

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра системного анализа и автоматического управления

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА РЕЗЕРВУАРОВ

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 481 группы

направления 27.03.03 – Системный анализ и управление

факультета компьютерных наук и информационных технологий

Корякиной Анны Павловны

Научный руководитель

к. т. н., доцент

Д. Ю. Петров

Заведующий кафедрой

к. ф.-м. н., доцент

И. Е. Тананко

Саратов 2020

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В современном мире широкое применение при моделировании и управлении сложными дискретно-событийными системами и протекающими в них процессах находит имитационное моделирование.

Имитационный эксперимент – отображение процесса, протекающего в сложной дискретной системе в течение длительного времени, что как правило занимает несколько секунд или минут работы ЭВМ.

Полученная в ходе имитационного моделирования модель производства резервуаров позволит быстро, не затрачивая больших ресурсов, менять значения параметров, анализировать поведение системы, исследовать слабые места и делать предположения о возможностях оптимизации системы.

Проведение эксперимента позволяет сделать выводы о поведении системы и её особенностях без построения, если это проектируемая система; синтезировать и исследовать стратегию управления; прогнозировать и планировать функционирование системы в будущем.

На основании проведенных экспериментов, учитывая особенности построения и функционирования системы проводится её анализ. Цель анализа – выявить слабые места системы и предложить пути решения.

Цель бакалаврской работы – построение и исследование имитационной модели процесса производства резервуаров.

Поставленная цель определила **следующие задачи:**

1. Изучение и описание процесса производства резервуаров.
2. Изучение методов моделирования дискретных стохастических систем.
3. Построение имитационной модели процесса производства резервуаров.
4. Проведение экспериментов и анализ имитационной модели процесса производства резервуаров.

Методологические основы бакалаврской работы представлены в работах по моделированию систем Б. Я. Советова [1], Д.Кельтона [2], Дж. Клейнена [3], Ю. Карпова [4], А.Г. Куприяшкина [5] и Р. Шеннона [20]. В работах О. А. Новикова [8], Ю. И. Митрофанова [9, 11] и А. А. Назарова [10] описаны основы теории массового обслуживания. Принципы и основы имитационного моделирования описаны в работе В. Д. Боева, Д. И. Кирика, Р. П. Сыпченко [19].

Практическая значимость бакалаврской работы.

Практическая значимость заключается в возможности использования полученной модели для анализа системы и проведения экспериментов, усовершенствования модели для более сложной системы, добавление элементов и процессов функционирования системы в имитационную модель, выявление новых возможностей производства и слабых мест, требующих замену, нахождение оптимальных решений для получения лучшего результата,

Структура и объём работы. Бакалаврская работа состоит из введения, 4 разделов, заключения и списка использованных источников. Общий объём работы – 43 страницы, из них 37 страниц – основное содержание, включая 30 рисунков и 4 таблицы, список использованных источников информации – 20 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первый раздел «Основы моделирования» посвящён описанию основных понятий в моделировании, дискретно-событийного моделирования и моделирования систем массово обслуживания.

В подразделе 1.1 представлены понятие моделирования, основные виды подобия модели объекту, описаны методы и этапы моделирования систем.

Моделирование – процесс отражения свойств одного объекта (оригинала) в другом объекте (модели). Модель и объект подобны друг другу. Различают три вида подобия. Первый вид – подобное масштабирование. Второй вид – косвенное подобие (математическая аналогия). Третий вид – условное подобие (подобие по соглашению).

Основные этапы моделирования [6]:

1. Анализ системы.
2. Формулирования цели моделирования.
3. Разработка концептуальной структуры модели.
4. Реализация модели в выбранной среде.
5. Планирование и проведение экспериментов.

В подразделе 1.2 рассматривается один из наиболее известных и распространенных методов моделирования - дискретно-событийное моделирование [7]. Этот метод используется для построения модели, отражающей развитие системы во времени, когда состояние переменных системы меняются мгновенно при возникновении определенных событий.

Подраздел 1.3 описывает необходимые требования для моделирования систем массового обслуживания. Представлены методы генерирования нескольких функций распределения случайных величин, используемых в имитационных моделях для моделирования интервалов времени между очередными поступлениями требований, а также для моделирования длительности обслуживания требований.

В простейшем дискретном потоке частота поступления требований в систему подчиняется Пуассоновскому закону. Вероятность поступления за интервал времени t ровно k , $k = 0, 1, 2, \dots$, требований задается формулой [12]:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t},$$

где λ – среднее число требований, поступающих в систему в единицу времени (интенсивность потока).

Функция распределения случайной величины, имеющей экспоненциальное распределение, имеет вид [13]:

$$F(t) = P\{X < t\} = 1 - e^{-\lambda t}, t \geq 0.$$

Функция плотности выглядит следующим образом:

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}, t \geq 0.$$

Математические формулы, связанные с экспоненциальным распределением, выражаются через элементарные функции [14].

Математическое ожидание и дисперсия случайной величины X соответственно равны:

$$M(X) = \frac{1}{\lambda}, \quad D(X) = \frac{1}{\lambda^2}.$$

Наряду с экспоненциальным распределением часто используется и нормальное распределение.

Функция плотности случайной величины X , имеющей нормальное распределение, имеет вид [15]:

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-a)^2/2\sigma^2}.$$

Видно, что для того, чтобы задать нормальное распределение необходимо знать два параметра a и σ .

Математическое ожидание случайной величины X равно:

$$M(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} x e^{-(x-a)^2/2\sigma^2} dx.$$

Предположим, что $M(X) = a$, тогда дисперсия случайной величины X равна:

$$D(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} (x - a)^2 e^{-(x-a)^2/2\sigma^2} dx.$$

Второй раздел «Имитационная модель процессов производства резервуаров» посвящен описанию процессов производства резервуаров и построению его имитационной модели.

В подразделе 2.1 разрабатывается обобщенная модель бизнес-процессов в среде Business Studio 4.2. Бизнес-процесс – это совокупность различных видов деятельности, приводящие к результату, имеющему ценность для потребителя, заказчика или клиента [16]. Конечный результат такой модели – товар или услуга. Полученная в итоге модель бизнес-процесса в IDEF0 – это совокупность иерархически упорядоченных и логически связанных диаграмм, располагающихся каждая на отдельном листе [17].

В подразделе 2.2 описывается процесс производства резервуаров и на основе этого составляется структурная и функциональная схемы производства.

В подразделе 2.3, используя среду разработки AnyLogic 8.5 и взяв за основу структурную и функциональную схемы производства и их описание, создается имитационная модель производства резервуаров.

Третий раздел «Описание программы на ЭВМ» описывает среду разработки AnyLogic 8.5, её интерфейс, возможности, создаётся имитационная модель производства резервуаров. От модели, представленной в разделе 2, её отличает более детализированная структура и функциональные особенности отдельных элементов системы.

AnyLogic – современная среда разработки моделей на платформе языка Java. Данная программа оснащена русскоязычным интерфейсом, содержит

большую библиотеку визуальных компонентов. Разработчик может также создавать и добавлять в среду собственные компоненты. Модели сохраняются как Java-апплеты [18].

Простой в понимании интерфейс AnyLogic позволяет создавать имитационные модели имея лишь базовую подготовку в области информационных технологий.

При построении моделей использовались следующие основные объекты AnyLogic:

1. Source - создание заявок.
2. Sink - уничтожение поступающих заявок.
3. Split - создание заданного числа новых заявок для каждой поступающей заявки.
4. Combine - дожидается поступления двух заявок в порты, а затем создает новую заявку и направляет её на выходной порт.
5. SelectOutput - исходя из заданного условия, распределяет поступающие заявки на два выходящих потока.
6. SelectOutput5 - исходя из заданного условия, распределяет поступающие заявки на пять (можно использовать меньше) выходящих потока.
7. Queue – имитация очереди заявок.
8. Match – исходя из заданного критерия, синхронизирует два потока заявок по парам.
9. Delay – задерживает заявки на заданный период времени.

В четвертом разделе «Анализ имитационной модели» проводится ряд экспериментов над созданными имитационными моделями для определения зависимостей количества готовых и бракованных изделий от времени сборки резервуаров и процента брака изделий. Делаются предположения о способах улучшения работы производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе была разработана структурная и функциональная схемы, имитационная модель процесса производства резервуаров.

В ходе выполнения имитационного моделирования использовалась среда разработки AnyLogic 8.5, в которой проводились эксперименты. Анализ экспериментов позволил оценить эффективность работы исследуемых систем массового обслуживания, а также сделать предположения о способах улучшения работы производства.

Работа содержит анализ и описание модели, необходимые для построения имитационной модели системы массового обслуживания.

Таким образом, в ходе выполнения выпускной квалификационной работы были решены следующие задачи:

- изучен и описан процесс производства резервуаров;
- изучены методы моделирования дискретных стохастических систем;
- построена имитационная модель процесса производства резервуаров;
- проведены эксперименты и анализ имитационной модели процесса производства резервуаров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для бакалавров / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – 7-е изд. – М. : Издательство Юрайт, 2012. – 343 с.
2. Кельтон, Д. Имитационное моделирование. Классика CS / Д. Кельтон, А. Лоу; [пер. с англ.]. – СПб.: Питер, 2004. – 847 с.
3. Клейнен Дж. Статистические методы в имитационном моделировании. /Пер с англ.; Под ред. Ю.П.Адлера и В.Н.Варыгина. – М.: Статистика, 1978. – Вып.1 – 221 с.; Вып.2 – 335 с.

4. Карпов, Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 / Ю. Карпов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.
5. Куприяшкин, А.Г. Основы моделирования систем : учеб. пособие / А.Г. Куприяшкин; Норильский индустр. ин-т. – Норильск: НИИ, 2015. – 135 с.
6. Боев В. Д., Сыпченко Р. П. Компьютерное моделирование. Элементы теории и практики: Учеб. пособие. – СПб.: ВАС, 2009.
7. Палей А.Г., Поллак Г.А. Имитационное моделирование. Разработка имитационных моделей средствами iWebsim и AnyLogic: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2019. – 208 с.
8. Новиков О.А. Прикладные вопросы теории массового обслуживания / О.А. Новиков, С.И. Петухов. – М.: изд-во Советское радио, 1969. – 400 с.
9. Митрофанов Ю. И. Анализ сетей массового обслуживания – Саратов: Изд-во Научная книга, 2004. – 175с.
10. Назаров А.А. Теория массового обслуживания: учеб. пособие / А.А. Назаров, А.Ф. Терпугов. – Томск: изд-во НТЛ. – 2010. – 228 с.
11. Митрофанов Ю. И. Системный анализ: Учебное пособие. Саратов: Научная книга, 2000, 232 с.
12. Клейнрок, Л. Теория массового обслуживания. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.
13. Галкин С.В., Краткий курс теории вероятностей : Учеб. пособие / Галкин С.В., Панов В.Ф., Петрухина О.С. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – 56 с.
14. Джонсон Н.Л., Одномерные непрерывные распределения. Часть 1 / Н. Л. Джонсон, С. Коц, Н. Балакришнан ; пер. 2-го англ. изд. – 3-е изд. (эл.). – М. : БИНОМ, 2014. – 706 с.

15. Гмурман В.Е., Теория вероятностей и математическая статистика : Учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман. – 9-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2003. - 479 с.
16. Боярский С.Н., Чернышев Л.А. Системный анализ бизнес-процессов: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2013. – 188 с.
17. Похилько, А. Ф. Моделирование процессов и данных с использованием CASEтехнологий : учебное пособие / А. Ф. Похилько, И. В. Горбачев, С. В. Рябов. – Ульяновск : УлГТУ, 2014. – 163 с.
18. Официальный сайт компании AnyLogic [Электронный ресурс]. – URL: www.anylogic.ru (дата обращения: 25.03.2020)
19. Боев В. Д., Кирик Д. И., Сыпченко Р. П. Компьютерное моделирование: Пособие для курсового и дипломного проектирования. — СПб.: ВАС, 2011. — 348 с
20. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – Искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 417 с.