

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

Кафедра дифференциальных уравнений и математической экономики

Имитационное моделирование производственных процессов

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 441 группы

направления 09.04.03 — Прикладная информатика в экономике

механико-математического факультета

Гераськина Дмитрия Сергеевича

Научный руководитель

Профессор, д.э.н., профессор

В.А. Балаш

Заведующий кафедрой

зав. каф., д.ф.-м.н., профессор

С.И. Дудов

Саратов 2022

Введение. Имитационное моделирование производственной системы позволяет сократить время разработки технологических документов, сократить затраты на разработку производственных линий, оптимально подобрать оборудование, повысить производительность труда. Также моделирование производственных систем позволяет: заблаговременно выявить и устранить проблемы, возникшие на этапе пуско-наладки, которые потребовали бы финансовых и временных затрат, сократить инвестиции в производство при тех же параметрах производительности, оптимизировать производство и выбрать наиболее рациональное решение из множества разнообразных вариантов.

Имитационное моделирование производственных процессов связывает все области производства изделия: разработку производственного процесса, моделирование производственного процесса и технологическую подготовку производства, а также управление производством. По результатам такого моделирования должны быть регламентированы параметры перемещения заготовок и деталей. Результаты имитационного моделирования не "вычисляются по формулам", как в случае применения аналитических моделей, а являются продуктом статистической обработки данных, наблюдаемых и регистрируемых в процессе обработки моделирующей программы.

Цель работы – изучение принципов работы системы AnyLogic при построении модели производственных процессов и создание модели производственных процессов.

Для осуществления поставленной цели служат следующие задачи:

1. Изложение необходимых понятий
2. Разбор технических этапов и видов имитационного моделирования;
3. Изучение принципов работы системы AnyLogic
4. Построение и использование модели производства.

Основное содержание работы. Работа состоит из трех этапов:

1. Изложение необходимой теории имитационного моделирования;
2. Создание модели в AnyLogic;
3. Интерпретация результатов.

В первом разделе рассматриваются понятия, цели и области применения имитационного моделирования и имитационного моделирования в системе AnyLogic.

Имитационное моделирование - это метод исследования, заключающийся в имитации на ЭВМ с помощью комплекса программ процесса функционирования системы или отдельных ее частей и элементов.

Имитационная модель - логико-математическое описание объекта, которое может быть использовано для экспериментирования на компьютере в целях проектирования, анализа и оценки функционирования объекта. Методы имитационного моделирования развиваются в основном в направлении исследования степени подобия имитационных моделей реальным системам и разработки типовых методов и приемов создания имитационных моделей.

В отличие от математических моделей, представляющих собой аналитические зависимости, которые можно исследовать с помощью достаточно мощного математического аппарата, имитационные модели, как правило, позволяют проводить на них лишь одиночные испытания, аналогично однократному эксперименту на реальном объекте. Поэтому для более полного исследования и получения необходимых зависимостей между параметрами требуются многократные испытания модели, число и продолжительность которых во многом определяются возможностями используемой ЭВМ, а также свойствами самой модели.

Даже в тех случаях, когда создание аналитической модели для исследования конкретной системы в принципе возможно, имитационное моделирование может оказаться предпочтительным по затратам времени ЭВМ и исследователя на проведение исследования. Для многих задач, возникающих при создании и функционировании АСУ, имитационное моделирование иногда оказывается единственным практически реализуемым методом исследования. Этим в значительной степени объясняется непрерывно возрастающий интерес к имитационному моделированию и расширение класса задач, для решения которых оно применяется.

Для реализации поставленной цели была выбрана одна из популярных систем имитационного моделирования – AnyLogic. Это программное обеспечение для имитационного моделирования, разработанное российской компанией The AnyLogic Company. Инструмент обладает современным графическим интерфейсом и позволяет использовать язык Java для разработки моделей. Графическая среда моделирования AnyLogic включает в себя следующие элементы: диаграмма потоков и накопителей, карты состояний, маршрутизация звонков, процессные диаграммы. Также, среда моделирования AnyLogic включает в себя библиотеки —коллекции элементов, созданных для решения какой-то определенной задачи моделирования или описывающих какую-то прикладную область. AnyLogic включает в себя набор следующих стандартных библиотек: библиотеку моделирования процессов, пешеходную библиотеку, железнодорожную библиотеку, библиотека моделирования потоков, библиотека производственных систем.

Для создания модели была использована библиотека производственных систем, так как она дает возможность моделирования промышленных процессов. С помощью неё можно создавать модели производственных и складских объектов и управлять материальными потоками на предприятии. Позволяет выявить узкие места процессов и возможные ошибки на производственных линиях.

Во втором разделе осуществляется постановка задачи и создание модели.

Необходимо разработать имитационную модель для определения оценки математического ожидания количества деталей, изготовленных цехом в течение 12 часов. Модель должна также позволять определять относительное количество готовых и забракованных деталей, среднее время изготовления одной детали. Результаты моделирования необходимо получить с точностью $\varepsilon = 0,01$ и доверительной вероятностью $\alpha = 0,99$.

Производственный процесс в цехе деталей представляет собой процесс, протекающий в многофазной разомкнутой системе массового обслуживания с

ожиданием. Есть также признаки замкнутой системы — потоки брака для повторной обработки.

AnyLogic-модель процесса производства деталей будет включать следующие части:

1. исходные данные;
2. подготовка заготовки;
3. операция 1;
4. операция 2;
5. операция 3;
6. пункт окончательного контроля;
7. склад готовых деталей;
8. склад бракованных деталей;
9. результаты моделирования.

Процесс создания модели разделен на несколько этапов:

1. Создание класса активного объекта
2. Добавление и настройка параметров
3. Построение событийной части модели
4. Сегменты Операция 1, Операция 2, Операция 3
5. Создание экземпляра нового типа агента
6. Создание области просмотра
7. Пункт окончательного контроля
8. Добавление элементов для проведения исследований

В третьем разделе были проведены эксперименты по увеличению времени модели в AnyLogic в 16641 раз. Всего было проведено 8 экспериментов, результаты которых сведены в таблицу. Первый эксперимент соответствует постановке задачи. В каждом следующем эксперименте параметры, установленные в предыдущем эксперименте, либо остаются неизменными, либо изменяются. В строке, предшествующей результатам очередного эксперимента,

указываются только новые значения параметров. Например, во втором эксперименте уменьшено среднее время поступления заготовок с $T_n = 35$ до $T_n = 30$, а остальные параметры остались без изменений. Всего изменялись значения 6 параметров. Кроме того, в 8-м эксперименте были уменьшены средние времена подготовки вариантов заготовок. Доля готовых изделий и относительная доля забракованных отличаются на $0 \dots 0,002$, а среднее время изготовления одной детали — на $0,023 \dots 0,238$. Коэффициенты использования пункта подготовки заготовок и пунктов выполнения операций 1...3 в некоторых экспериментах либо совпадают, либо отличаются на $0,001 \dots 0,006$. По результатам экспериментов можно сделать выводы об эффективности работы цеха по производству деталей и обнаружить «узкие» места. Изменение параметров в каждом последующем эксперименте было направлено на увеличение количества хороших деталей и сокращение времени подготовки одной детали. Если в первом эксперименте готовых деталей было 9,916, а среднее время изготовления одной детали 48,407, то в последнем восьмом эксперименте цель была достигнута — 21,220 и 22,620 соответственно. При этом доля брака уменьшилась с 0,277 до 0,116.

Заключение. Цель работы состояла в том, чтобы изучить принцип работы системы AnyLogic при построении модели производственных процессов, а также построение модели и возможности её применения.

Были выполнены следующие задачи:

- Дано понятие имитационного моделирования;
- Разобраны технические этапы и виды имитационного моделирования;
- Изучены принципы работы системы AnyLogic.
- Построена модель на основе изученных материалов.

В результате работы была построена имитационная модель жизненного цикла процесса изготовления в цехе деталей, служащая для определения оценки математического ожидания количества деталей, изготовленных цехом в течение 12 часов. Модель позволяет определять количество готовых и забракованных деталей.

По результатам экспериментов можно сделать выводы об эффективности работы цеха по производству деталей и обнаружить «узкие» места. Изменение параметров в каждом последующем эксперименте было направлено на увеличение количества хороших деталей и сокращение времени подготовки одной детали. Уменьшение среднего времени выполнения операций дало хорошие результаты, а вот изменение доли брака лишь немного увеличили искомые показатели. Поэтому дальнейший рост годных деталей и среднего времени подготовки одной детали возможен был лишь при сокращении средних времён подготовки заготовок в зависимости от их типов.

Таким образом, все поставленные задачи решены, цель работы достигнута.