**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ»

Кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления

Дополнительная общеразвивающая программа

«Имитационное моделирование»

Направленность: техническая

Возраст обучающихся: 14-17 лет

Срок реализации – один учебный год

Автор-составитель программы:

Маряшина Дарья Николаевна,

студент каф. АСОИУ, ИКТЗИ

Казань 2022

**Раздел** **1.** **Пояснительная** **записка.**

**1.1.** **Программа «Моделирование как метод познания»** имеет техническую направленность.

**1.2.** Уровень программы **базовый.**

**1.3.** **Актуальность** **и** **педагогическая** **целесообразность**

Моделирование – это процесс перехода от реальной системы к ее модели, с которой проводят различные эксперименты, что-то вычисляется, оптимизируется. И на выходе получают готовое решение, применимое для реальной системы. Видов моделирования множество, имитационное же используется при решении задач особого класса, для которых аналитическое решение (решение с помощью формул простых алгоритмов) найти крайне тяжело.

Имитационное моделирование – это метод изучения сложных систем, на основе создания компьютерной модели, воспроизводящей структуру и процессы функционирование реальной системы, а также выполнение расчетов эксперименты на этой модели. Важные характеристики имитационного моделирования представляет собой динамическое описание процесса, а также, в основном, алгоритмическое подход к описанию поведения системы, существенно расширяющий выразительно возможность и объем метода по сравнению с математическим описанием.

Имитационное моделирование на практике является междисциплинарной деятельностью проектирование логистических систем, создание имитационных моделей на стыке управленческий и ИТ-консалтинг.

**1.4.** **Отличительные** **особенности.**

Данная программа подготовки позволит учащимся не только прослушать курс лекций и посетить практические занятия, но и создать собственную имитационную модель системы массового обслуживания (кафе, кинотеатр, заправочная станция и т.д.). Слушатели программы научаться планировать, проводить эксперименты с системой, анализировать результаты и вырабатывать рекомендации.

**1.5.** **Цель программы**

Основной целью данной программы являетсяизучение технологий имитационного моделирования, метода имитационного исследования систем массового обслуживания.

**1.6** **Задачи** **программы**

* Познакомить детей с областью информационных технологий – имитационным моделированием;
* Научить обучающихся разрабатывать имитационные модели и проводить имитационное исследование систем;
* Получить навык работы с отечественной средой имитационного моделирования GPSS Studio;
* Привить интерес к имитационному моделированию;
* Мотивировать детей к реализации своих собственных задумок и идей;
* Воспитать трудолюбие и усидчивость, а также целенаправленность.

**1.7.** **Категория обучающихся:** Программа составлена для детей 14-17 лет.

**1.** **8.** **Срок реализации программы:** Программа рассчитана на 9 месяцев (1 учебный год).

**1.9.** **Форма** **организации** **образовательной** **деятельности** **и** **режим** **занятий**

Форма организации образовательной деятельности: групповая и индивидуальная.

Режим занятий:2 раза в неделю по 2 часа. Время занятия включает 45 минут учебного времен, обязательный перерыв, составляющий 15 минут и вторая половина занятия длительностью 45 минут.

**1.10.** **Планируемые** **результаты** **освоения** **программы**

**По окончании курса обучения, учащиеся будут знать:**

* Интерфейс основных средств имитационного моделирования;
* Основные функции и инструменты отечественной среды имитационного моделирования GPSS Studio;
* Базовые принципы разработки имитационных моделей в GPSS Studio;
* Базовые принципы проведения экспериментов в GPSS Studio;
* Различия и особенности одиночных, серий и оптимизационных экспериментов в GPSS Studio;

**По окончании курса обучения, учащиеся будут уметь:**

* Уверенно использовать среду имитационного моделирования GPSS Studio;
* Разрабатывать имитационные модели и создавать имитационные приложения;
* Планировать и проводить эксперименты средствами GPSS Studio;
* Ставить оптимизационную задачу и решать ее при помощи оптимизационного эксперимента;
* Анализировать результаты проведенных экспериментов и формировать рекомендации.

**Раздел** **2.** **Содержание** **программы. Учебный** **(тематический)** **план.**

**1 учебный год**

Таблица 1. План учебной программы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Название темы** | **Количество часов** | | | **Форма контроля** |
| **Всего** | **Теория** | **Практика** |
| 1 | Имитационное моделирование. Базовые определения. | 4 | 4 | 0 | Устный опрос |
| 2 | Математический аппарат. Основные методологические подходы к построению моделей | 12 | 8 | 4 | Опрос и индивидуальное задание |
| 3 | Современные универсальные средства и языки имитационного моделирования | 5 | 4 | 3 | Устный опрос |
| 4 | Имитационное моделирование в среде GPSS Studio. Знакомство со средой. | 16 | 4 | 12 | Тестовые задания + игра на выбывание с опросом по полученным знаниям. |
| 5 | Постановка задачи исследования и формализация системы | 10 | 5 | 6 | Опрос и индивидуальное задание |
| 6 | Разработка модели и имитационного приложения | 17 | 6 | 12 | Опрос и индивидуальное задание |
| 7 | Планирование и проведение экспериментов (проведение имитационного исследования) | 16 | 5 | 12 | Опрос и индивидуальное задание |
| 8 | Анализ результатов и выработка рекомендаций | 8 | 4 | 6 | Беседа с учениками и обсуждение итоговых результатов. |
| 9 | Разработка собственного проекта | самостоятельно дома/на практиках | | | Консультации по возникшим вопросом |
| Всего: | | 98 | 40 | 55 |  |

**Содержание** **учебного** **(тематического)** **плана** **обучения.**

**«Моделирование как метод познания»**

**1.** **Имитационное моделирование. Базовые определения.**

История имитационного моделирования (далее ИМ). Область применения и основные определения: объект, модель, моделирование. Структура процесса ИМ. Инструктаж по технике безопасности.

**2. Математический аппарат. Основные методологические подходы к построению модели.**

Знакомство с теорией вероятности и математической статистикой применительно к ИМ. Виды вероятностных распределения. Дискретные имитационные модели. Непрерывные имитационные модели. Принципы и методы построения имитационных моделей. Рассмотрение аналитического метода, метода статистического моделирования (Монте-Карло), а также комбинированного подхода построения имитационных моделей.

**3.** **Современные универсальные средства и языки имитационного моделирования.**

Обзор существующих/ранее существовавших языков имитационного моделирования, а также знакомство со средствами имитационного моделирования. Применение теории на практике. Установка и практическое знакомство с некоторыми средствами имитационного моделирования: Arena, AnyLogic, World.

**4. Имитационное моделирование в среде GPSS World. Знакомство со средой.**

История развития World и GPSS Studio. Принцип работы. Основные компоненты и блоки. Установка необходимого программного обеспечения: ядро моделирования GPSS World, а также среда разработки GPSS Studio. Демонстрация работы основных компонентов среды разработки.

**5. Постановка задачи исследования и формализация системы.**

Структуризация и описание модели в объектах предметной области. Построение иерархической графической схемы модели. Настройка типовых элементарных блоков. Задание исходных данных и параметров.

**6. Разработка модели и имитационного приложения.**

Разработка, корректировка и отладка имитационной модели. Работа со встроенным отладчиком моделей. Работа со стандартным отчетом GPSS. Разработка имитационного приложения: конструирование сценариев ввода данных в модель; создание формы планирования экспериментов; разработка формы представления результатов моделирования; создание диалогов анализа результатов.

**7. Планирование и проведение экспериментов (проведение имитационного исследования).**

Разработка сценариев проведения экспериментов. Ввод или корректировка данных и планирование экспериментов. Проведение одиночных экспериментов. Проведение серии экспериментов. Формирование оптимизационной задачи. Решение оптимизационной задачи посредствам проведения оптимизационного эксперимента.

**8.** **Анализ результатов и выработка рекомендаций**

Анализ результатов экспериментов по формам вывода и формирование отчета. Составление рекомендаций.

**Раздел** **3.** **Формы** **контроля** **и** **оценочные** **материалы.**

**Критерии** **оценки** **планируемых** **результатов** **освоения** **программы.**

Таблица 2. Таблица для оценки усваивания программы

|  |  |
| --- | --- |
| **Уровень освоения программы** | **Показатели освоения учебной программы** |
| Высокий уровень | Ученик демонстрирует высокий интерес программе курса. Выполняет все задания, данные на практике, вовремя и показывает преподавателю, отличные знания теоретического материала. |
| Средний уровень | Ученик демонстрирует достаточный интерес к данному направлению. Выполняет все задания, данные на практике, но с некоторыми неточностями и погрешностями, хорошие знания теоретического материала. |
| Низкий уровень | Ученик демонстрирует слабый интерес к данному направлению, совершенно не привносит свой вклад в проект. Выполняет не все задания, данные на практике, слабые знания теоретического материала. |

**Раздел** **4.** **Организационно-педагогические** **условия** **реализации** **программы. Методическое** **и** **информационное** **обеспечение** **программы.**

**1 учебный год.**

Таблица 3. Методическое обеспечение курса

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Название тем** | **Методическое обеспечение** |
| 1 | Имитационное моделирование.  Базовые определения. | Презентации. Иллюстрации. |
| 2 | Математический аппарат. Основные методологические подходы к построению моделей | Презентации (для теории). Работа с преподавателем. |
| 3 | Современные универсальные средства и языки имитационного моделирования | Презентации (для теории). Семинары со специалистами в области имитационного моделирования |
| 4 | Имитационное моделирование в среде GPSS Studio. Знакомство со средой. | Презентации (для теории). Работа по методичке с преподавателем. Игра на знание теории по пройденному материалу. |
| 5 | Постановка задачи исследования и формализация системы | Презентации (для теории). Работа с преподавателем. Беседа с учениками, позволяющая выявить пробелы в знаниях. |
| 6 | Разработка модели и имитационного приложения | Презентации (для теории). Работа с преподавателем. Беседа с учениками, позволяющая выявить пробелы в знаниях. |
| 7 | Планирование и проведение экспериментов (проведение имитационного исследования) | Презентации (для теории). Работа с преподавателем. Беседа с учениками, позволяющая выявить пробелы в знаниях. |
| 8 | Анализ результатов и выработка рекомендаций | Презентации (для теории). Работа с преподавателем.Беседа с учениками, позволяющая выявить пробелы в знаниях. |
| 9 | Разработка собственного проекта | Демонстрация и защита итогового проекта перед родителями и сокурсниками. |

Таблица 4. Материально-техническое обеспечение программы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование вида учебной работы** | **Наименование учебной**  **аудитории, специализированной лаборатории** | **Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения** |
| Лекционное занятие | Аудитория для лекционных занятий | Мебель, проектор, экран, компьютер/ноутбук, тематические иллюстрации. |
| Практические занятия | Аудитория для практических занятий, оборудованная компьютерами | Мебель, проектор, экран, компьютер/ноутбук, тематические иллюстрации |
| Самостоятельная работа | Помещение для самостоятельной работы | Компьютеры с установленным программным обеспечением (GPSS Studio, GPSS World). |

**Используемая литература**

1. Карпов, Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Ведение в моделирование с AnyLogic 5 / Ю.Г. Карпов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 400

2. Девятков В.В., Девятков Т.В., Федотов М.В. Имитационные исследования в среде моделирования GPSS STUDIO: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, Вузовский учебник, 2018. – 283 с.

3. Бабий Ю.И., Девятков Т.В., Девятков В.В., Федотов М.В. Оптимизационный эксперимент в среде моделирования GPSS Studio // Девятая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2019). Труды конференции, 16–18 октября 2019 г., Екатеринбург: Урал. гос. пед. ун-т., 2019. – 678 с.

**Рекомендуемая литература**

1. Т. Дж. Шрайбер Моделирование на GPSS: Пер. с англ./Пер. В.И. Гаргера, И.Л. Шмуйловича; Ред. М.А. Файнберг. – М.: Машиностроение, 1980. – 592 с., ил.

2. Маликов, Р. Ф. Практикум по дискретно-событийному моделированию сложных систем в среде GPSS Studio / Р. Ф. Маликов, А. Р. Усманова. – Издание 2-е, измененное и дополненное. – Уфа : Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, 2021. – 395 с.