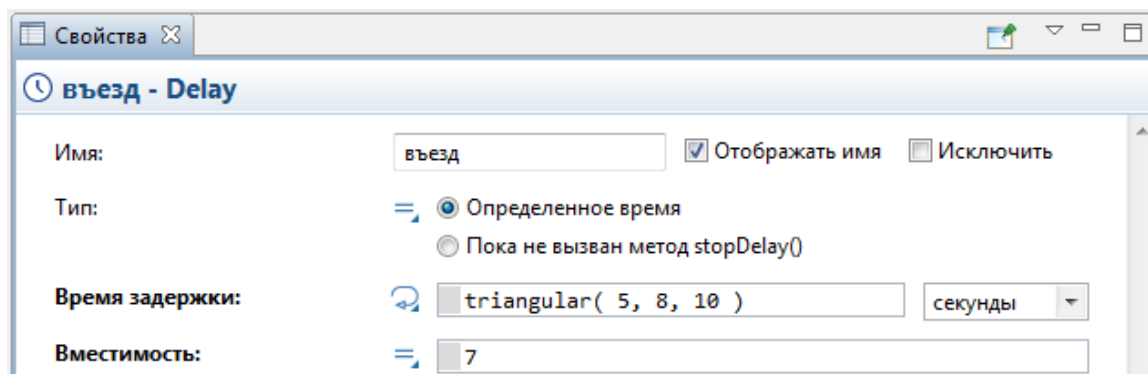


Рис. 14. Изменение свойства блока «Delay» (въезд)

Далее следует открыть свойства блока **SelectOutput5** «выбор\_бензина». В строке **Вероятность** установить параметр 0.25, кроме **Вероятности 4** и **Вероятности 5**. В этих строках установить параметр 0.125, так как они ведут к одному блоку (рис. 15). С этим параметром автомобили будут двигаться к бензоколонкам с 92, 95, 98 и ДТ бензином с одинаковой вероятностью.

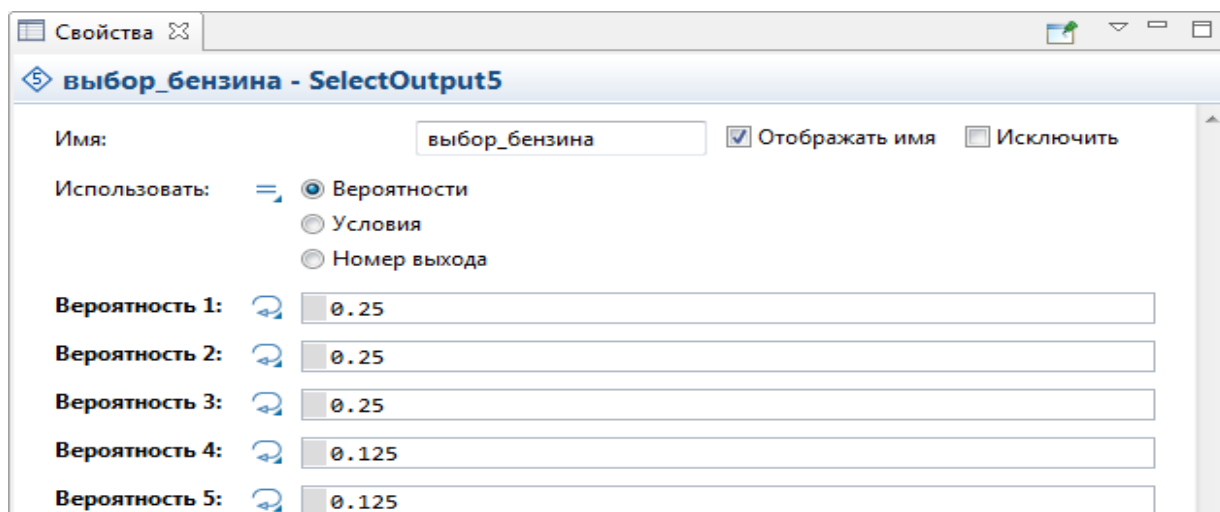


Рис. 15. Изменение свойства блока «SelectOutput5»

Затем нужно открыть свойства блоков **Conveyor**, моделирующие очередь на бензоколонки, и настроить их параметры в строках: **Длина задается Скорость** и **Накапливающий**. В строке **Длина задается** выбрать параметр **Согласно пути**. Это будет означать, что автомобиль начнет передвигаться по заданному пути. В строке **Скорость** выбрать, например, 5 км/ч. Этот параметр задает скорость передвижения автомобиля. В строке **Накапливающий** поставить галочку. Этот параметр будет формировать очередь из автомобилей (рис. 16).

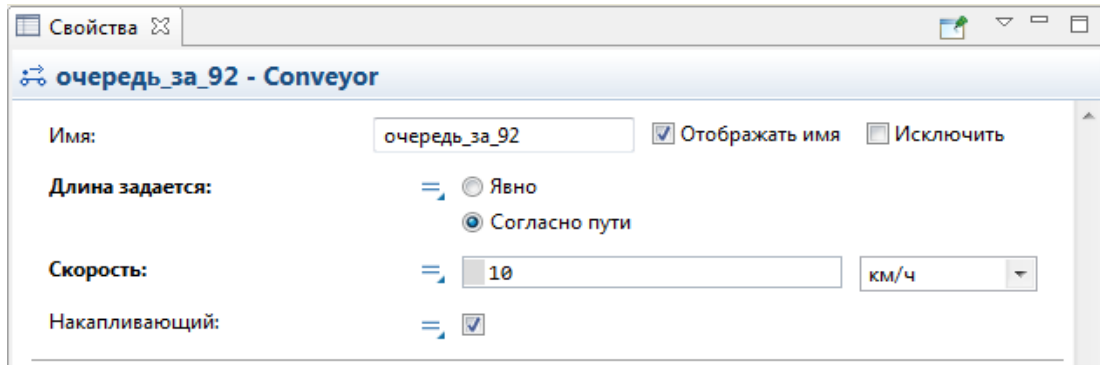


Рис. 16. Изменение свойства блока «Conveyor»

Необходимо настроить максимальную вместимость блокам **RestrictedAreaStart** «обл1», «обл2», «обл3» и «обл4». Указать значение 1. Это означает, что в область заправки будет въезжать только один автомобиль (рис. 17).

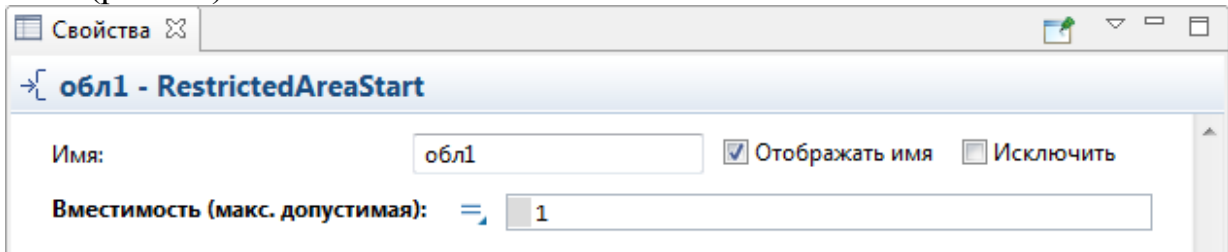


Рис. 17. Изменение свойства блока «RestrictedAreaStart» (обл1)

Параметры блоков «подъезжает\_к\_92», «подъезжает\_к\_95», «подъезжает\_к\_98» и «подъезжает\_к\_ДТ» необходимо сделать такими же, какими они были у предыдущих блоков **Conveyor**.

Открыть свойства блоков **Delay**, отвечающие за время, потраченное на заправку («заправка\_92», «заправка\_95», «заправка\_98» и «заправка\_ДТ»). Установить треугольное распределение вероятностей в строке **Время задержки**. В данном случае установить параметры следующим образом: triangular (30, 40, 60), единицы измерения **секунды**. В строке **Вместимость** ввести число 1 (рис. 18).

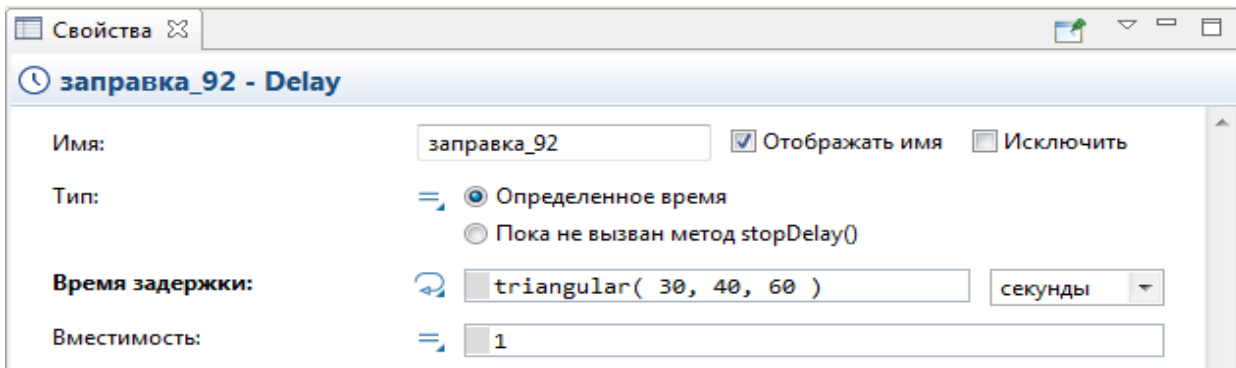


Рис. 18. Изменение свойства блока «Delay» (заправка\_92)

Среднее время процесса заправки будет занимать 40 с, самая быстрая заправка будет за 30 с, самое длительное – 60 с.

Открыть свойства блоков **RestrictedAreaEnd** «обл1End», «обл2End», «обл3End» и «обл4End». В строке **Блок RestrictedAreaStart** выбрать поля «обл1», «обл2», «обл3» и «обл4» соответственно. Тем самым будут обозначены границы области заправки (рис. 19).

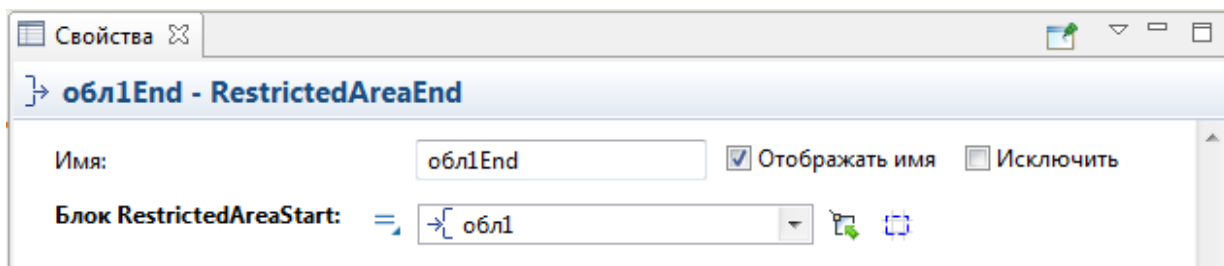


Рис. 19. Изменение свойства блока «RestrictedAreaEnd» (обл1End)

Настроить максимальную вместимость блоку **RestrictedAreaStart** «exitStart». Указать значение 10. Этот параметр задает максимальное количество автомобилей, которое может поместиться в эту область (рис. 20).

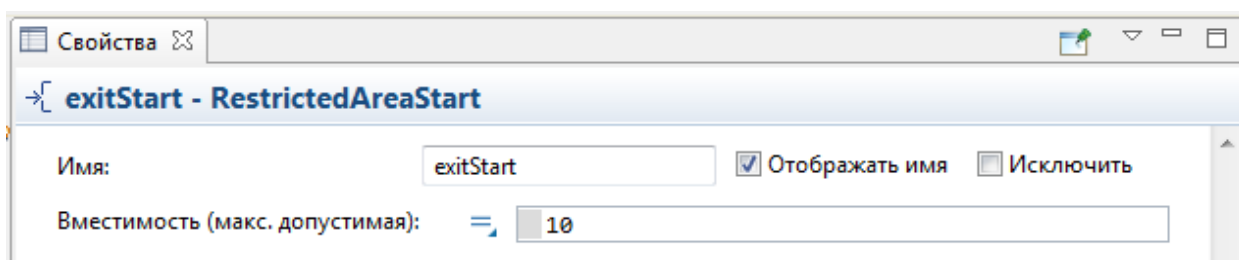


Рис. 20. Изменение свойства блока «Restricted Area Start» «(exitStart)

Открыть свойства блока **MoveTo** «отъезд». Установить в строке **Агент** параметр **перемещаться**. Это означает, что автомобиль будет выезжать из АЗС (рис. 21).

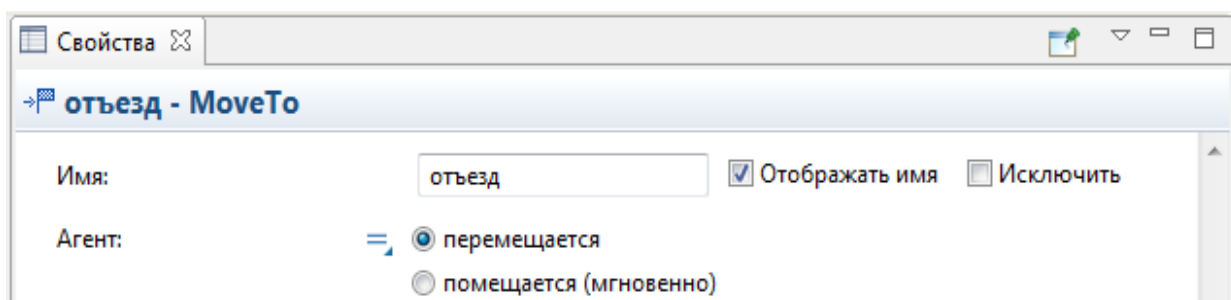


Рис. 21. Изменение свойства блока «Move To»

Открыть свойства блока **RestrictedAreaEnd**. В строке **Блок RestrictedAreaStart** выберите «exitStart». Это означает, что вы определили границы области выезда автомобиля с АЗС (рис. 22).

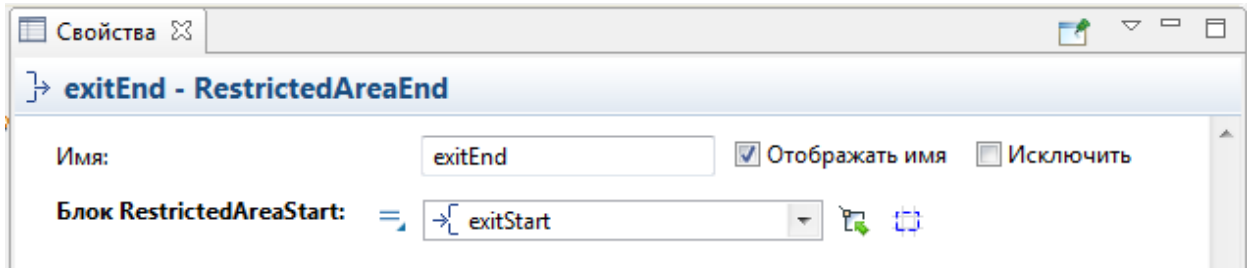


Рис. 22. Изменение свойства блока «RestrictedAreaEnd» (exitEnd)

Проверить работу модели на отсутствие ошибок. Для этого нажать клавишу F5 и кнопку интерфейса **Запустить** (рис. 23).

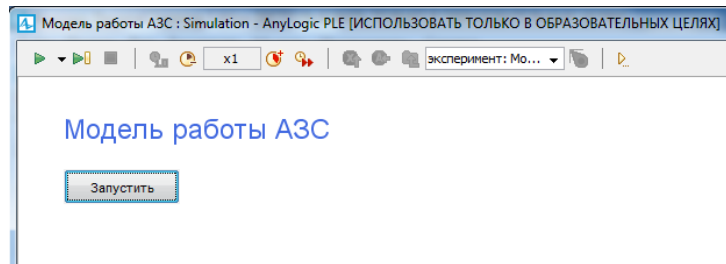


Рис. 23. Окно запуска модели

Модель запущена (рис. 24). Для наглядности работы модели все блоки анимированы, также показаны числовые показатели каждого блока.

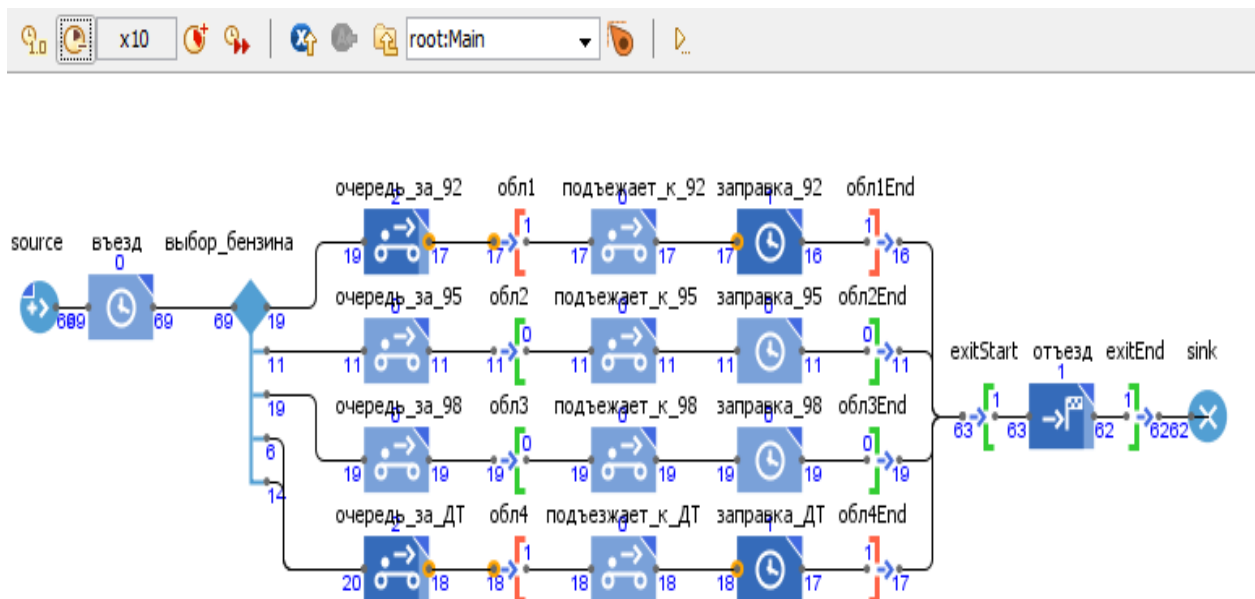


Рис. 24. Работающая модель АЗС

Чтобы ускорить работу модели, можно нажать кнопку **Ускорить** (рис. 25).



Рис. 25. Кнопка ускорение работы модели

Физическая модель работы АЗС создана.

## Работа № 2. Визуализация модели АЗС

Для начала процесса визуализации необходимо найти подходящее изображение (фон), поверх которого будет воспроизведена анимация модели АЗС.

Необходимо поместить изображение местности, на которой будет располагаться АЗС, на поле рабочего пространства. Далее нужно открыть вкладку **Палитра**. В секции **Презентация** перенести изображение на рабочее пространство. В свойствах нажать **Добавить**. Откроется диалоговое окно «Открыть». Следует выбрать необходимое изображение. Для блокирования изображения на поле рабочего пространства в свойствах следует нажать кнопку **Блокировать** (рис. 1, 2).

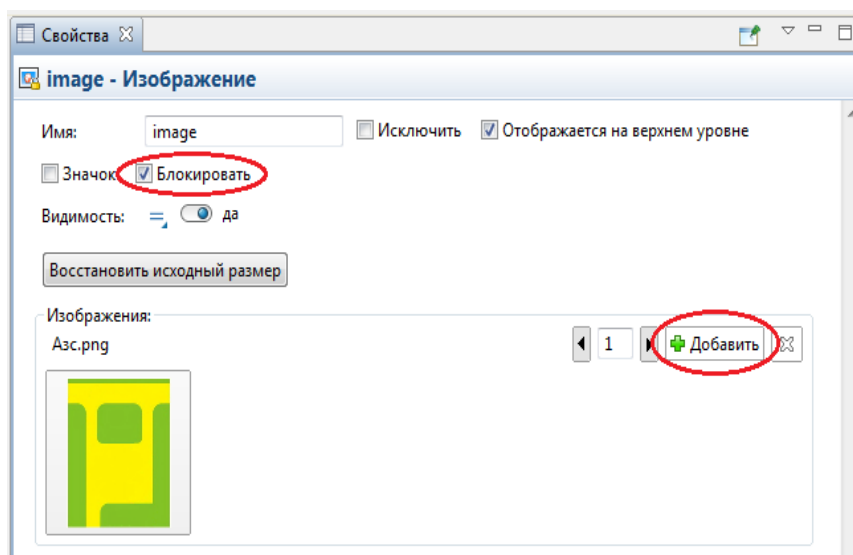


Рис. 1. Изменение свойства изображения



Рис. 2. Изображение на рабочем пространстве

Необходимо перейти в секцию **Библиотека моделирования процессов**. Переместить на изображение объект **Точечный узел** и присвоить его блоку **Source**. Для этого во вкладке **Свойства** в строке **Местоположение прибытия** нужно выбрать **Узел сети/ГИС**, в строке узел выбрать **point**. Этот объект показывает, откуда будет начинаться движение автомобилей (рис. 3, 4).

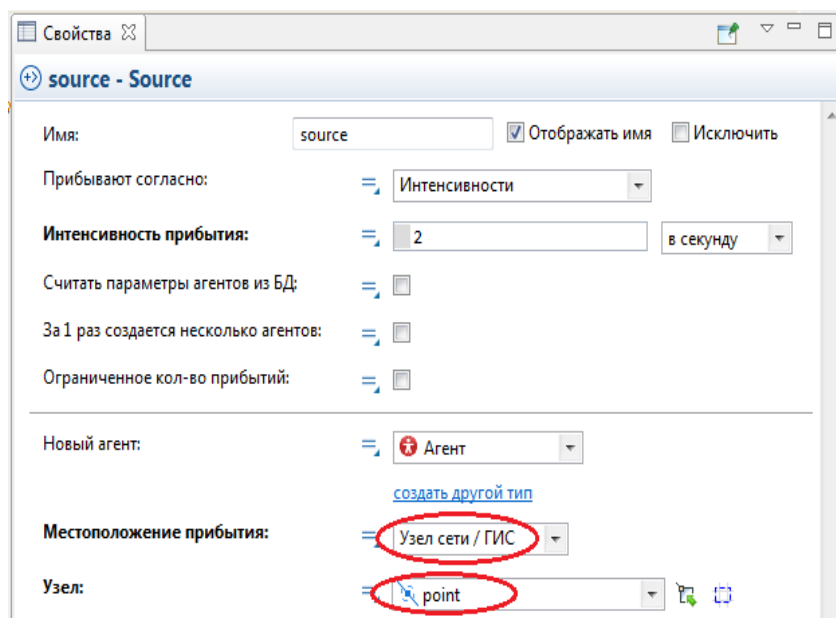


Рис. 3. Изменение свойств блока «Source»

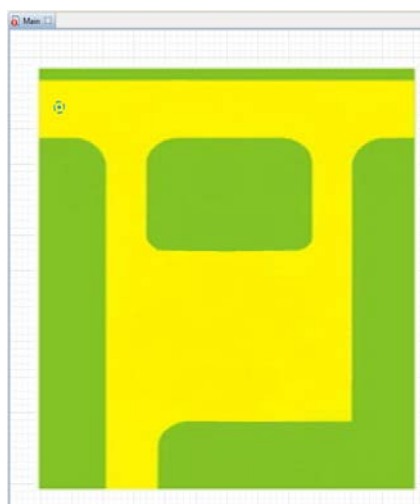


Рис. 4. Добавление объекта «Точечный узел»

Далее нужно указать направление автомобиля. Для этого необходимо добавить объект **Путь** и присвоить его блоку «въезд», для чего в свойствах в строке **место агентов** нужно выбрать **path** (рис. 5, 6).

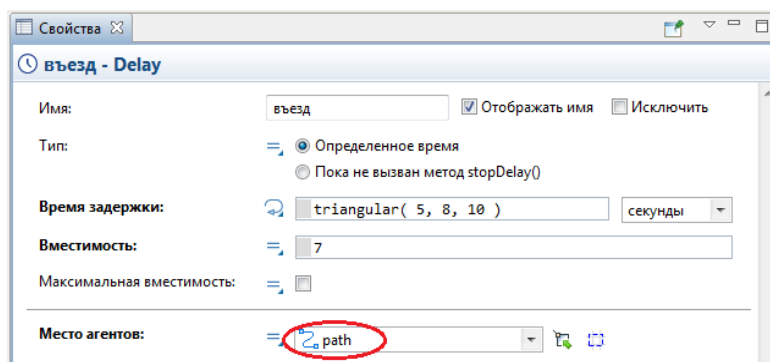


Рис. 5. Изменение свойства блока «Delay»

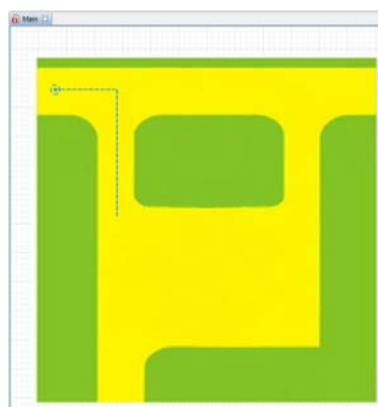


Рис. 6. Добавление объекта «Путь»

Далее необходимо распределить движение на АЗС по типу бензина. Для этого нужно добавить объект **Точечный узел**, из которого следует провести четыре линии объекта **Путь**, которые будут направлены к колонкам с разными видами топлива (рис. 7). Затем добавленные пути следует привязать к блокам «очередь\_на\_92», «очередь\_на\_95», «очередь\_на\_98», «очередь\_на\_ДТ».

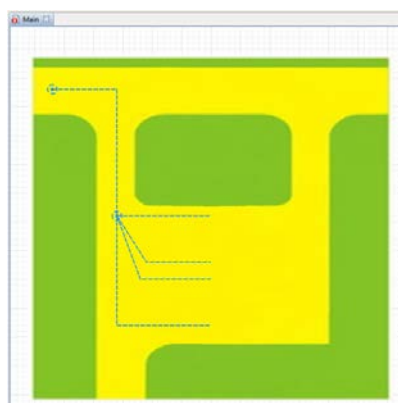


Рис. 7. Добавление объекта «Путь четыре линии»

Необходимо добавить объекты **Точечные узлы**, чтобы обозначить границы между путями. Объекты **Пути** следует присвоить блокам «подъезд\_к\_92», «подъезд\_к\_95», «подъезд\_к\_98» и «подъезд\_к\_ДТ» (рис. 8).

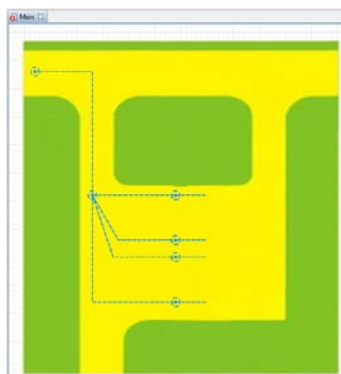


Рис. 8. Добавление объектов «Точечный узел» и «Путь»

Далее необходимо обеспечить запуск процесса заправки. В конце каждого **Пути** добавить **Точечный узел** и присвоить их блокам «заправка\_92», «заправка\_95», «заправка\_98» и «заправка\_ДТ» соответственно (рис. 9).

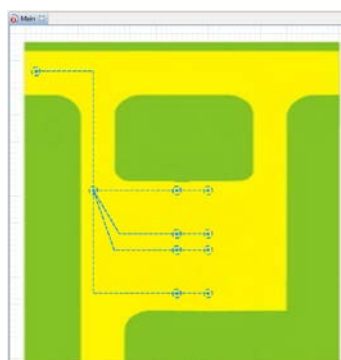


Рис. 9. Добавление объектов «Точечный узел»

После заправки автомобилю следует покинуть АЗС. Для этого от присвоенного блоку «заправка\_92» **Точечного узла** следует провести **Пути** к выходу с территории АЗС. Пути от остальных заправок присоединить к пути от «заправка\_92». В конце добавить **Точечный узел** и присвоить его блоку «отъезд». Должна получиться схема движения автомобилей (рис. 10).

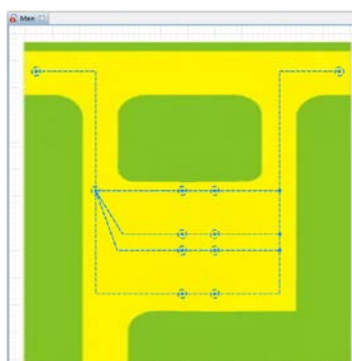


Рис. 10. Траектория движения автомобилей



Чтобы вместо точек перемещались машины, необходимо создать нового агента. Для этого в **Библиотеке моделирования процессов** выбрать вкладку **Тип агента** (рис.11). Переместить его на рабочее пространство. Должно появиться окно «Создание агентов». Из предложенных вариантов выбрать автомобиль и нажать кнопку «Готово». Вверху должна появиться новая вкладка **MyAgent**, в которой разместится выбранный нами объект. Далее в блоке **Source** во вкладке «Свойства» в строке «Новый агент» следует выбрать **MyAgent** (рис. 12). Теперь при запуске модели перемещаться будут автомобили (рис. 13).

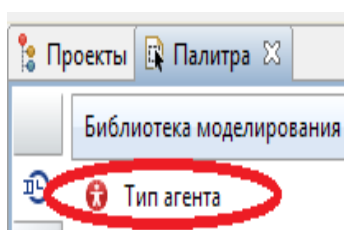


Рисунок 11. Объект «Тип Агента»

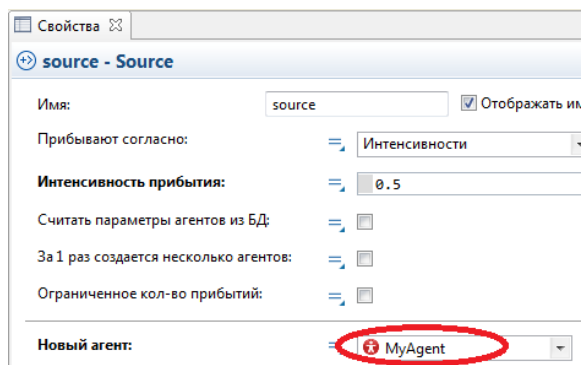


Рис. 12. Изменение свойства блока «Source»

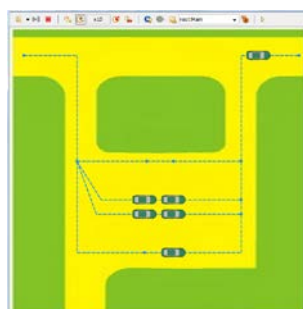


Рис. 13. Движение автомобилей по заданной траектории

Далее следует расставить 3D-объекты. В секции **3D-объекты** в поле **Палитра** необходимо переместить нужные объекты (рис. 14).

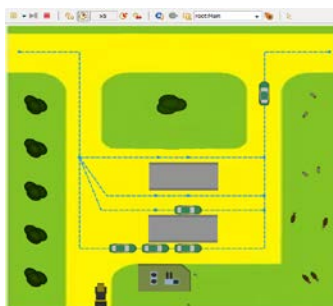


Рис. 14. Расстановка 3D-объектов на территории АЗС

Чтобы получить 3D-изображение, необходимо из секции **Презентации** перенести на рабочее пространство объект **3D окно** (рис. 15).

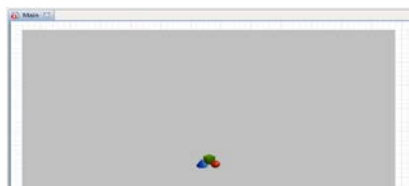


Рис. 15. Добавление объекта «3D окно»

Нужно зафиксировать положение картинки в «3D окне». Для начала необходимо в свойствах «3D окна» в строке **Тип навигации** выбрать вкладку **Полная**. Далее нужно запустить модель. Чтобы перейти в «3D окно», необходимо нажать на кнопку **Показать область** далее [window3d] (рис. 16). Следует отрегулировать нужное положение картинки в «3D окне» (чтобы переместить в нужное место, необходимо нажать и удерживать левую кнопку мыши (ЛКМ) на картинке; чтобы повернуть в нужное направление, необходимо удерживать кнопку Alt и нажать ЛКМ на картинке). После установки нужного местоположения картинки нужно нажать ПКМ и выбрать поле **Копировать положение камеры**. После этого закрыть запущенную модель. Из секции **Презентация** перенести объект **Камера** и в свойствах нажать кнопку «Вставить координаты из Буфера обмена». Далее в свойствах «3D окна» в строке **Камера** нужно выбрать запись **camera**. Теперь положение картинки в «3D окне» зафиксировано (рис. 17, 18).

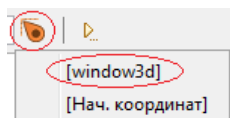


Рис. 16. Кнопка «Показать область»

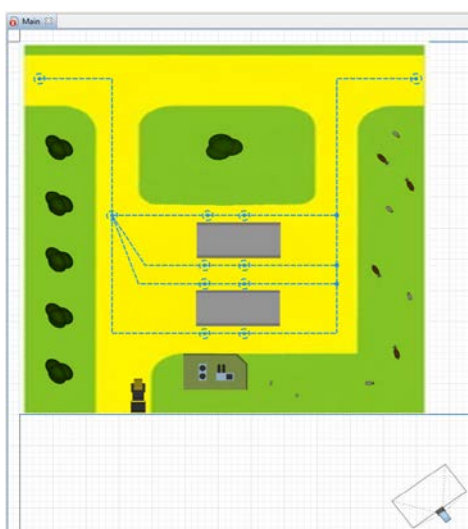


Рис. 17. Добавление объекта «Камера»

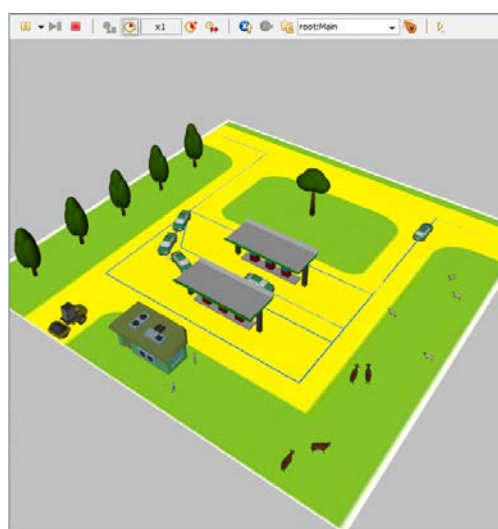


Рис. 18. Вид с камеры

Для освещения территории АЗС можно добавить свет. Для этого в секции **Презентация** необходимо перенести на рабочее пространство объект **Свет** (рис. 19).

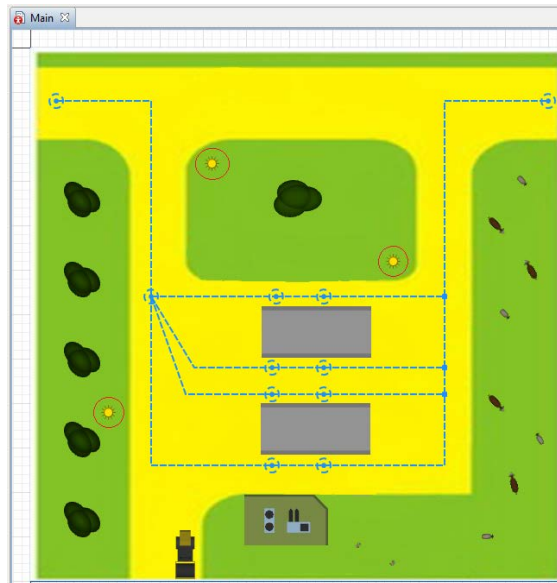


Рис. 19. Добавление объекта «Свет»

Некоторым 3D-объектам следует задать движение. Для начала нужно удалить те 3D-объекты, которые мы хотим заставить двигаться. После этого создать три новых агента (названия, например, рабочий, корова, баран). Далее создать для них логику из блоков **Source** и **Delay** (конец блока **Delay** нужно соединить с началом, как показано на рис. 20).

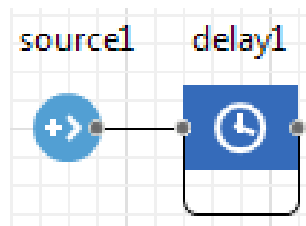


Рис. 20. Создание логики для движения агентов

Далее нужно визуализировать траекторию движения агентов. Для этого необходимо перенести объект **Точечный узел**. Затем нужно провести произвольный **Путь** и замкнуть его в этом же **Точечном узле** (рис. 21).

В свойствах блока **Source** в строке **Интенсивность прибытия** указываем 1 в миллисекунду. В строке **Ограниченное кол-во прибытий** поставим галочку и в появившейся строке **Максимальное кол-во прибытий** указать 1. Также указать нужного агента в строке **Новый агент**, **Местоположение прибытия** и **Узел** (рис. 22).

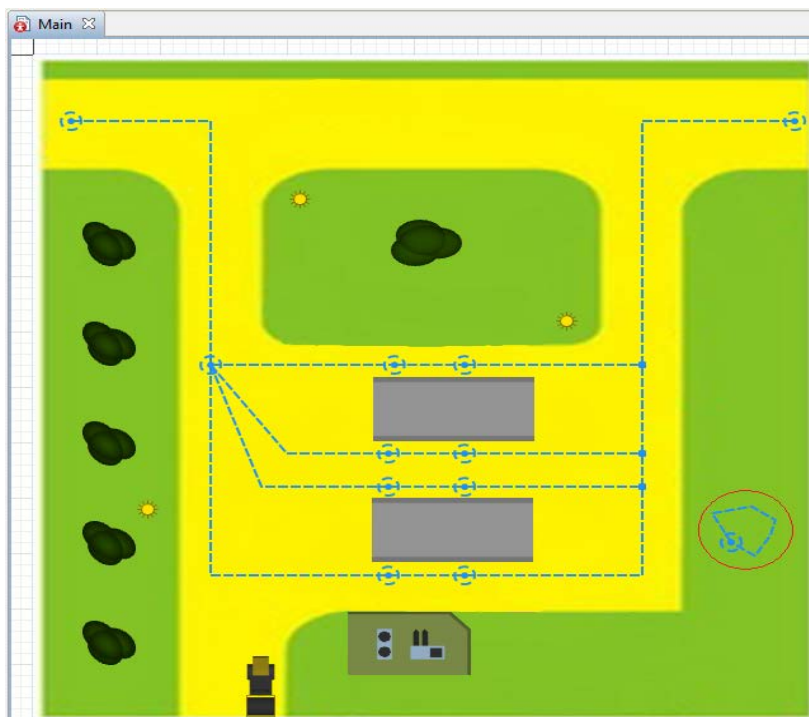


Рис. 21. Создание траектория движения агентов

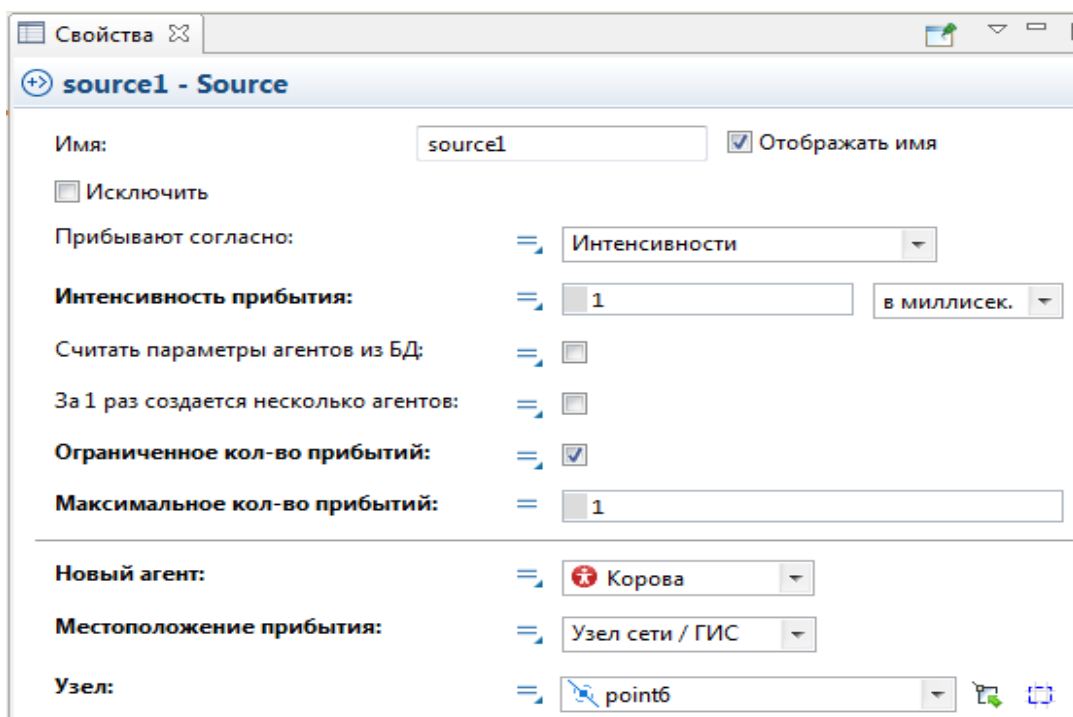


Рис. 22. Изменение свойства блока Source1

В свойствах блока **Delay** нужно указать **Время задержки**, **Вместимость** и **Место агентов**, как показано на рис. 23.

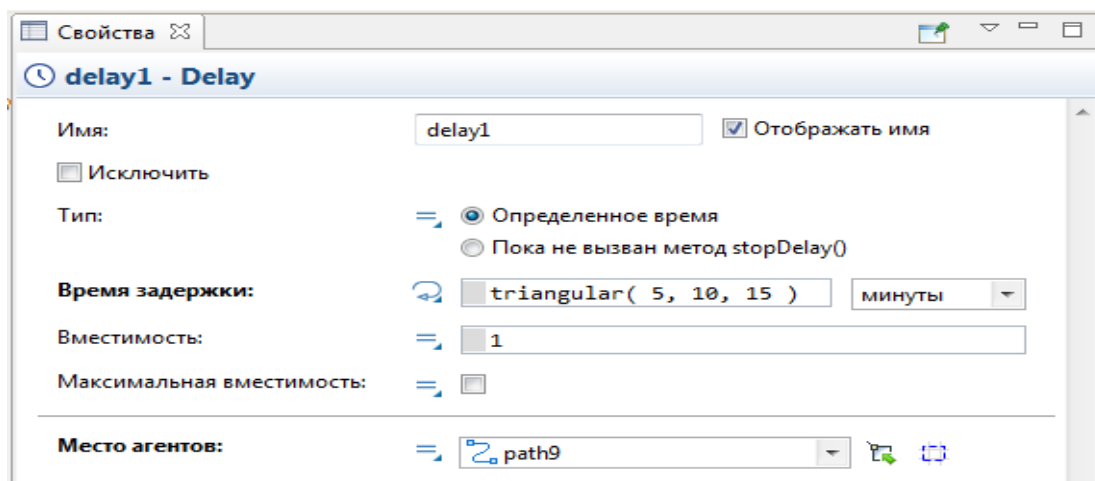


Рис. 23. Изменение свойства блока «Delay1»

Теперь при запуске модели данный объект будет перемещаться по заданной траектории и возвращаться в одну и ту же точку. Такие же действия необходимо сделать для всех 3D-объектов, которые нужно заставить двигаться (рис. 24).

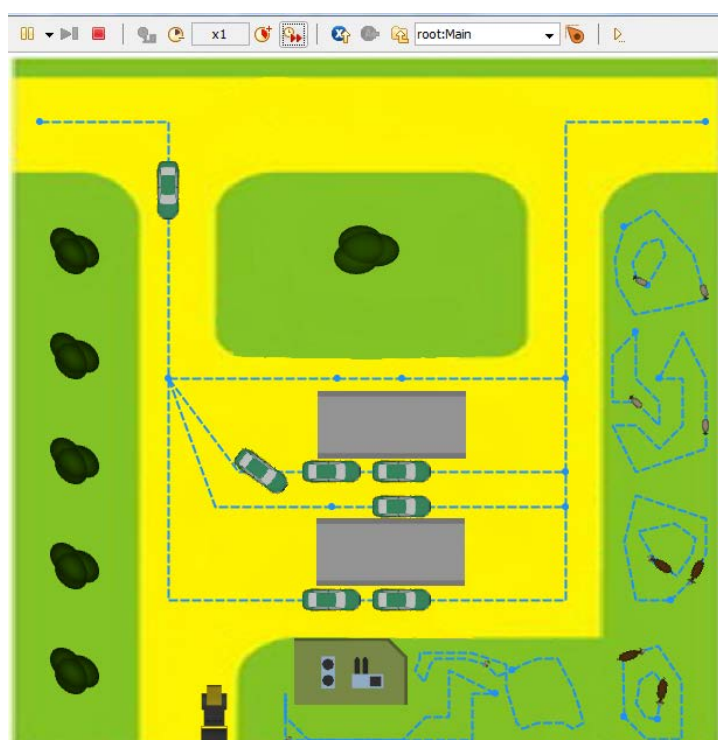


Рис. 24. Движение агентов по траектории

Необходимо скрыть траекторию движения агентов. Для этого нужно выделить всю траекторию и в свойствах в строке **Отобразить в** необходимо выбрать **Только в 2D** (рис. 25).

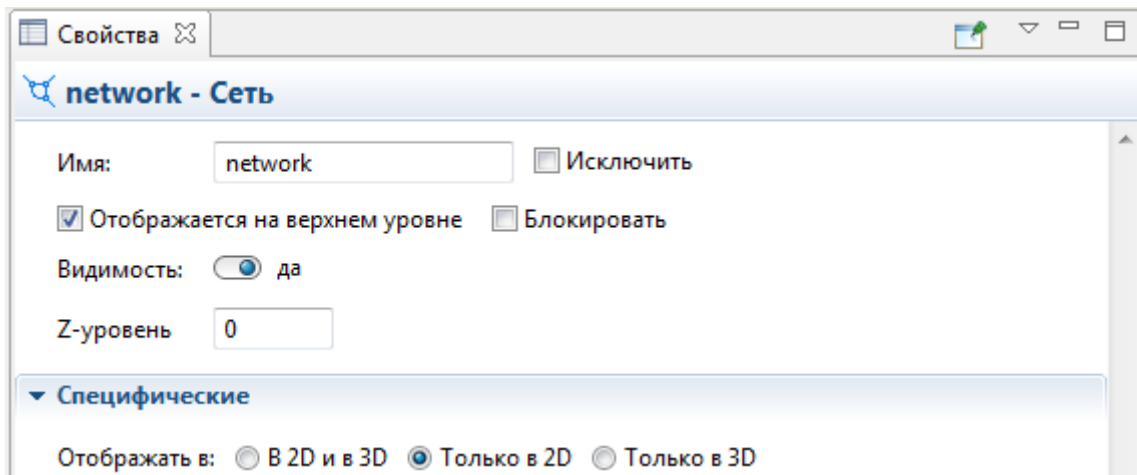


Рис. 25. Изменение свойств траектории агентов

Траектория в 3D-картинке скрыта. Теперь нужно скрыть траекторию в 2D-картинке. Для этого необходимо выделить траекторию и, нажав ПКМ, в строке **Порядок** выбрать вкладку **На задний план** (рис. 26, 27). И так необходимо сделать для каждой траектории.

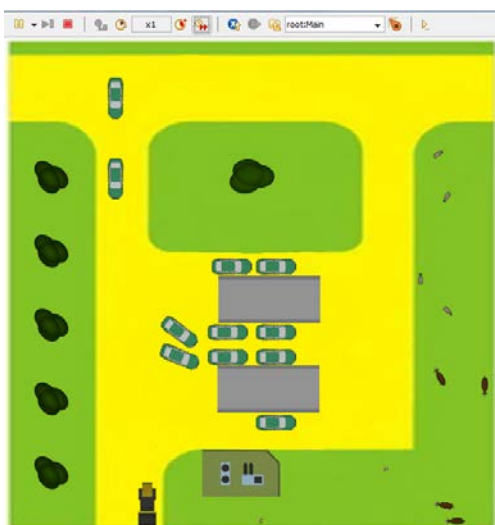


Рис. 26. Скрытая траектория в 2D

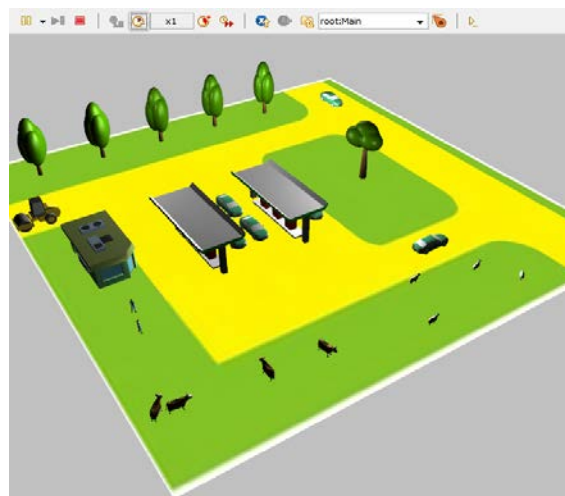


Рис. 27. Скрытая траектория в 3D

Модель построена.

### Работа №3. Визуализация результатов работы модели АЗС

Необходимо определить, сколько автомобилей заправились тем или иным видом топлива в течение двадцати минут.

Для этого необходимо воспользоваться диаграммой. Из вкладки **Статистика** нужно перенести объект **Столбиковая диаграмма** на рабочее пространство. В свойствах диаграммы в строке **Масштаб** установить



значение **Авто**. Необходимо поставить точку возле **Обновлять данные автоматически** и **Использовать модельное время**, а также необходимо указать время первого обновления (0 с) и период (20 мин). Далее в свойствах в разделе **данные** нужно указать четыре заголовка, каждый из которых будет символизировать свой столбец в диаграмме. Следует назвать их, а также задать цвет и значение, как показано на рис. 1.

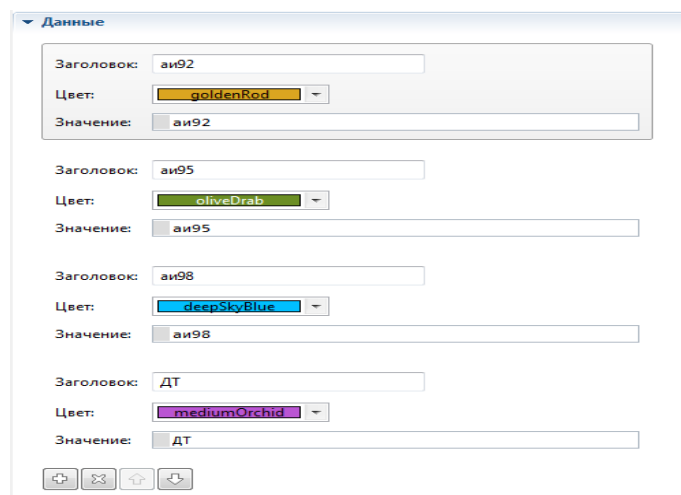


Рис. 1. Изменение раздела «Данные» в свойствах

В разделе **Внешний вид** нужно указать параметры полей **Направление столбцов**, **Относительную ширину столбцов** и **Положение подписей у осей**, а в разделе **Легенда** указать **Высоту**, **Цвет текста** и **Расположение** (рис. 2).

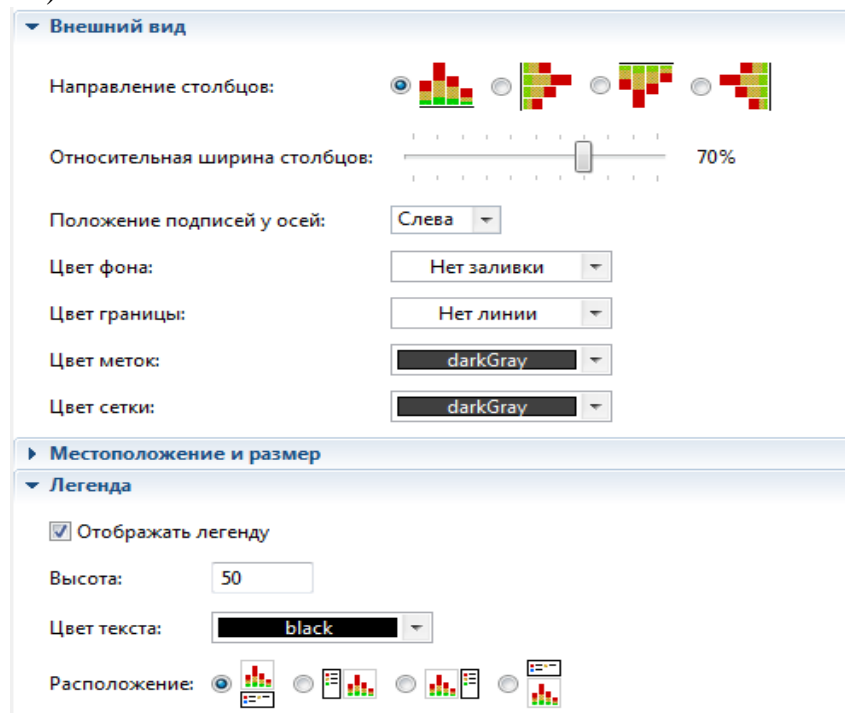


Рис. 2. Изменение свойств в разделах «Внешний вид» и «Легенда»

Диаграмма настроена. Теперь нужно задать переменные, чтобы запустить подсчёт автомобилей. Для этого из секции **Агент** перенести четыре раза объект **Переменная**. Следует назвать каждую переменную именами вида топлива (рис. 3).

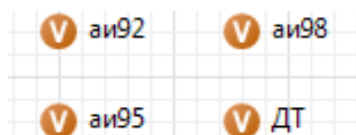


Рис. 3. Добавление объектов «Переменная»

Далее необходимо открыть свойства блоков «очередь\_на\_92», «очередь\_на\_95», «очередь\_на\_98» и «очередь\_на\_ДТ» и в разделе **Действия** в строке **При входе** прописать «ai92++», «ai95++», «ai98++» и «ДТ++» соответственно. Теперь при запуске модели ведется учет автомобилей, заправившихся тем или иным видом топлива в течение 20 мин (рис. 4).

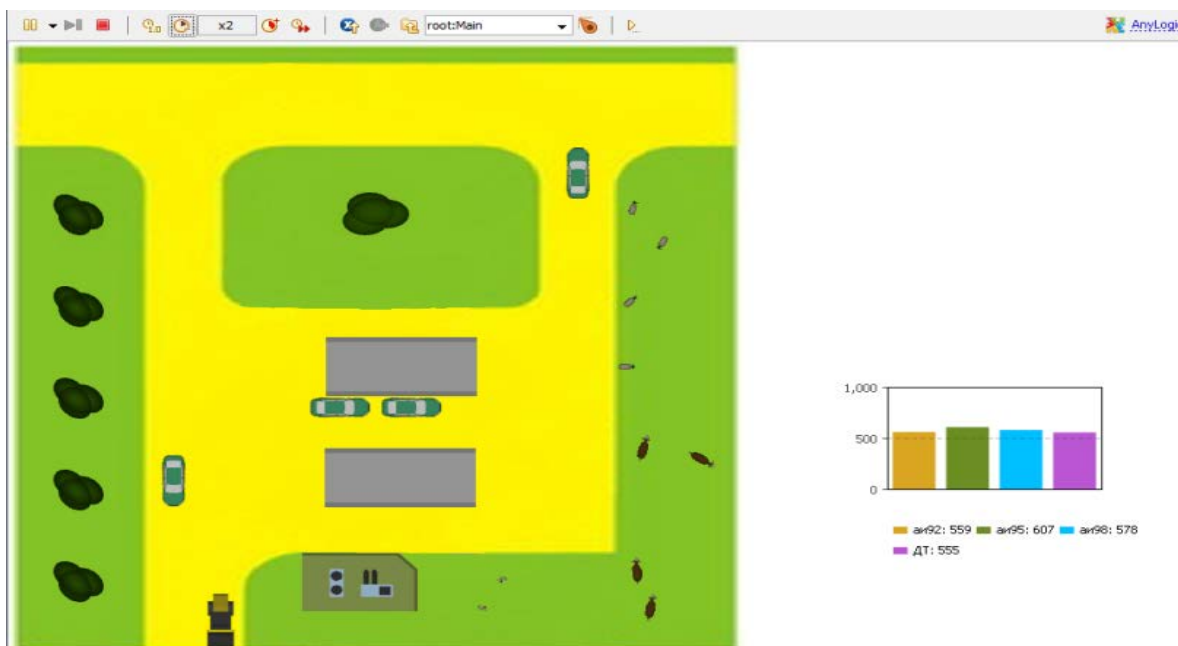


Рис. 4. Рабочая диаграмма

### 3. ВЫПОЛНЕНИЕ ОТЧЕТА О ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

В отчете о выполнении практической работы приводятся следующие данные:

- 1) принтскрин построенной логики работы АЗС.
- 2) принтскрин визуализации процессов, выполняемых на АЗС;
- 3) принтскрин визуализации результатов;
- 4) фамилии студентов, выполнявших данную работу.



## **Библиографический список**

1. The AnyLogic Company. URL: <https://www.anylogic.ru>
2. Киселева М.В. Имитационное моделирование систем в среде AnyLogic: учеб.-метод. пособие. Екатеринбург: УГТУ - УПИ, 2009. 88 с.