

DOI: 10.32517/2221-1993-2022-21-2-18-27

Н. А. Александрова, А. Н. Тимонин

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

РАЗВИТИЕ АНАЛИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ СРЕДСТВАМИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация

Статья посвящена рассмотрению инструментария развития аналитического мышления обучающихся на уроках информатики. Приводятся подходы разных авторов к трактовке термина «аналитическое мышление», рассматриваются практические задачи и примеры из разных школьных предметов, направленные на развитие аналитического мышления обучающихся. Анализируется образовательная технология развития аналитического мышления в виде трех этапов: вызов, осмысление содержания, рефлексия. Представлен обзор типовых задач из темы «Моделирование и формализация». Рассматривается авторский подход к изучению линии «Моделирование и формализация» в УМК Н. Н. Самылкиной, И. А. Калинина. Делается обзор разработанных авторами статьи лабораторных работ по построению моделей: агентное моделирование (модель потребительского рынка, модель транспортных потоков); системно-динамическое моделирование (модель распространения эпидемии, модель цепочки поставок); дискретно-событийное моделирование (модель банковского офиса, модель работы автосервиса). Подробно разобран пример построения имитационной модели транспортных потоков при помощи программного комплекса AnyLogic, а также предлагается серия аналитических заданий.

Ключевые слова: аналитическое мышление, моделирование, преподавание информатики в школе, аналитические задания.

1. Введение

Согласно установленным в ФГОС требованиям к предметным, метапредметным, личностным результатам образования в процессе учебной деятельности обучающихся развиваются различные виды мышления, такие как логическое мышление, творческое, аналитическое, интуитивное и т. д. Виды мышления образуют некую систему интеллектуальных стратегий, приемов

и навыков, к которым личность предрасположена ввиду своих индивидуальных особенностей [10].

В исследовании Н. Г. Иванова, И. В. Ивановой [3] применительно к учебной деятельности школьников отмечается, что аналитическое мышление представляет собой сложное системное образование.

Хорошо развитое аналитическое мышление позволяет эффективно, быстро и оперативно находить решения поставленных задач. Обладающие данными качествами

Контактная информация

Александрова Наталья Алексеевна, канд. пед. наук, доцент, зав. кафедрой информационных систем и технологий в обучении, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия; адрес: 410012, Россия, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83; e-mail: aleksandrovan@bk.ru

Тимонин Александр Николаевич, магистрант факультета компьютерных наук и информационных технологий, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия; адрес: 410012, Россия, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83; e-mail: timalex99@mail.ru

N. A. Aleksandrova, A. N. Timonin
Saratov State University, Saratov, Russia

DEVELOPMENT OF ANALYTICAL THINKING OF STUDENTS IN INFORMATICS LESSONS BY TOOLS OF SIMULATION MODELING

Abstract

The article is devoted to the consideration of tools for the development of analytical thinking of students in informatics lessons. The article presents the author's approaches to the term "analytical thinking", considers practical tasks and examples from the school course of various subjects aimed at developing students' analytical thinking. The following educational technology for the development of analytical thinking is considered in the form of three stages: challenge; comprehension of the content; reflection. An overview of typical tasks from the theme "Modeling and formalization" is presented. The author's approach to the study of the line "Modeling and formalization" in the teaching materials on informatics by N. N. Samylkina, I. A. Kalinin is considered. The following is a review of the laboratory work developed by us on building models: agent-based modeling (model of the consumer market; model of traffic flows); system-dynamic modeling (epidemic spread model; supply chain model); discrete-event modeling (bank office model; car service model). A detailed example of building a simulation model of traffic flows using the AnyLogic software package is analyzed, and a series of analytical tasks is also proposed.

Keywords: analytical thinking, modeling, teaching informatics at school, analytical tasks.

специалисты широко ценятся по всему миру в различных профессиональных сферах деятельности.

В работе [3], опубликованной в книге «Приоритеты современного образования», Н. Г. Иванов, И. В. Иванова отмечают, что аналитическое мышление представляет собой сложное системное образование: «С практической точки зрения аналитическое мышление — это: разбиение информации на отдельные составляющие; всесторонний анализ этих составляющих, а также начальной информации в целом; восстановление недостающей информации посредством логических выводов и умозаключений». Авторы отмечают, что для полноценного развития аналитического мышления нужны не только фундаментальные знания, но и развитое творческое воображение, способность мыслить нестандартно, владение способами творческого мышления. В качестве основного подхода к развитию аналитического мышления определяется метод «проб и ошибок», целью которого выступает бессистемное последовательное выдвижение и рассмотрение всевозможных вариантов решения поставленных проблем. Если же выдвинутая идея оказывается ошибочной, то ее отбрасывают, а затем выдвигают новую.

В статье А. В. Фёдорова [9] подробно рассмотрена проблема развития медиакомпетентности и аналитического мышления в процессе медиаобразования старшеклассников. Автор считает, что развитие аналитического мышления традиционно связывается с проблемным обучением, под которым понимается определенная организация учебного процесса, предполагающая создание у учащихся проблемных ситуаций с целью их самостоятельного разрешения. Также в статье представлена следующая **образовательная технология развития аналитического мышления в виде трех этапов:**

- 1) *вызов*: актуализация имеющихся знаний, пробуждение интереса к получению новой информации и постановка учеником собственных целей обучения;
- 2) *осмысление содержания*: получение новой информации, корректировка учеником поставленных целей обучения;
- 3) *рефлексия*: размышление, рождение нового знания, постановка учеником новых целей обучения.

2. Практические задачи и примеры из школьного курса информатики, направленные на развитие аналитического мышления обучающихся

Вопросами развития аналитического мышления занимаются педагоги образовательных организаций, рассматривая подходящий инструментарий.

К. С. Андреева в своей статье [2] делает выводы о формировании навыков интеллектуального анализа данных на основе использования электронных таблиц. Автор приводит пример задачи по прогнозированию, которая решается в MS Excel. С помощью функции ПРЕДСКАЗ прогнозируются будущие значения временного ряда на основе информации о его периодичности.

Постановка задачи для решения на уроке следующая: на примере сведений об объемах продаж модели наушни-

ков по месяцам необходимо построить прогноз продаж на следующий год и проанализировать получившийся результат. При помощи функции прогнозирования необходимо построить диаграмму на основе данных соответствующих столбцов таблицы. Необходимо выбрать также количество предсказываемых значений ряда, указание временной отметки и тип периодичности.

В ходе решения задачи учащимся объясняется, что по результатам анализа полученного решения можно пересмотреть ассортимент, отказаться от определенной группы товаров или же скорректировать планы в соответствии с возможным исходом событий.

При решении подобных заданий, где учащиеся аргументируют свою точку зрения и выступают в роли аналитиков, формируются их аналитические навыки, включая умения воспринимать информацию критически, опираться на объективные факторы и пренебрегать субъективными. У учащихся формируется представление о том, что, принимая решения, необходимо предполагать многие варианты развития событий.

Ярким примером подобных заданий являются задания на исследование имитационных моделей с помощью специализированной среды имитационного моделирования AnyLogic [5]. В учебнике для углубленного изучения информатики И. А. Калинина, Н. Н. Самылкиной для 10 класса предлагается имитационная модель движения пешеходов, наглядно демонстрирующая поведение пешеходов в определенном пространстве (подземный переход, магазин и т. д.) [4]. Работа модели представлена на рисунке 1.

Изменяя ключевые параметры модели, такие как количество пешеходов, можно спрогнозировать возможное возникновение затруднений в условном переходе.

Модели такого рода являются мощным и универсальным способом исследования влияния изменений в поведении конкретных объектов. Используя имитационное моделирование как научный метод познания, можно описывать, проектировать и совершенствовать исследуемые системы, а также предупреждать их нежелательное поведение.

Анализ типовых задач, ориентированных на развитие аналитического мышления школьников, в школьных учебниках и методических пособиях позволяет сказать, что большинство из них направлены на:

- выявление причинно-следственных связей;
- отвержение ненужной или неверной информации;
- умение отличать факт, который всегда можно проверить, от предположения или личного мнения;
- отделение главного от несущественного в тексте и умение акцентировать внимание на первом;
- самостоятельный анализ исходных и выходных данных.

При разработке подобных заданий, направленных на формирование навыков аналитического мышления, большое внимание уделяется постановке самой задачи, содержащей необходимую и достаточную информацию. Например, аналитические задачи по информатике с построением графиков и диаграмм на основе исходных данных, где можно визуально сравнивать полученные результаты. Решение данных заданий требует планирования, умения находить общие существенные признаки,

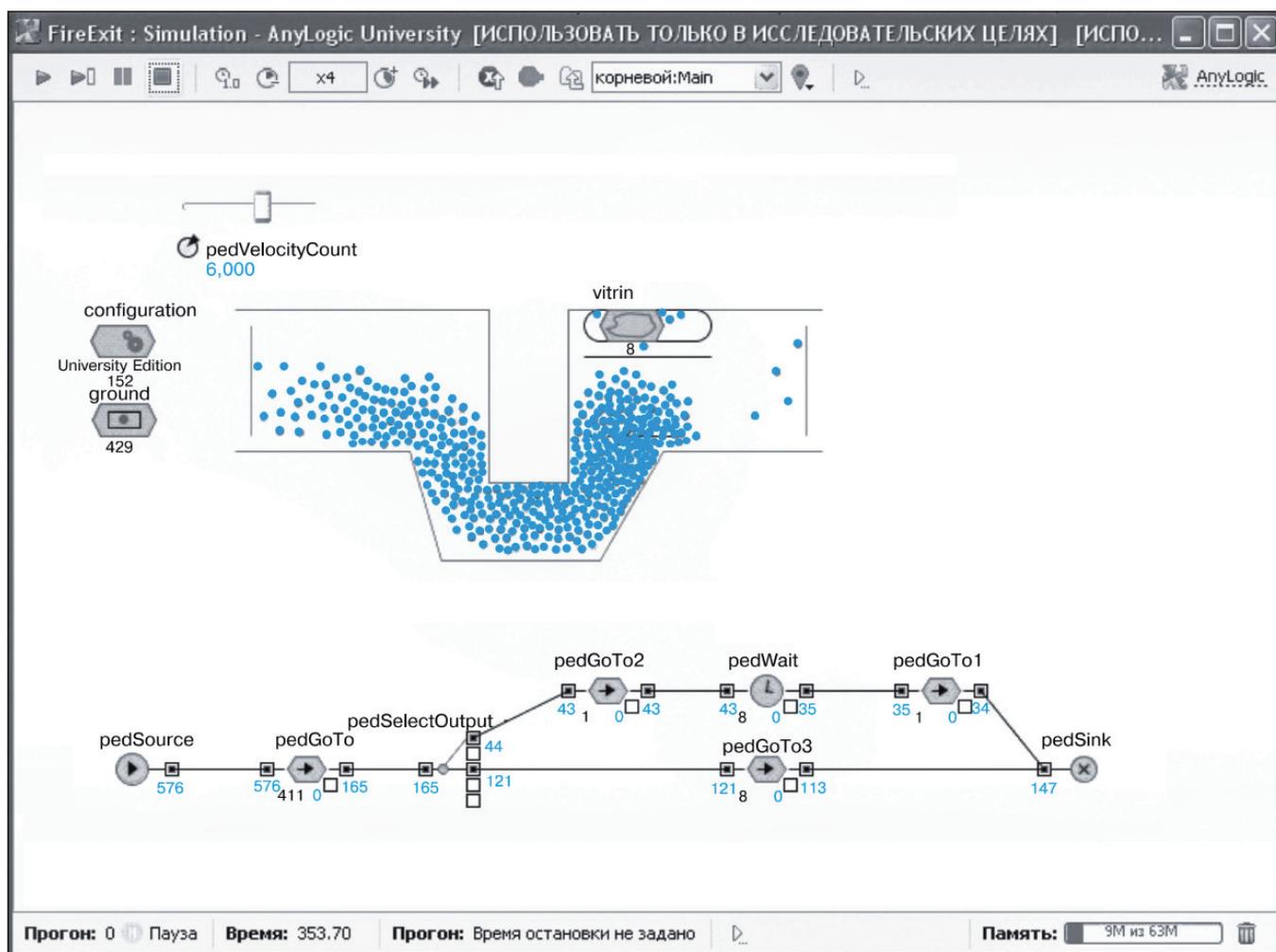


Рис. 1. Модель движения пешеходов

умения структурировать и упорядочивать информацию. При моделировании той или иной ситуации можно экспериментировать и «играться» с параметрами, настраивать их под конкретные цели и задачи, что позволяет анализировать различные результаты, на основе которых можно грамотно принимать решения.

Хотя не существует единого мнения авторов о том, как должно выглядеть задание, способствующее развитию аналитического мышления, большинство из них указывают на необходимость детального разбора условия задачи, проработки и обсуждения алгоритма его решения, а также анализа исходных данных на основе полученного результата.

3. Место темы

«Модель и моделирование»

в развитии аналитического мышления

По нашему мнению, развитию навыков аналитического мышления эффективно способствуют задания из предметной области «Информатика», в частности задания раздела «Моделирование и формализация». Однако при детальном рассмотрении изложения темы «Модель и моделирование» в различных УМК для X—XI классов профильного обучения можно сделать вывод о том, что не во всех этих УМК в полной мере раскрывается

тема моделирования на углубленном уровне обучения. Наиболее полно, на наш взгляд, данная тема раскрыта в УМК авторского коллектива под руководством И. А. Калинина, Н. Н. Самылкиной. В данном УМК глава, посвященная моделированию, раскрывает суть основного метода познания информатики и применение системного подхода, широко используемых в других научных дисциплинах [4].

УМК И. А. Калинина, Н. Н. Самылкиной включает в себя учебные пособия для X—XI классов, в частности задачник-практикум [5], который содержит практические работы по имитационному моделированию. Учащиеся знакомятся с различными имитационными моделями, такими как модель кассового обслуживания, модель распространения эпидемии и т. д., проводя над ними эксперименты по оптимизации [6]. Всего углубленный курс состоит из 280 учебных часов — по 140 часов на каждый год обучения в X—XI классах, по 4 часа в неделю. При этом, согласно поурочному планированию, на изучение темы «Модель и моделирование» в профильном курсе из 140 часов в X классе отводится 32 часа. Распределение часов по разделам представлено в таблице.

В конце каждой главы учебника предлагается краткое содержание под стандартным названием «Коротко о главном». Для подготовки тематических проектов, семинарских занятий и просто для расширения круго-

Фрагмент поурочного планирования УМК И. А. Калинина, Н. Н. Самылкиной

№ темы	Раздел / тема урока	Теория, кол-во часов	Практика, кол-во часов	Виды деятельности	Комментарии
	Модель и моделирование	17	15		
1	Модель и моделирование. Основные понятия	2	—	Изучение нового материала в лекционной форме	На моделирование предусмотрены часы не только для решения задач, но и на практикум и зачетную работу в нем из расчета 12+3
2	Системный подход в моделировании	2	—	Изучение нового материала в лекционной форме	
3	Моделирование различных систем. Модель Лотки—Вольтера	2	2	Теоретические основы моделирования популяционной динамики. Сравнение различных моделей	
4	Имитационное моделирование	2	2	Знакомство с возможностями среды имитационного моделирования	
5	Агентная модель перемещения людей	2	2	Практическая работа (проект) из практикума	
6	Простейшая модель распространения эпидемии	2	2	Практическая работа (проект) из практикума	
7	Дискретно-событийная модель работы учреждения	2	2	Практическая работа (проект) из практикума	
8	Системно-динамическое моделирование	2	2	Практическая работа (проект) из практикума	
9	Управление и управляемые системы	1	3	Обобщение теории и зачетная работа	

зора в конце каждой главы даются ссылки на дополнительные источники информации — как печатные, так и электронные.

По завершении изучения каждой темы главы «Модель и моделирование» у учащихся имеется возможность самостоятельно создать имитационные модели в виде проекта при помощи такого программного обеспечения, как AnyLogic. В процессе разработки имитационных моделей при помощи данной программной среды у обучающихся отрабатываются навыки, необходимые для формирования аналитического мышления.

На наш взгляд, данный раздел можно изучить более детально, включив в него выполнение социально-экономических проектов, направленных на решение актуальных практических задач из сферы анализа бизнес-процессов, транспортной логистики, рыночных отношений и систем массового обслуживания.

4. Учебное пособие «AnyLogic: моделирование и анализ данных» как инструмент развития аналитического мышления

Проанализировав психолого-педагогические исследования по развитию аналитического мышления обучающихся, нормативные документы в сфере образования, практические наработки практикующих педагогов по

выбору инструментария для формирования навыков аналитического мышления, мы пришли к выводу, что невозможно прийти к однозначному алгоритму, фактору формирования аналитического мышления. Однако мы убеждены в эффективности применения средств имитационного моделирования в развитии аналитического мышления обучающихся. В ходе работы с имитационными моделями учащиеся учатся анализировать различные ситуации, выдвигать гипотезы, подтверждать или опровергать их, а также оперативно вносить в модель изменения в возникающих проблемных ситуациях при проведении исследований; на основе анализа полученных данных прогнозировать исход событий и выяснять картину возможного поведения реальной системы.

Программный комплекс AnyLogic, специально предназначенный для создания имитационных моделей, включает в себя элементы визуальной графики, при помощи которых можно наблюдать за моделируемой системой в разных измерениях, включая трехмерное [7]. Благодаря возможностям инструментария AnyLogic можно «проигрывать» модели в реальном времени и анимировать их поведение, а также проводить статистический анализ.

Нами разработано учебное пособие «AnyLogic: моделирование и анализ данных» [1], которое знакомит обучающихся с инструментом имитационного моделирования AnyLogic. Данное пособие ориентировано на

старшеклассников. На примере шести актуальных социально-экономических ситуаций проводится построение имитационных моделей в виде технологического цикла: от постановки математической зависимости до ее визуального представления, от сбора статистических данных на основе работы ключевых ее аспектов до оптимизационного эксперимента. В данном учебном пособии проводится детальный разбор шести актуальных на сегодняшний день моделей, таких как:

- модель распространения эпидемии;
- модель потребительского рынка;
- модель банковского офиса;
- модель транспортных потоков;
- модель работы автосервиса;
- модель цепочки поставок.

По итогам анализа данных результатов моделирования обучающиеся научатся:

- прогнозировать динамику распространения инфекции в моделируемой системе;
- прогнозировать прибыль с продаж товаров с учетом численности населения и пользовательского запроса;
- оптимизировать работу крупной организации на примере работы банка;
- находить способы устранения «пробок» на транспортных магистралях;
- прогнозировать работу транспортных компаний;
- управлять процессом логистической цепочки поставок.

Особенностью пособия являются аналитические задания, которые научат ребят проводить анализ данных представленных моделей, позволят обучающимся получить навыки научно-исследовательской работы.

Читатели научатся ключевым приемам построения имитационных моделей, познакомятся с основными методами имитационного моделирования: агентное, системно-динамическое и дискретно-событийное моделирование. В ходе построения имитационных моделей учащиеся научатся работать со специализированными библиотеками (библиотека моделирования процессов, библиотека системной динамики, библиотека дорожного движения и т. д.), познакомятся с основными их компонентами и конструкциями, позволяющими эффективно визуализировать моделируемые процессы. Также обучающиеся познакомятся с синтаксисом языка объектно-ориентированного языка программирования Java, научатся работать с внешними данными, импортировать в проект файлы электронных таблиц, на основе исследуемых систем научатся проводить статистический анализ, а также оптимизационный эксперимент с целью получения лучших результатов работы моделей.

Предлагаемые нами задачи можно встроить в поурочное планирование темы «Модель и моделирование». Так как существует три метода создания имитационных моделей, можно разбить задачи в виде проектов по соответствующим методам, демонстрируя возможности каждого из них. Распределение проектов можно представить следующим образом:

- Агентное моделирование:
 - Модель потребительского рынка.
 - Модель транспортных потоков.

- Системно-динамическое моделирование:
 - Модель распространения эпидемии.
 - Модель цепочки поставок.
- Дискретно-событийное моделирование:
 - Модель банковского офиса.
 - Модель работы автосервиса.

Построение имитационных моделей в пособии описано в виде технологического цикла, этапы которого неразрывно связаны друг с другом.

Перед созданием модели описываются ее общий смысл, принцип ее работы, определяются основные цели и задачи, необходимые для их достижения.

На первом этапе построения создается «фундамент» модели, определяются ее важные параметры и описывается математическая зависимость между ними.

На втором этапе происходит преобразование модели, вносятся дополнительные характеристики, повышая тем самым функциональность модели.

На третьем этапе построения модель приобретает более презентабельный вид с целью удобного сбора статистических данных на основе работы ключевых ее аспектов.

На четвертом этапе модель доводится до финального состояния, вносятся необходимые корректировки для проведения исследования над моделируемой системой.

Последний, пятый этап характеризуется проведением оптимизационного эксперимента с целью достижения лучших результатов работы модели. Подводятся итоги моделирования, исходя из анализа полученных результатов эксперимента.

В следующем разделе мы подробно разберем одну из моделей из данного учебного пособия.

5. Модель транспортных потоков

Данная модель демонстрирует работу абстрактной транспортной развязки из нескольких перекрестков, через которые двигаются потоки автомобилей, регулируемые светофорами.

Для удобства разработка модели разделена на этапы. С каждым этапом модель совершенствуется и становится более реалистичной.

5.1. Этап I. Создание перекрестка и автомобилей

На начальном этапе создания модели при помощи элементов библиотеки дорожного движения создается перекресток, а также коллекция автомобилей для анимации (рис. 2).

5.2. Этап II. Создание потоков движения автомобилей

Далее задается логика движения потоков автомобилей в виде блок-схемы, где устанавливаются их направление и интенсивность поступления (рис. 3).

5.3. Этап III. Усложнение модели и создание окна статистики

На следующем этапе строится еще один перекресток, расширяется схема потоков движения автомобилей. Добавляется элемент для визуального отображения «пробок» на участках дороги, а также строится диаграмма,

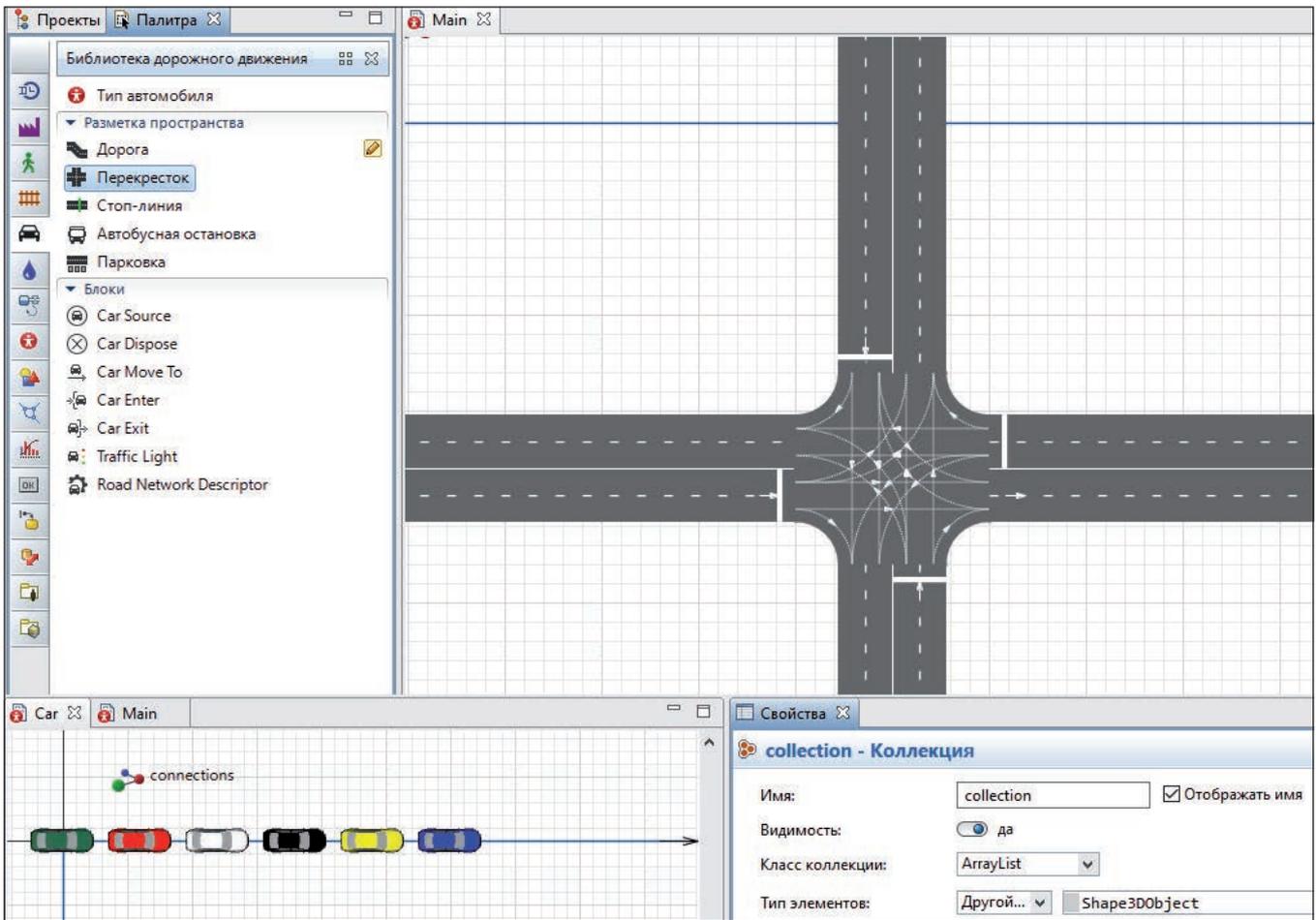


Рис. 2. Создание перекрестка

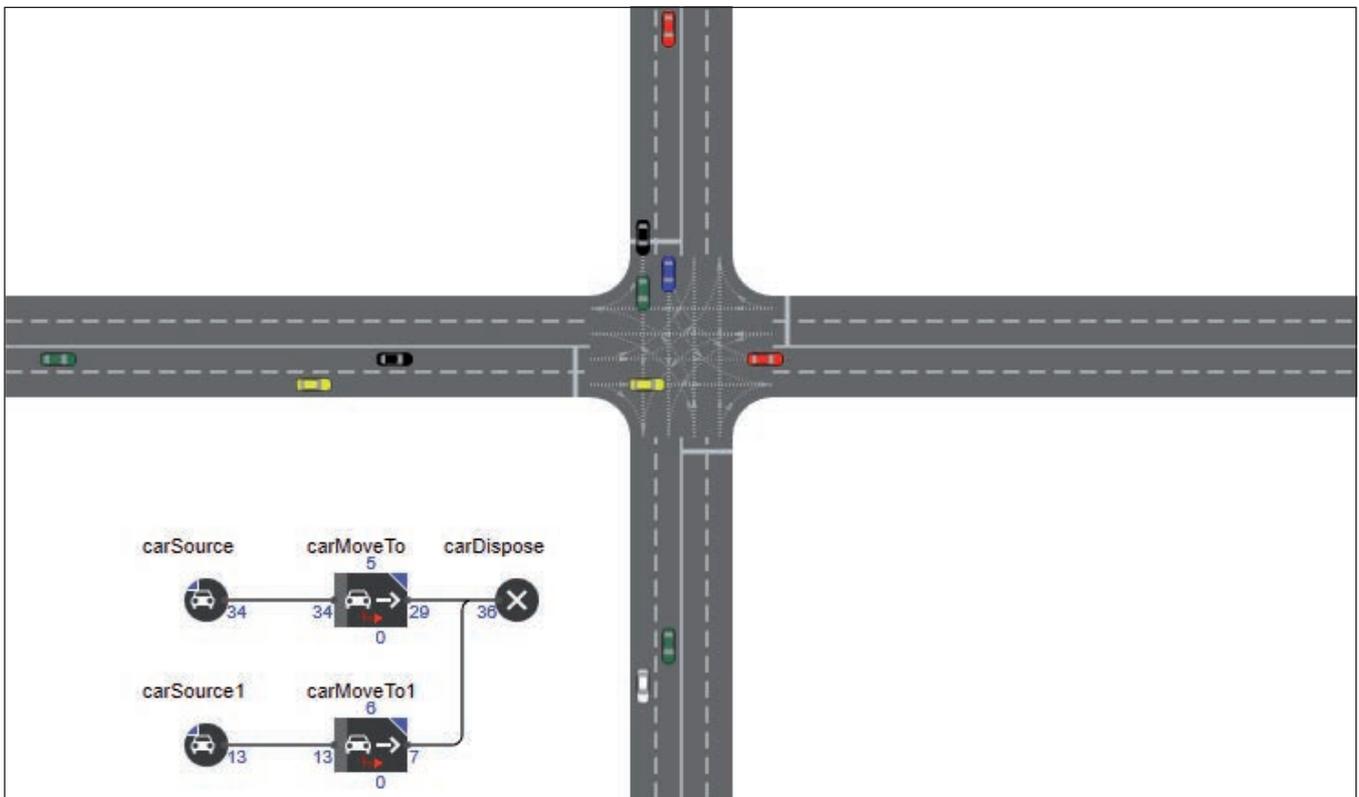


Рис. 3. Добавление потоков автомобилей на перекресток

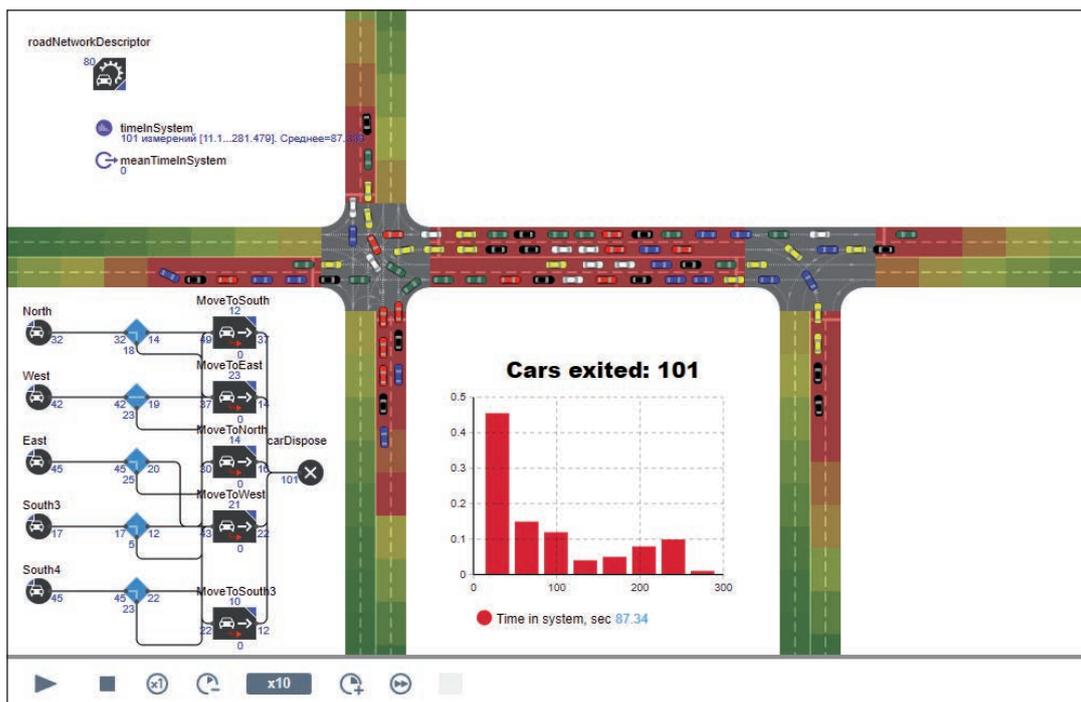


Рис. 4. Добавление окна статистики и модификация модели

отображающая среднее время нахождения автомобилей в системе (рис. 4).

5.4. Этап IV. Регулирование движения автомобилей

На данном этапе моделируется регулирование движения автомобилей при помощи светофоров. Добавляется возможность изменения длительности светофорных фаз при помощи ползунков. Запустив модель, можно

увидеть, что по истечении 30 минут модельного времени среднее время проезда автомобилей через данную транспортную развязку составило 75 секунд. Всего за время симуляции успело проехать 885 автомобилей (рис. 5).

5.5. Этап V. Оптимизационный эксперимент

Для прогнозирования увеличения интенсивности транспортных потоков создается оптимизационный эксперимент. В среде имитационного моделирования

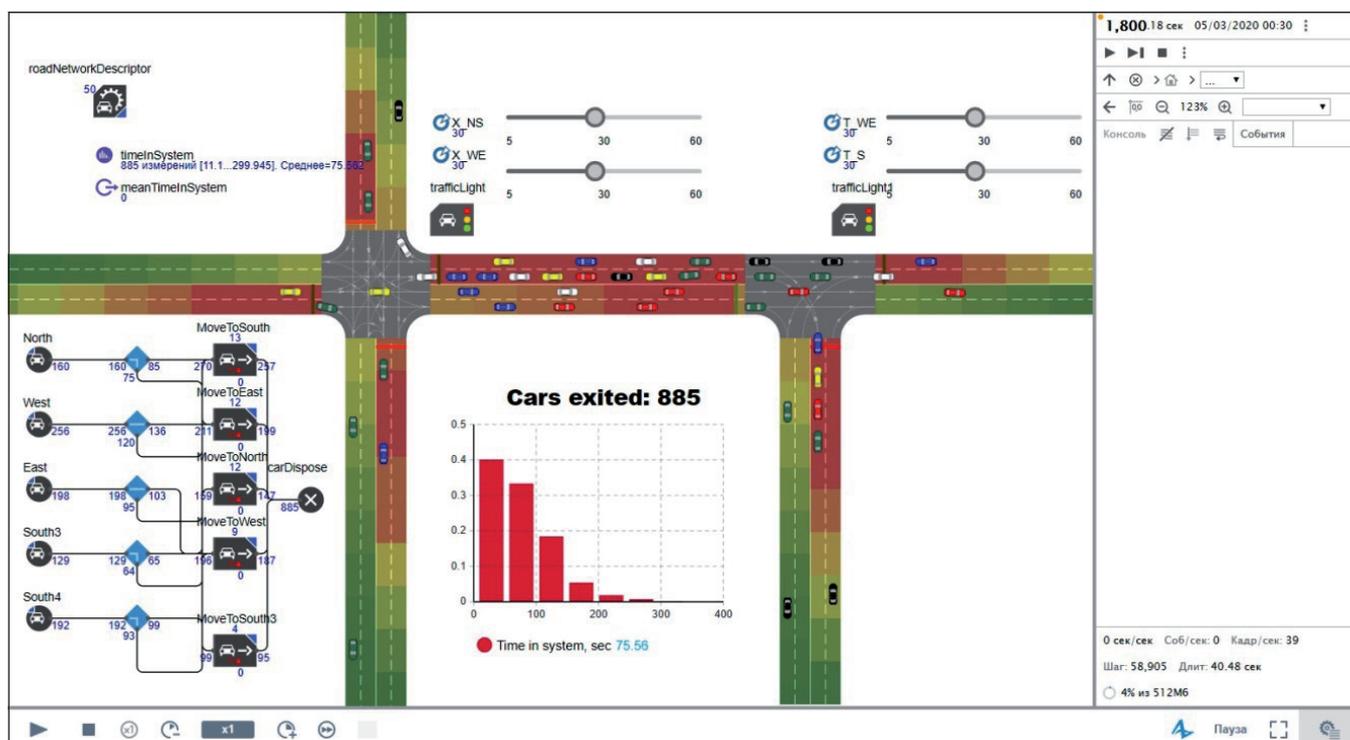


Рис. 5. Добавление светофоров



Рис. 6. Результаты проведения оптимизационного эксперимента

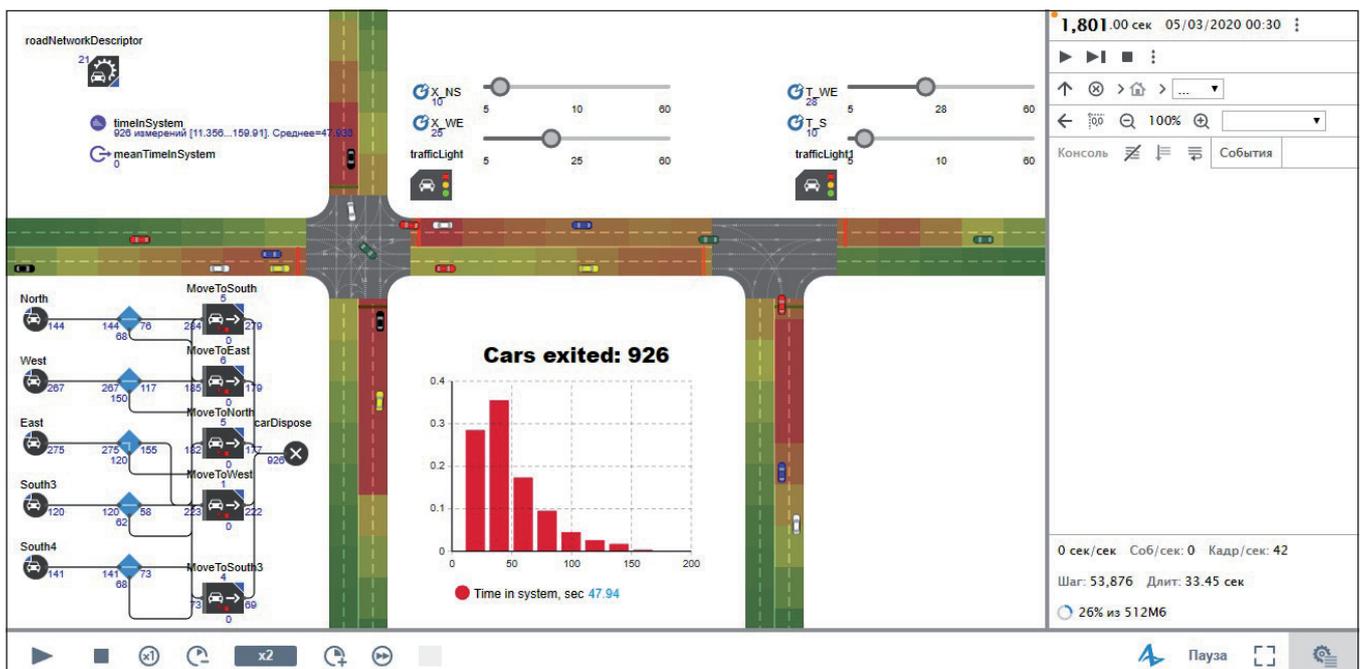


Рис. 7. Работа модели после оптимизации

AnyLogic оптимизация заключается в выполнении определенного количества запусков модели с целью нахождения оптимальных значений параметров. В данном случае необходимо найти оптимальное значение светофорных фаз, позволяющих увеличить пропускную способность перекрестков. В результате эксперимента выводятся на экран наилучшие значения (рис. 6).

Подставив полученные в результате выполнения оптимизационного эксперимента параметры, удастся увеличить пропускную способность дорожной развязки и избавиться от пробок. Теперь среднее время нахождения автомобилей в системе составляет 47 секунд, а число автомобилей, участвующих в симуляции, возросло до 926 (рис. 7).

Благодаря проведенному эксперименту над данной моделью можно убедиться, что эффективное регулирование движения существенно увеличивает пропускную способность участка дороги. При помощи встроенного оптимизатора в среде имитационного моделирования AnyLogic удалось достигнуть лучших результатов работы модели.

6. Аналитическая работа обучающихся

На наш взгляд, не менее важным этапом в процессе моделирования является анализ данных и прогнозирование. Например, после построения модели учащимся предлагается решение нескольких аналитических заданий.

Задание 1.

Найдите оптимальные значения светофорных фаз при разной интенсивности автомобильного движения (длительность желтого сигнала равна двум секундам).

Интенсивность движения автомобилей	Значения светофорных фаз, где X и T — типы перекрестков, а NS (North-South) и т. д. — направления потоков автомобилей				Пропускная способность (секунды)
	X_NS	X_WE	T_WE	T_S	
300					
500					
800					
1000					

Задание 2.

Усовершенствуйте модель. Измените интенсивность прибытия потоков автомобилей в зависимости от времени суток. Проверьте работу модели в рамках целого дня и внесите полученные данные в таблицу.

Время	Интенсивность движения автомобилей	Пропускная способность	
00:00 – 05:59	100		
06:00 – 07:59	800		
08:00 – 09:59	600		
10:00 – 12:59	400		
13:00 – 16:59	600		
17:00 – 20:59	700		
21:00 – 23:59	300		
Значения светофорных фаз в результате оптимизационного эксперимента			
X_NS	X_WE	T_WE	T_S

Задание 3.

Задайте в окне оптимизационного эксперимента в качестве целевой функции количество покинувших систему автомобилей и максимизируйте это число. Как изменится пропускная способность при полученных значениях светофорных фаз?

Задание 4.

Каким еще способом можно добиться лучшей пропускной способности участков дорог без добавления в систему дополнительных параметров?

Или при построении модели цепочки поставок предлагается следующая **аналитическая работа**:

Задание 5.

Представьте, что время разгрузки товаров зависит от их габаритов. Измените работу модели, указав время

разгрузки транспорта от 10 до 20 минут. Как это отразится на общей работе системы?

Задание 6.

Заполните таблицу и укажите среднее время доставки товара грузовиками (по истечении 400 часов модельного времени). В каком городе целесообразно расположить склад поставщика с целью увеличения скорости доставки?

Город поставщика	Среднее время доставки (часы)
Taunton	
Luton	
Selsey	
Milton Keynes	
Andover	
Basingstone	
Horsham	

Задание 7.

Выберите любую страну по своему усмотрению и постройте аналогичную цепочку поставок с не менее десятию городами. Склад расположите в столице выбранной страны. Заполните таблицу, указав расположение клиентов и поставщика, а также среднее время доставки.

Страна	Город поставщика
Города клиентов	Среднее время доставки (часы)

7. Заключение

Подводя итоги, следует отметить, что рассмотренные в данном учебном пособии имитационные модели, отражающие различные актуальные процессы реального мира, могут послужить основой при создании собственного исследования обучающихся в различных областях науки. Детальная проработка предложенных моделей и выполнение дополнительных авторских аналитических заданий будет способствовать развитию аналитического мышления обучающихся.

Список источников

1. *Александрова Н. А., Тимонин А. Н.* AnyLogic: моделирование и анализ данных. М.: Перо, 2022. 104 с.
2. *Андреева К. С.* Формирование аналитического мышления учащихся на уроках информатики: из опыта работы // Научно-технический прогресс как механизм развития современного общества. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа: Аэтерна, 2020. С. 159–162.

3. *Иванов Н. Г., Иванова И. В.* Применение методов поиска новых технических решений как подход к развитию аналитического мышления и профориентации подростков // Приоритеты современного образования. Гл. 6. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2017. С. 70–76.

4. *Калинин И. А., Самылкина Н. Н.* Информатика. 10 класс. Углубленный уровень. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019. 256 с.

5. *Калинин И. А., Самылкина Н. Н., Бочаров П. В.* Информатика. Углубленный уровень: задачник-практикум для 10–11 классов. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. 248 с.

6. *Калинин И. А., Самылкина Н. Н., Калугин А. И.* Изучение имитационного моделирования в AnyLogic в углублен-

ном курсе информатики // Учебно-методический журнал для учителей информатики «Информатика». 2015. № 3. С. 4–19.

7. *Маликов Р. Ф.* Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic 6. Уфа: БГПУ, 2013. 296 с.

8. Официальный сайт разработчика AnyLogic. <https://www.anylogic.ru/>

9. *Фёдоров А. В.* Развитие медиакомпетентности и аналитического мышления в процессе медиаобразования старшеклассников // Школьные технологии. 2011. № 3. С. 89–97.

10. *Шадриков В. Д.* Мышление как проблема психологии // Высшее образование сегодня. 2018. № 10. С. 2–11. DOI:10.25586/RNU.HET.18.10.P.02