

УДК 330.46

**ПОСТРОЕНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ ДИСКРЕТНО-СОБЫТИЙНОЙ
МОДЕЛИ АВТОЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИИ**

Зычкова Е.О.*студент,**Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,
Москва, Россия*

Аннотация: В статье описаны ключевые этапы построения имитационной дискретно-событийной модели автозаправочной станции с неоднородным потоком клиентов с использованием инструментальной среды имитационного моделирования AnyLogic. Кроме того, работа включает в себя исследование таких характеристик функционирования автозаправочной станции, как прибыль от продажи топлива, время обслуживания автомобилей, количество приобретаемого топлива и т.д., путем проведения экспериментов с построенной имитационной моделью, что может быть полезно владельцу автозаправочной станции для эффективного планирования ее деятельности.

Ключевые слова: имитационное моделирование, дискретно-событийная модель, автозаправочная станция, AnyLogic, планирование и управление.

**CONSTRUCTING A DISCRETE-EVENT SIMULATION MODEL
OF A GAS STATION**

Zychkova E.O.*student,**National Research Nuclear University MEPhI,
Moscow, Russia*

Annotation: The article describes the key stages of constructing a discrete-event simulation model of a gas station with the heterogeneous flow of customers using the AnyLogic simulation environment. In addition, the work includes the study of such characteristics of the functioning of a gas station as profit from the sale of fuel, the time it takes to service cars, the amount of fuel purchased, etc., by performing

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

experiments with the constructed simulation model, which may be useful for the owner of a gas station for efficient planning its activities.

Keywords: simulation, discrete-event model, gas station, AnyLogic, planning and management.

При решении задач планирования, оптимизации и управления процессами предприятия возникает необходимость учета большого числа постоянно изменяющихся величин, характеризующих состояние внешней среды, в которой предприятие ведет свою бизнес-деятельность. Одним из способов исследования сложных систем является имитационное моделирование, которое предоставляет возможность моделировать и оптимизировать производственную систему, позволяет детально визуализировать производственный процесс от отдельных компонентов до всего предприятия. Имитационное моделирование повышает эффективность планирования и контроля процессов предприятия, улучшает поддержку принятия решений посредством детальной диагностики, позволяет выявлять влияния изменений на процессы производства [4; 6; 9].

Целью данной работы является имитационное моделирование автозаправочной станции (АЗС) с неоднородным потоком прихода клиентов. Основными задачами работы являются:

- 1) построение дискретно-событийной модели АЗС в среде имитационного моделирования AnyLogic;
- 2) исследование характеристик функционирования построенной имитационной модели;
- 3) анализ свойств и закономерностей, присущих процессам, протекающим в исследуемой системе.

В качестве инструментальной среды была использована система имитационного моделирования AnyLogic [1], которая объединяет методы системной динамики, дискретно-событийного моделирования и агентного

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

моделирования. Кроме того, AnyLogic предоставляет возможность создания интерактивного графического интерфейса модели с помощью стандартных библиотек [2; 3; 5; 7].

На автозаправочную станцию, представляющую собой систему массового обслуживания, приезжают клиенты для заправки своего автомобиля необходимым топливом [10]. На АЗС имеются четыре колонки с различными видами топлива: АИ-92, АИ-95, АИ-98 и дизельное топливо. На основании наблюдений известна интенсивность прибытия клиентов в различные промежутки времени в течение дня. Кроме автомобилей, в данной модели присутствует бензовоз, который приезжает ночью в одно и то же время и производит слив топлива, если у АЗС имеются на это средства.

Входным параметром модели является поток автомобилей. Выходными параметрами выступают: количество заправленных автомобилей, объем купленного топлива, выручка и прибыль за определенное время.

Процесс обслуживания автомобилей происходит следующим образом. Сначала в модели создаются новые агенты – автомобили, затем ими осуществляется въезд на территорию АЗС и выбор колонки. Если выбранная автомобилем колонка свободна, то он подъезжает на заправку, иначе становится в очередь. После агенты покидают территорию АЗС по заданному пути. Если превышено время ожидания в очереди или отсутствует необходимый тип топлива, то машина покидает заправочную станцию, не заправившись.

Задачи, которые должна решать построенная имитационная модель:

1) подбор оптимальных параметров АЗС (например, объемов резервуаров для хранения топлива и т.д.);

2) возможность проанализировать, на чем больше всего может быть потеряно денег в ходе функционирования АЗС: на слишком длительном обслуживании клиентов или на нехватке топлива;

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

3) прогнозирование полученной прибыли за определенный промежуток времени.

Исходя из структуры АЗС, в данной модели присутствуют следующие объекты: автомобиль (*Car*) и бензовоз (*GasolineTanker*). Машины в модели прибывают на заправку согласно интенсивности прибытия, заданной при помощи расписания (*carIntensity*). У каждой машины задан тип топлива (*fuelType*) и требуемое количество топлива в литрах (*requiredAmountOfFuel*), которое является вещественным числом от 5 до 60 литров. Эта переменная определяет, сколько литров топлива будет заправлено в соответствующий автомобиль.

Также у машин есть возможность покинуть территорию АЗС без заправки, если время ожидания в очереди составило более 15 минут, либо если в данный момент необходимый вид топлива отсутствует (элементы *Queue1 – Queue4*, *CheckFuel1 – CheckFuel4*, рис. 2).

Когда машина заправляется топливом, меняются значения переменных *gas92*, *gas95*, *gas98*, *diesel* (рис. 1), которые определяют, сколько литров соответствующего топлива было продано.

Константы:	Количество заправленного топлива:	Количество топлива в резервуарах:	Доходы/расходы:	Функции:
⊕ tanksVolume	⓪ gas92	⓪ tank92Amount	⓪ revenue	⓪ getTankFuelAmount
⊕ gas92Cost	⓪ gas95	⓪ tank95Amount	⓪ income	⓪ updateTankFuelAmount
⊕ gas95Cost	⓪ gas98	⓪ tank98Amount	⓪ costs	⓪ countRevenue
⊕ gas98Cost	⓪ diesel	⓪ tankDieselAmount	⓪ balance	⓪ countIncome
⊕ dieselCost			⓪ lostTimeout	⓪ countLostTimeout
⊕ extraPerLiter			⓪ lostNoFuel	⓪ countLostNoFuel
⊕ initialBalance			⚡ salary	
⊕ workersNumber				

Рис. 1 – Используемые в модели переменные, константы, функции и события*

Кроме того, в модели есть четыре резервуара (*tank*), соответствующие каждому типу топлива. После заправки машины топливо в резервуарах

* Разработано автором.

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

расходуется. Для учета оставшегося объема топлива в резервуарах используются переменные *tank92Amount*, *tank95Amount*, *tank98Amount*, *dieselAmount*. Максимальный объем хранимого топлива в каждом из резервуаров задается константой *tanksVolume*.

Время прибытия бензовоза задано при помощи расписания прибытия *tankerScheduler* (приезжает каждый день в 00:00). Бензовоз подъезжает к соответствующему резервуару и заполняет его до максимального объема, если на это имеется достаточное количество средств, которое задается переменной *balance*. Первоначальное количество денег задано константой *initialBalance*.

Также в модели производится расчет прибыли, которая определяется как выручка от продажи топлива (*revenue*) минус затраты на его покупку (*costs*). Выручка и затраты рассчитываются с использованием ранее введенных переменных для количества купленного топлива и заправленного бензовозом, а также с учетом констант, задающих цену за литр соответствующего типа топлива (*gas92Cost*, *gas95Cost*, *gas98Cost*, *dieselCost*) и наценки за литр топлива, введенной АЗС (*extraPerLiter*). В затраты также входит выплата заработной платы сотрудникам АЗС (событие *salary*).

Таким образом, после добавления всех элементов в модель, настройки необходимых свойств элементов, схема процесса обслуживания автомобилей приняла вид, представленный на рис. 2.

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

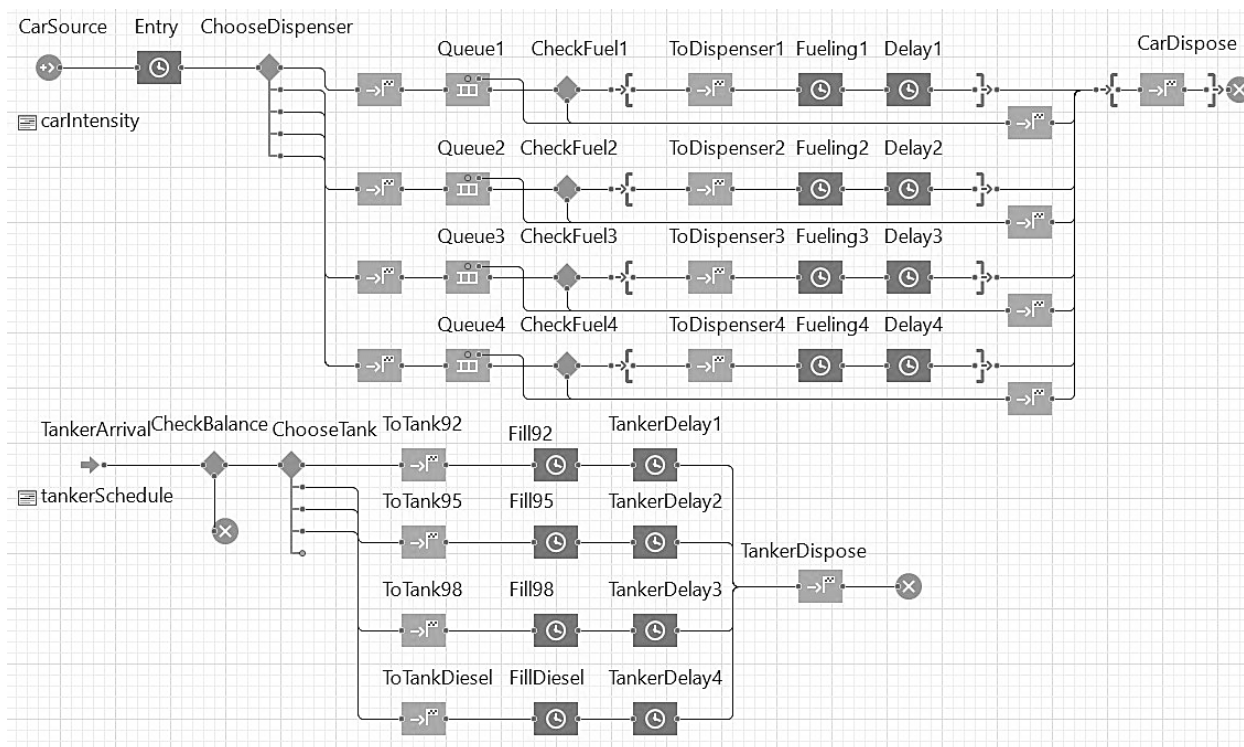


Рис. 2 – Схема процесса обслуживания автомобилей на АЗС*

Для визуального представления модели были использованы объекты из библиотеки 3D-объектов: резервуары, раздаточные колонки, магазин с кассой для оплаты топлива и т.д. Кроме того, были созданы пути въезда/выезда автомобилей с территории АЗС, а также путь, по которому бензовоз осуществляет привоз топлива. Для этого были использованы элементы из библиотеки разметка пространства «Точечный узел» и «Путь» [1].

Для сбора статистической информации в окно представления модели были добавлены несколько диаграмм из библиотеки «Статистика». Для отображения объемов литров в резервуарах была выбрана столбиковая диаграмма. Другая столбиковая диаграмма показывает количество купленного топлива в литрах. Значениями для данных диаграмм выступают ранее описанные переменные, которые отражают количество приобретенного топлива. Еще одна столбиковая диаграмма отображает, сколько денег в рублях было потеряно в связи со слишком долгим ожиданием в очереди (переменная

* Разработано автором.

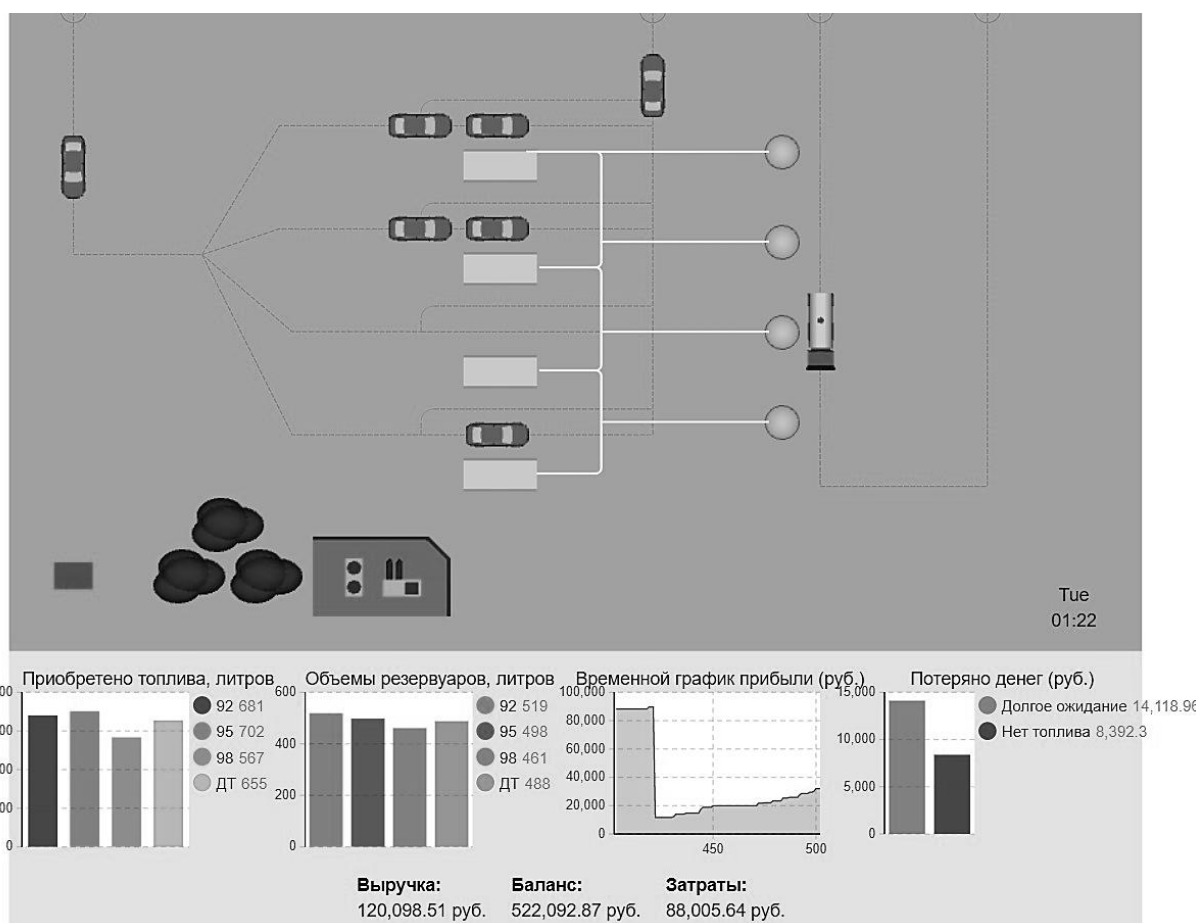
ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

lostTimeout) и с отсутствием топлива (переменная *lostNoFuel*) соответственно.

Также был построен временной график изменения прибыли, который отображает значение переменной *income* в каждый момент времени моделирования.

Итоговый внешний вид модели представлен на рис. 3. После нажатия на кнопку «Запустить» начнется запуск откомпилированной модели, в которой агенты будут вести себя согласно заданным параметрам и времени.

Таким образом, в рамках данной работы была спроектирована имитационная модель обслуживания автомобилей на АЗС, позволяющая подобрать оптимальные параметры функционирования заправочной станции, такие как: время пребывания автомобилей в очереди, время обслуживания клиентов, количество и цена топлива.



ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

Рис. 3 – Схема процесса обслуживания автомобилей на АЗС*

Построенная модель предоставляет владельцу АЗС сведения о том, какой поток автомобилей способна обслужить данная АЗС с заданными входными параметрами, на чем происходят наибольшие потери денег при эксплуатации, а также определить примерную величину прибыли за определенный промежуток времени. На основе полученной информации руководитель может, например, принять решение о том, что ему следует увеличить число топливно-раздаточных колонок и расширить территорию АЗС.

Библиографический список

1. AnyLogic Simulation Software. Руководство пользователя [Электронный ресурс]. URL: <http://www.anylogic.com/> (дата обращения: 01.05.2020).
2. Адигозолова Л.Р. Основные среды имитационного моделирования AnyLogic и GPSS // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – 2019. - т. 1. - С. 370-373.
3. Боев В. Д. Концептуальное проектирование систем в AnyLogic 7 и GPSS World. – М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016 – 556 с.
4. Верзилина А.О. Теоретические основы имитационного моделирования как метода управления // Актуальные вопросы современной экономики. - 2020. - №2. - С. 248-254.
5. Карпов Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. 400 с.
6. Каталевский Д. Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие; 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015 – 512 с.
7. Кирпичников А.П., Устинов Р.Д., Спиридонов Г.В., Ямалтдинова А.А. Дискретно-событийное моделирование статических, динамических и

* Разработано автором.

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

- комбинированных моделей в среде AnyLogic // Вестник технологического университета. - 2019. - №5, т. 22. - С. 98-102.
8. Киселева М. В. Имитационное моделирование систем в среде AnyLogic: учебное пособие. – Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2009. – 88 с.
9. Петрова Е.В., Афанасьева С.А. Формирование и развитие систем оперативного управления на основе имитационного моделирования // Экономика и предпринимательство. - 2018. - №11. - С. 991-994.
10. Побединский, В. В., Черницын, М. А., Кузьминов, Н. С. Моделирование работы АЗС в среде Anylogic: учебно-методическое пособие для выполнения практических занятий магистров / Минобрнауки России, УГЛТУ. – Екатеринбург, 2018. – 32 с.

Оригинальность 86%