

***Ефимова Мирослава Валерьевна***

студентка

***Пучков Андрей Юрьевич***

канд. техн. наук, доцент, преподаватель

Филиал ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский  
университет «МЭИ» в г. Смоленске

г. Смоленск, Смоленская область

## **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ РЕГУЛИРОВОЧНОГО УЧАСТКА**

***Аннотация:** в данной статье изложена разработка, отладка имитационной модели системы заданной предметной области. Авторами проанализированы полученные результаты и выработаны рекомендации для достижения оптимального результата в поставленной задаче. Результатом исследования является смоделированная система и найденные в соответствии с заданием оптимальные условия работы регулировочного участка.*

***Ключевые слова:** имитационное моделирование, GPSS, регулировочный участок цеха, экспоненциальный закон распределения, планирование машинного эксперимента.*

В любой сфере деятельности при принятии решений, в процессе управления процессами часто возникает необходимость прогнозирования результатов в тех или иных условиях. Фактор времени в этом случае очень важен. Для ускорения принятия решения используются модели процессов.

Имитационным моделированием называется распространённая разновидность аналогового моделирования, которое реализуется посредством набора математических инструментальных средств, специальных имитирующих компьютерных программ и технологий программирования, которые позволяют с помощью процессов-аналогов провести целенаправленное исследование структуры и функций реального сложного процесса в памяти компьютера в режиме «имитации», выполнить оптимизацию некоторых его параметров. Такое моделирование

представляет собой специальный программный комплекс, который позволяет имитировать функционирование сложного объекта. Он запускает в компьютере параллельные взаимодействующие вычислительные процессы, которые по своим параметрам являются аналогами исследуемых процессов [1].

Имитационное моделирование незаменимо в тех случаях, когда аналитическое решение и описание задачи слишком сложно или вообще отсутствует, если выполнение натурального эксперимента дорого, вообще невозможно или может привести к разрушению объекта. Характеристикой такого подхода к моделированию является ещё и то, что вычислительные процессы являются по своим временным параметрам аналогами исследуемых процессов. Преимущество состоит в том, что временем в модели можно управлять: замедлять в случае с быстропротекающими процессами и ускорять для моделирования систем с медленной изменчивостью.

Для разработки имитационной модели в настоящее время существует несколько прикладных пакетов и систем. Система GPSS предоставляет пользователю законченную высокоуровневую информационную технологию создания имитационных моделей. В системе имеются средства формализованного описания параллельных дискретных процессов в виде условных графических изображений или посредством операторов собственного языка. Язык GPSS – это язык декларативного типа, построенный по принципу объектно-ориентированного языка. Основными элементами этого языка являются транзакты и блоки, которые отображают соответственно динамические и статические объекты моделируемой системы [2]. Координация процессов в системе GPSS осуществляется автоматически в едином модельном времени. Пользователь в случае необходимости может вводить свои правила синхронизации событий. Имеются средства управления моделью, динамической отладки и автоматизации обработки результатов. В качестве средства реализации модели была выбрана именно система GPSS, поскольку в ней разработчикам удалось очень чётко отобразить как соответствие проблемной области (по терминологии, по функциям, методике исследований

и т. д.), так и эффективность программирования (удобство разработки моделей, быстрое действие, использование ресурсов ЭВМ и т. д.).

Поскольку объектом моделирования является работа регулировочного участка цеха, техническое задание состоит в исследовании системы массового обслуживания, описывающая то, как осуществляется регулировка, и определяющая наиболее выгодную, с точки зрения экономической эффективности, длительность регулировки.

Для того чтобы проанализировать работу регулировочного цеха и выявить наиболее благоприятный режим функционирования системы, позволяющий достичь выгоды, с точки зрения экономической эффективности, необходимо осуществить планирование машинного эксперимента и провести прогон программы при различных вариантах параметров блоков.

Целями планирования модельного эксперимента являются: сокращение общего объема испытаний при соблюдении достоверности и точности результатов, а также повышение информативности каждого из экспериментов в отдельности. С точки зрения экономической эффективности работы регулировочного участка цеха (по влиянию на прибыль), выделяем следующие факторы: средняя длительность первичной регулировки, средняя длительность вторичной регулировки и средняя длительность частичной регулировки.

Средняя длительность вторичной регулировки – это первичный фактор, поскольку её величина по сравнению со средней длительностью первичной и частичной регулировки наибольшая, следовательно, агрегаты теряют на ней больше всего времени. Тогда средняя длительность первичной регулировки и средняя длительность частичной регулировки – вторичные факторы.

Для того чтобы выявить, как зависит прибыль от средней длительности регулировок, и какая длительность является наиболее выгодной, провели прогон программы, изменяя длительность независимо для каждой из регулировок и сравнивая получаемую при этом общую прибыль. Рассмотрим три случая:

1. Первоначально определили зависимость между средней длительностью первичной регулировки и прибылью.

2. Была также рассмотрена зависимость прибыли от средней длительности вторичной регулировки.

3. Определим зависимость прибыли от частичной регулировки также, как и в предыдущих случаях.

Приведённые выше эксперименты показали, что лишь уменьшение средней длительности первичной и вторичной регулировки относительно заданного по условию значения положительно влияет на величину прибыли при условии, что длительность частичной регулировки остаётся такой же, как указано в условии. Уменьшение средней длительности частичной регулировки при первоначальных значениях средней длительности вторичной и первичной регулировок способствует снижению прибыли.

Далее было рассмотрено влияние факторов на прибыль не по отдельности, как в выше приведённых экспериментах, а попарно. Проводилось это для более полного анализа работы системы и более точного нахождения наиболее выгодных с экономической точки зрения длительностей регулировки. Согласно данным эксперимента, выявили наиболее желательные длительности регулировок.

Анализ результатов работы модели регулировочного участка происходил при имитации обслуживания 10000 транзактов и привёл к следующим результатам:

- снижение средней длительности частичной регулировки никак не повлияет на повышение общей прибыли, а лишь увеличит затраты на создание условий для более быстрой её работы;

- снижение средней длительности первичной регулировки увеличивает совокупный доход от реализации агрегатов двух сортов;

- снижение средней длительности вторичной регулировки увеличивает совокупный доход от реализации агрегатов двух сортов.

Примененный подход может быть использован для решения аналогичных задач в других организациях для определения оптимальной, наиболее выгодной, с точки зрения экономической эффективности, длительности регулировки, после внесения изменений в моделирующую программу.

### ***Список литературы***

1. Имитационное моделирование экономических процессов: Учеб. пособие / А.А. Емельянов, Е.А. Власова, Р.В. Дума; под ред. А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.

2. Томашевский В., Жданова Е. Имитационное моделирование в среде GPSS / В. Томашевский, Е. Жданова. – М.: Бестселлер, 2003.