

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ

Ляшенко Светлана Александровна

Учитель физики и информатики

Частное общеобразовательное учреждение «Лицей №36 открытого акционерного общества «Российские железные дороги», г. Иркутск

Аннотация. В статье представлена проблема повышения мотивации к обучению школьников образовательных учреждений «РЖД», их дальнейшей ориентации на обучение в сфере железнодорожного транспорта. Здесь рассматривается метод имитационного моделирования, его особенности и преимущество использования учителями информатики в процессе обучения школьников, а также описана модель работы железнодорожной станции, который позволит школьникам понимать работу «железной дороги».

Ключевые слова: имитационное моделирование, железнодорожная станция, методика.

На сегодняшний день компания ОАО «Российские Железные Дороги» является крупнейшей российской государственной компанией. На данный момент данная организация насчитывает 275 общеобразовательных учреждений, в которых обучаются и воспитываются около 42 тыс. детей. В свою очередь, компания ставит задачу перед школами и лицеями «РЖД», которая заключается в том, что выпускники (не менее 60-70%) должны выбрать после окончания 11 класса техникумы, колледжи и ВУЗы железнодорожного транспорта. Исходя из этого, перед администрацией и педагогами образовательных учреждений «РЖД» возникает весомый вопрос: каким образом можно повысить мотивацию обучающихся и ориентировать их на

выбор дальнейшего образования в образовательных учреждениях железнодорожного транспорта.

Стоит отметить, что мотивация обучающихся должна быть комплексной, а именно, со стороны образовательной организации должны быть выработаны методики обучения, которые являются некими ориентирами на сферу железнодорожного транспорта для обучающихся.

Разработка новых методик или коррекция устаревших должна вестись не только среди педагогов дополнительного образования, но и среди предметных объединений педагогов образовательных организаций, поскольку основную массу времени дети проводят, получая новые знания во время основного и обязательного учебного процесса.

Метод имитационного моделирования может выступать одним из лучших инструментов в школьном курсе информатики. Данный метод имеет широкое практическое применение со времён СССР (в 1960-1980 гг.) [3]. В тот промежуток времени с помощью имитационного моделирования люди обрабатывали многие значимые практические задачи регионального уровня, а также многих отраслей и предприятий. Но в период с конца 1980-х и в 1990-е годы стремительное развитие приостановилось [4].

Обращая внимание на сферу экономики, стоит сказать, что Россия и Страны СНГ на данный момент практически не применяют имитационное моделирование в разрешении экономических задач, в то время как США и страны Европы активно используют имитационное моделирование для решения данного круга задач. Эксперты отмечают, что на данный момент ситуация оборачивается в лучшую сторону, так как отдельные негосударственные организации начинают использовать или уже применяют методы имитационного моделирования в своих проектах экономической направленности [1].

На сегодняшний день самыми распространёнными областями применения методов имитационного моделирования в России являются следующие отрасли:

- металлургия;
- лёгкая промышленность;
- электроника;
- железные дороги;
- судостроение и авиастроение;
- пищевая промышленность;
- строительство военной техники.

Большинство моделей применяют для исследования и анализа детальных объектов производства, работы технического оборудования, а также для выбора оптимальной стратегии планирования, управления ресурсами, логистическими процессами и т.п [2].

В средних образовательных школах Российской Федерации, в том числе в школах и лицеях «РЖД», несмотря на очевидную пользу, не обучают основам имитационного моделирования.

Необходимость знакомства школьников с методом имитационного моделирования должна быть обоснована тем, что у них должна формироваться культура моделирования и принятия решений, поскольку сначала необходимо обдумать последствия и составить соответствующий план, затем – действовать.

Программное средство AnyLogic является отличным инструментом для обучения основам имитационного моделирования, поскольку даёт возможность не только моделировать, но и позволяет визуально отобразить разные процессы, охватывающие все сферы нашей жизни. Рассмотрим более детально пример работы с данным программным средством на примере моделирования процесса движения поездов и их взаимодействия с пассажирами. Такая задача будет особо актуальна для обучающихся школ и лицеев железнодорожной направленности. Однако такую задачу можно решать и в других учебных заведениях.

Использование железнодорожной библиотеки программного средства AnyLogic даёт возможность моделирования, а также визуализации работы

железной дороги разной сложности и масштаба. Данная библиотека предоставляет возможности планирования и управления транспортными средствами железнодорожной сферы.

Логика движения поездов задаётся с помощью диаграммы процесса, в то же время каждый поезд обладает своими определёнными свойствами и имеет некоторые состояния.

Железнодорожная библиотека имеет целый набор различных инструментов для моделирования, которые способствуют упрощению задач планирования, оптимизации железнодорожных перевозок и т.д.

В библиотеке содержится семь объектов:

- TrainSource (создает поезд, размещает на пути и включает агента-поезд в процесс);
- TrainDisponce (убирает поезд из модели);
- TrainMoveTo (регулирует движение поезда – вперед или назад);
- TrainCouple (соединяет вагоны, касающиеся друг друга);
- TrainDecouple (отсоединяет заданное количество вагонов, при этом создавая новый поезд из отсоединенных вагонов);
- TrainEnter (помещает агент-поезд на заданный путь конкретной железнодорожной сети, используется обычно в связке с TrainExit);
- TrainExit (извлекает из сети и передает заявку-поезд в диаграмму процесса, используется обычно в связке с TrainEnter).

Библиотека позволяет анимировать пути, стрелки и вагоны в виде 3D анимации, что позволяет наглядно показать преимущества и недостатки разработанной имитационной модели [5].

Для демонстрации работы железнодорожной библиотеки нами была построена модель, которая сочетает в себе следующие компоненты: электропоезда, пассажиры и пригородное сообщение. Все перечисленные компоненты взаимодействуют друг с другом. Основная часть моделирования состоит в создании агентной модели.

Для создания модели были использованы три библиотеки: железнодорожная, пешеходная и библиотека моделирования процессов.

Компоненты библиотек, входящие в состав диаграммы процесса взаимосвязаны между собой и представляют единую систему движения поездов и пассажиров, а также взаимодействия агентов-пассажиров с агентами-поездами. Модель местности и расположения железнодорожных путей в 2D-изображении продемонстрированы на рис. 1.

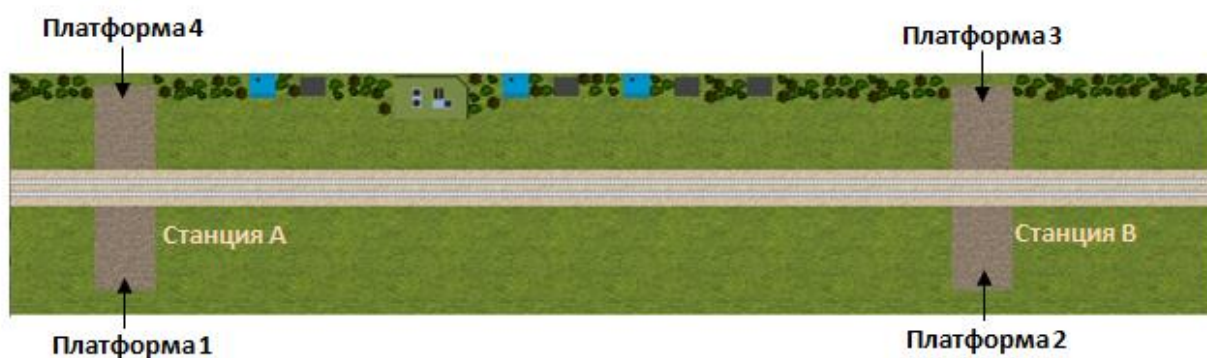


Рисунок 1. Модель местности и расположения ж/д путей в 2D

На рис.2 эта же модель демонстрируется в 3D-изображении.



Рисунок 2. Модель местности и расположения ж/д путей в 3D

Здесь мы видим два железнодорожных пути и две железнодорожные станции, на каждой из которых располагается две платформы. Пассажиры выбирают платформу, соответствующую направлению движения поезда.

На рис.3 демонстрируется работа модели, а именно взаимодействие пассажиров с прибывшим поездом к станции 1.



Рисунок 3. Взаимодействие пассажиров с прибывшим поездом

Здесь электропоезда генерируются блоком sourceTrain1 (играет роль депо). Диаграмма процесса для движения поездов по первому пути и перемещения пассажиров представлена на рис.4. Рассмотрим таблицу 1, в которой описываются блоки железнодорожной библиотеки для поездов, появляющихся на первом пути.

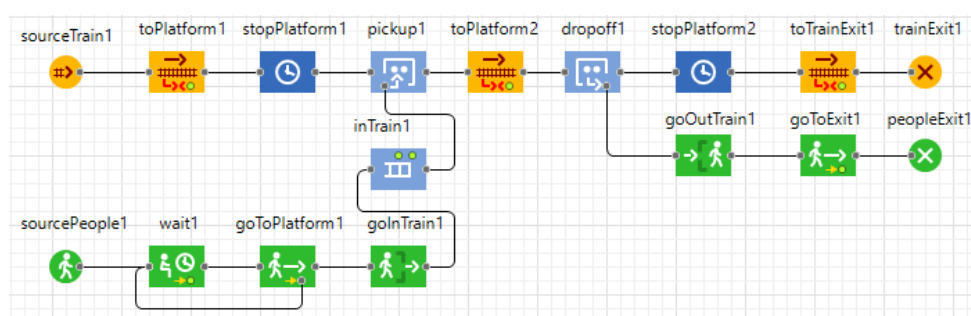


Рисунок 4. Диаграмма процесса 1

Таблица 1. Описание диаграммы процесса поездов на ж/д пути 1(ж/д библиотека)

Блок	Описание
toPlatform1	Задаёт направление движения поезда по пути 1 после его появления в модели к платформе 1.
toPlatform2	Задаёт направление движения поезда по пути 1 от платформы 1 (станция А) до платформы 2 (станция В).
toTrainExit1	Задаёт направление движения поезда от платформы 2 (станция В) к точке выхода поезда из модели.
trainExit1	Удаляет поезд из модели.

Мы видим, что в диаграмме процесса также содержатся блоки пешеходной библиотеки. Появление пассажиров генерируется блоком sourcePeople1. Описание блоков представлено в таблице 2.

Таблица 2. Описание диаграммы процесса поездов на ж/д пути 1(пешеходная библиотека)

Блок	Описание
wait1	Задаёт ожидание пассажиров прибывающего поезда к станции

	А.
goToPlatform1	Направляет пассажира к точке посадки в поезд с платформы 1 станции А.
goInTrain1	Осуществляет посадку пассажира в прибывший поезд.
goOutTrain1	Осуществляет выход пассажира из поезда на платформу 2 станции В.
goToExit1	Задаёт направление движения пассажира к точке выхода из модели на платформе 2 станции В.
peopleExit1	Удаляет пассажира из модели

Для того, чтобы все блоки образовали единый процесс, необходимо использовать блоки библиотеки моделирования процессов, описание которых представлено в таблице 3.

Таблица 3. Описание диаграммы процесса поездов на ж/д пути 1(библиотека моделирования процессов)

Блок	Описание
stopPlatform1	Задерживает поезд на станции А на время стоянки у платформы 1.
pickup1	Выбирает на станции первых доступных 400 пассажиров
inTrain1	Моделирует очередь пассажиров на платформе 1.
dropoff1	Удаляет пассажиров из поезда и пересылает их на платформу 2 станции В.
stopPlatform2	Задерживает поезд на станции В на время стоянки у платформы 2.

Рассмотрим процесс 2, где моделируется движение и взаимодействие с пассажирами поездов, появляющихся на пути 2 (рис. 5).

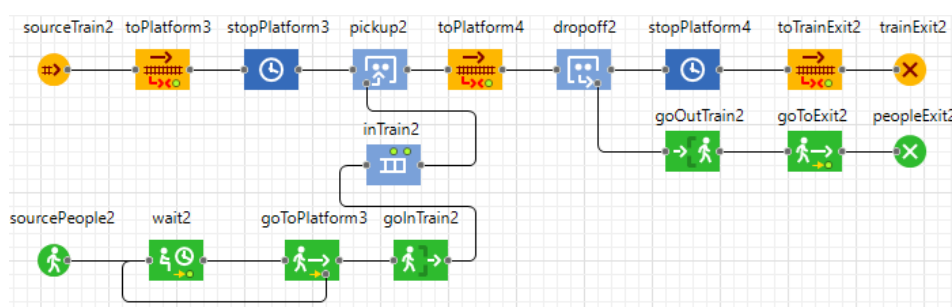


Рисунок 5. Диаграмма процесса 2

Аналогично рассмотрим описание всех блоков, входящих в диаграмму процесса 2 (табл. 4). Электропоезда в данном процессе генерируются блоком sourceTrain2, а пассажиры – блоком sourcePeople2.

Таблица 4. Описание диаграммы процесса поездов на ж/д пути 2

Блок	Описание
<i>Железнодорожная библиотека</i>	
toPlatform3	Задаёт направление движения поезда по пути 2 после его появления в модели к платформе 3.
toPlatform4	Задаёт направление движения поезда по пути 2 от платформы 3 (станция В) до платформы 4 (станция А).
toTrainExit2	Задаёт направление движения поезда от платформы 4 (станция А) к точке выхода поезда из модели.
trainExit2	Удаляет поезд из модели.
<i>Пешеходная библиотека</i>	
wait2	Задаёт ожидание пассажиров прибывающего поезда к станции В.
goToPlatform3	Направляет пассажира к точке посадки в поезд с платформы 3 станции В.
goInTrain2	Осуществляет посадку пассажира в прибывший поезд.
goOutTrain2	Осуществляет выход пассажира из поезда на платформу 4 станции А.
goToExit2	Задаёт направление движения пассажира к точке выхода из модели на платформе 4 станции А.
peopleExit2	Удаляет пассажира из модели
<i>Библиотека моделирования процессов</i>	
stopPlatform3	Задерживает поезд на станции В на время стоянки у платформы 3.
pickup2	Выбирает на станции первых доступных 400 пассажиров
inTrain2	Моделирует очередь пассажиров на платформе 3.
dropoff2	Удаляет пассажиров из поезда и пересылает их на платформу 4 станции А.
stopPlatform4	Задерживает поезд на станции А на время стоянки у платформы 4.

Проведём модельный эксперимент. Для начала зададим начальные значения для генерации пассажиров и поездов. Предположим, что на станцию А приходит 25 человек в минуту, в то время как на станцию В – 20 человек в минуту. Необходимо проверить, при каких условиях удастся перевезти 1000 пассажиров с одной и другой станции в течение часа.

Считаем, что вместимость одного вагона электропоезда – 100 человек. Запустим поезда с одним вагоном. Время между прибытиями поездов считаем равным 10 минут, а время стоянки на каждой станции – 2 минуты.

Так как время между прибытиями равно 10 минут, тогда за час должно пройти 5 поездов, следовательно, установим количество прибытий, равное 5.

Результат первого эксперимента представлен на рисунке 6.

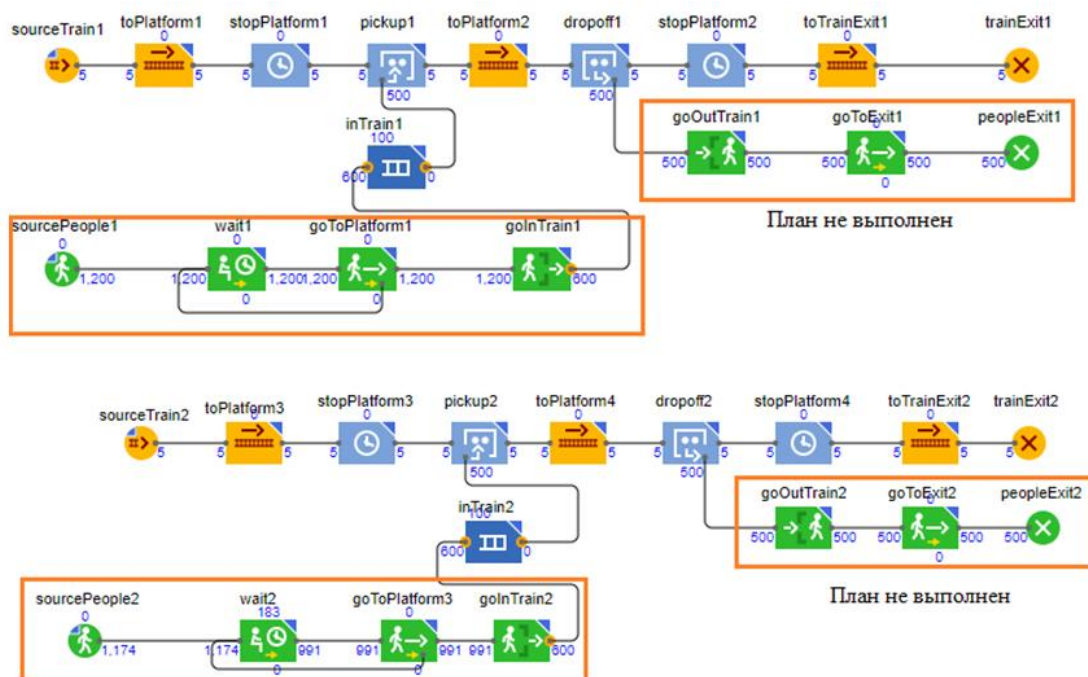


Рисунок 6. Результат первого эксперимента

Исходя из эксперимента, можно заметить, что при вместимости одного вагона (100 человек) не удалось перевести за час 1000 заявленных в плане пассажиров. Добавим по одному такому же вагону к каждому поезду и проверим работу модели.

Результат второго эксперимента представлен на рисунке 7.

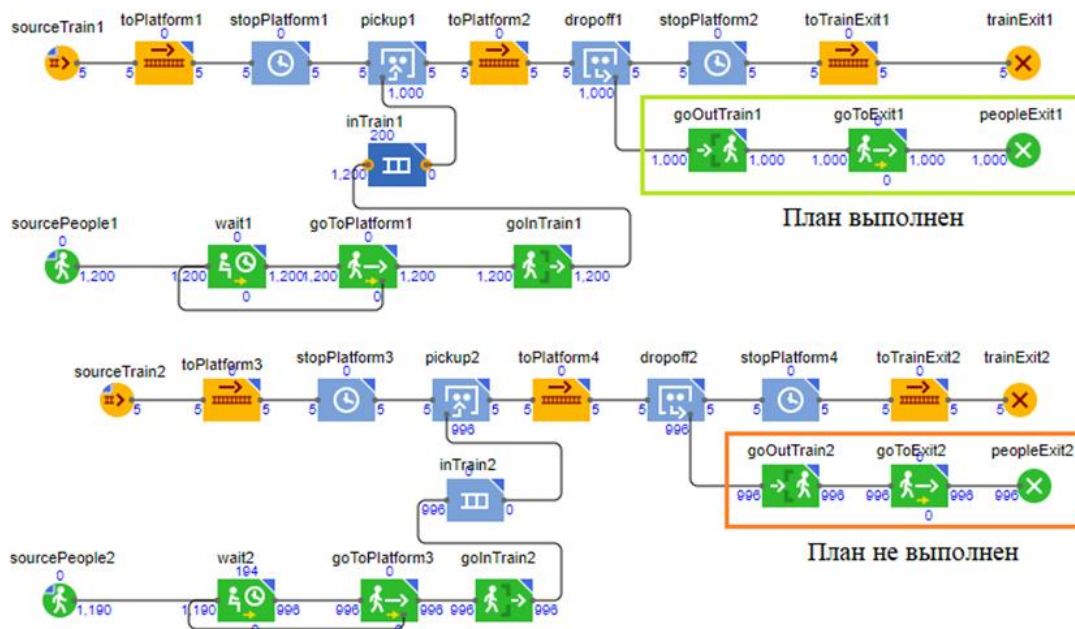


Рисунок 7. Результат второго эксперимента

Исходя из второго эксперимента, можно сделать вывод о том, что двух вагонов будет достаточно для перевозки 1000 пассажиров за час. Но план не

выполнен в полной мере для станции В. Интенсивность прибытия пассажиров на станцию В составляет 20 чел/мин, можно предположить, что пассажиры не успевают дойти до поезда, поэтому следует увеличить время стоянки поезда. На данный момент время стоянки составляет 2 минуты в первом и во втором случаях. Увеличим для поездов второго пути время стоянки до 3 минут.

Результат 3 эксперимента представлен на рисунке 8.

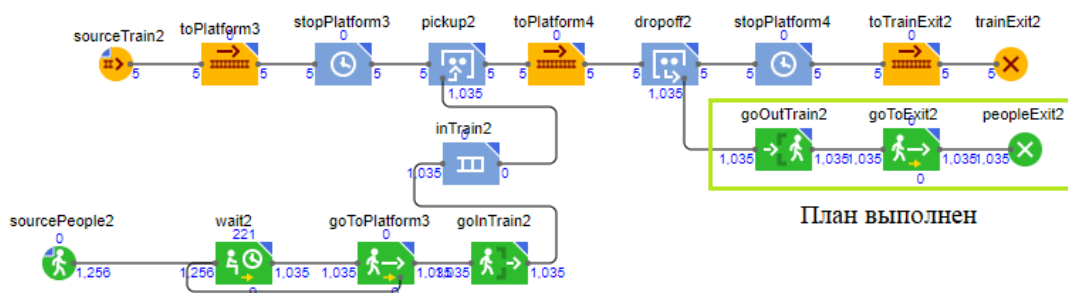


Рисунок 8. Результат третьего эксперимента

Таким образом, для заданных условий данной модели было установлено, что для выполнения ежечасного плана будет достаточно использовать поезда с двумя вагонами, однако время стоянки поездов на станции В необходимо увеличить до 3-х минут, в противном случае пассажиры не успевают на поезд и план не выполняется в полном объёме.

В данном примере не были задействованы все возможности программы, однако видно насколько просто и наглядно можно проектировать модели различных процессов. С помощью AnyLogic есть возможность не только увидеть проблемы моделируемого процесса, но и устранить их.

Такой подход к имитационному моделированию является наиболее интересным и современным, поскольку можно не только построить диаграмму процесса, но и настроить его визуализацию, в которой действия и сама обстановка могут быть приближенными к реальности, что несомненно поможет повысить мотивацию школьников.

Моделирование процессов в железнодорожной сфере с помощью программного средства AnyLogic поможет обучающимся понять, каким образом взаимодействуют между собой объекты на железной дороге, начиная от самых простых задач, содержащих всего один путь железной дороги и

расширяя задачу до моделирования движения целой системы поездов, находящихся на нескольких путях, соединённых узлами.

Проецируя описанный метод на школьный курс информатики, стоит отметить, что обучать методу имитационного моделирования можно, начиная с 5 класса, где дети более осознанно подходят к сфере информационных технологий. Однако основной образовательный процесс по предложенным УМК по информатике предоставляет недостаточное количество времени для обучения моделированию, в том числе и имитационному методу, который более подробно рассматривается только в средней школе.

Обучение методу имитационного моделирования необходимо организовывать в период, когда дети открывают для себя новые знания на более осознанном уровне, именно начиная с 5 класса. В этом возрасте у школьников можно вызвать серьёзный интерес, поскольку они являются исследователями окружающего мира, а метод имитационного моделирования позволит изучать многие явления нашей природы детально, отображая сами процессы на экране монитора и изучать алгоритмы поведения систем, выстраивая диаграммы процессов.

Примерное содержание дисциплины

Название темы/раздела	Содержание
Введение в моделирование	Объекты и имена объектов. Признаки объектов. Разновидность объектов. Классификация объектов. Система объектов. Понятие «модель». Разновидности моделей и их практическое применение.
Компьютерное и имитационное моделирование	Компьютерные модели. Этапы компьютерного моделирования. Имитационные модели и их характеристика. Модельное время. Принципы измерения модельного времени. Этапы имитационного моделирования. Способы имитации поведения системы. Компьютерный эксперимент. Методы планирования эксперимента. Принципы проведения компьютерного эксперимента. Обработка результатов компьютерного эксперимента.
Знакомство с программой AnyLogic	Интерфейс программы AnyLogic. Библиотеки. Библиотека моделирования процессов. Библиотека производственных систем. Пешеходная библиотека. Железнодорожная библиотека. Библиотека дорожного движения. Библиотека моделирования потоков.
Моделирование в программе	Агентное моделирование. Понятие «агент», создание

AnyLogic	популяции агентов и их удаление. Пространство в агентных моделях. Движение и взаимодействие агентов. Системная динамика. Понятия «накопитель», «поток», «динамическая переменная», «связь», «цикл», «копия». Массивы. Функции системной динамики. Параметры, переменные и коллекции. Способы визуализации моделей. Разметка пространства. Интерактивные элементы управления и особенности их работы. База данных. Работа с базами данных в AnyLogic. Способы получения данных. Задание поведения. События и диаграммы состояний. Функции, табличные функции и расписания. Сбор и анализ результатов моделирования. Графики и диаграммы. Эксперименты.
Проектирование сложных систем	Разработка моделей «Пешеходный переход», «Железнодорожная станция», «Регулирование движения потока автомобилей»

Так как рабочая программа по предмету, содержащая всего 34 часа изучения информатики в год не может позволить исключения многих важных тем, тогда целесообразно обучать школьников методу имитационного моделирования, вводя элективные курсы. Решение, как именно организовать обучение, сколько времени нужно выделить на обучение в год, будет решать администрация образовательного учреждения, совместно с учителями информатики. Однако, исходя из вышесказанного, минимум, который можно предложить для обучения – рабочая программа на 17 часов. Гораздо лучше разработать программу на 34 часа в год, предусматривая возможность внедрения больше практики, минимум теории.

Подводя итог, стоит отметить, что для обучения методу имитационного моделирования необходимо внедрять курсы, которые будут посвящены непосредственно обучению основам имитационного моделирования, и сочетать в себе большой объём интересных практических заданий, выполняемых с помощью программного средства AnyLogic. Помимо этого, метод имитационного моделирования в сочетании с AnyLogic прекрасно подойдёт для работы с обучающимися над индивидуальными проектами.

Список литературы

1. Борщев А.В. Применение имитационного моделирования в России – состояние на 2007 г. [Текст] // Имитационное моделирование. Теория и практика: Сборник докладов третьей всероссийской научно-практической конференции ИММОД2007. Том 1. - СПб.: ФГУП ЦНИИТС, 2007. – с. 11-16.
2. Клейнен Дж. Статистические методы в имитационном моделировании. / Пер с англ.; Под ред. Ю.П. Адлера и В.Н. Варыгина [Текст] - М.: Статистика, 1978. – Вып.1 – 221 с.; Вып.2 – 335 с.
3. Кобелев Н.Б. Основы экономического моделирования сложных экономических систем [Текст] - М.: Вузовский учебник, 2015. 139 с.
4. Рыжиков Ю.И. Аналитический обзор. Имитационное моделирование. Теория и практика. (ИМ-МОД 2005), Том II [Текст] - СПб.: ФГУП ЦНИИ технологии судостроения, 2005. С. 1-14.
5. Help – Anylogic Simulation Software. Железнодорожная библиотека [Электронный ресурс] / URL: <https://help.anylogic.ru/index.jsp?nav=%2F0> (дата обращения: 7.05.20)