

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра _____ Математической экономики _____

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ПРЕДПРИЯТИЯ

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента _____ 4 _____ курса _____ 441 _____ группы

направление _____ 09.03.03 - Прикладная информатика _____

_____ механико-математического факультета _____

_____ Картошкина Андрея Геннадьевича _____

Научный руководитель
профессор, д.э.н. _____

_____ В. А. Балаш _____

Зав. кафедрой
профессор, д.ф. – м.н. _____

_____ С. И. Дудов _____

Саратов – 2016

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших задач для каждого предприятия является сокращение убытков. Для этого нужно оптимизировать производственный процесс. Но чтобы понять, правильное ли решение по оптимизации принято можно либо посмотреть это в живую, а это связано с рисками ухудшения качества продукции, увеличения затрат на производство, потери клиентов и т.д., что отрицательно скажется на доходах предприятия и может привести к банкротству, либо можно смоделировать данный процесс при определенных условиях. При правильно построенной модели можно увидеть результат управленческого решения и понять, стоит ли его принимать, или же стоит разработать другой метод оптимизации.

Имитационная модель - это компьютерная программа, которая описывает структуру и воспроизводит поведение реальной системы во времени. Имитационная модель позволяет получать подробную статистику о различных аспектах функционирования системы в зависимости от входных данных. Имитационное моделирование - разработка компьютерных моделей и постановка экспериментов на них. Целью моделирования в конечном счете является принятие обоснованных, целесообразных управленческих решений. Компьютерное моделирование становится сегодня обязательным этапом в принятии ответственных решений во всех областях деятельности человека в связи с усложнением систем, в которых человек должен действовать и которыми он должен управлять.

Имитационное моделирование дает наилучшие по точности результаты если моделируемая система имеет неопределенный или вероятностный характер, поскольку просчитать математически все возможные варианты поведения системы задача крайне трудоемкая или невыполнимая, а использование в расчетах средних значений дает крайне неточные результаты. Системы массового обслуживания - одни из примеров систем вероятностного (стохастического) характера, поэтому применение имитационного моделирования к анализу этих систем дает наилучшие результаты и вместе с тем малые затраты времени, средств и машинных ресурсов.

Цель работы состоит в создании имитационной модели предприятия ООО «САРСПЕЦМАШ» для выявления недостатков производственного процесса

и нахождения способов его улучшения. В соответствии с целью выпускной работы были сформулированы следующие задачи:

- Произвести исследование производственного процесса предприятия ООО «САРСПЕЦМАШ» для выявления необходимости оптимизации производства;
- Разработать имитационную модель производственного процесса предприятия;
- Разработать рекомендации по улучшению производственного процесса предприятия ООО «САРСПЕЦМАШ» на основании результатов, полученных с помощью имитационной модели.

Практическая значимость проделанной работы состоит в создании имитационной модели производственного процесса с целью улучшения эффективности использования ресурсов и увеличения прибыли предприятия.

Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников и двух приложений.

Во введении даются общие сведения об имитационном моделировании, рассматривается актуальность темы и ставится цель работы.

В первой главе рассматриваются виды имитационного моделирования и области его применения.

Во второй главе описывается среда моделирования AnyLogic, рассматриваются её преимущества и недостатки.

В третьей главе содержатся сведения о предприятии ООО «САРСПЕЦМАШ», основные моменты реализации модели и проводится анализ полученных результатов.

В заключении приводятся результаты работы.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе «Имитационное моделирование» рассматриваются случаи, когда прибегают к имитационному моделированию, например:

1. Дорого или невозможно экспериментировать на реальном объекте;
2. Невозможно построить аналитическую модель: в системе есть время, причинные связи, последствия, нелинейности, стохастические переменные;
3. Необходимо симитировать поведение системы во времени.

Далее рассматриваются области применения имитационного моделирования и приводятся примеры:

1. Бизнес-процессы;
2. Боевые действия;
3. Динамика населения;
4. Дорожное движение;
5. ИТ-инфраструктура;
6. Математическое моделирование исторических процессов;
7. Логистика;
8. Пешеходная динамика;
9. Производство;
10. Рынок и конкуренция;
11. Сервисные центры;
12. Цепочки поставок;
13. Уличное движение;
14. Управление проектами;
15. Экосистемы.

Затем рассматриваются виды имитационного моделирования:

1. Агентное моделирование - направление в имитационном моделировании, которое используется для исследования децентрализованных систем, динамика функционирования которых определяется не глобальными законами, а является результатом индивидуальной активности членов группы. Оно сочетает в себе элементы теории игр, сложных систем, вычислительной социологии, мультиагентных систем и эволюци-

онного программирования. Идея агентного моделирования была разработана как относительно простая концепция, в конце 1940-х годов. Поскольку оно требует вычисления трудоемких процедур, данный вид моделирования не получил широкого распространения вплоть до 1990-х годов.

2. Системная динамика - это подход имитационного моделирования, своими методами и инструментами позволяющий понять структуру и динамику сложных систем. Также системная динамика - это метод моделирования, использующийся для создания точных компьютерных моделей сложных систем для дальнейшего использования с целью проектирования более эффективной организации и политики взаимоотношений с данной системой. Вместе, эти инструменты позволяют нам создавать микромиры-симуляторы, где пространство и время могут быть сжаты и замедлены так, чтобы мы могли изучить последствия наших решений, быстро освоить методы и понять структуру сложных систем, спроектировать тактики и стратегии для большего успеха.
3. В дискретно-событийной имитационной модели система функционирует в виде дискретной последовательности событий во времени. Каждое событие происходит в определенный момент времени и знаменует собой изменение состояния системы. Между следующими друг за другом событиями, никаких изменений в системе, как предполагается, не происходит. Таким образом, моделирование может перейти непосредственно во времени от одного события к другому.

В дальнейшем изложении говорится о преимуществах имитационного моделирования, таких как:

1. Стоимость. Затраты на применение имитационной модели состоят лишь из цены программного обеспечения и стоимости консалтинговых услуг, в то время как неверное решение может обойтись даже крахом компании.
2. Время. В реальности оценить эффективность, например, новой сети распространения продукции или измененной структуры склада можно лишь через месяцы или даже годы. Имитационная модель позволя-

ет определить оптимальность таких изменений за считанные минуты, необходимые для проведения эксперимента.

3. Повторяемость. С помощью имитационной модели можно провести неограниченное количество экспериментов с разными параметрами, чтобы определить наилучший вариант.
4. Точность. Традиционные расчетные математические методы требуют применения высокой степени абстракции и не учитывают важные детали. Имитационное моделирование позволяет описать структуру системы и её процессы в естественном виде, не прибегая к использованию формул и строгих математических зависимостей.
5. Наглядность. Имитационная модель обладает возможностями визуализации процесса работы системы во времени, схематичного задания её структуры и выдачи результатов в графическом виде. Это позволяет наглядно представить полученное решение и донести заложенные в него идеи до клиента и коллег.
6. Универсальность. Имитационное моделирование позволяет решать задачи из любых областей: производства, логистики, финансов, здравоохранения и многих других. В каждом случае модель имитирует, воспроизводит, реальную жизнь и позволяет проводить широкий набор экспериментов без влияния на реальные объекты.

Во второй главе «Среда имитационного моделирования AnyLogic» описывается программный продукт AnyLogic, история его возникновения и этапы развития. AnyLogic - это программное обеспечение для имитационного моделирования, разработанное российской компанией «Экс Джей Текнолоджис» (англ. XJ Technologies) в 2000г. AnyLogic был основан на последних преимуществах информационных технологий: объектно-ориентированный подход, элементы стандарта UML, языка программирования Java, современного GUI и т.д.

AnyLogic получил своё названия, потому что поддерживает все три подхода имитационного моделирования:

1. Агентное моделирование;
2. Системная динамика;
3. Дискретно-событийное моделирование.



Рисунок 1 — Методы моделирования.

Отличительной особенностью AnyLogic является то, что данная среда разработки не ограничивает пользователя только одной парадигмой моделирования, позволяя использовать различные уровни абстрагирования, различные стили и концепции, строить модели в рамках той или иной парадигмы и смешивать их при создании одной и той же модели, использовать ранее разработанные модули, собранные в библиотеки, дополнять и строить свои собственные библиотеки модулей. Благодаря встроенным возможностям анимации и наглядной визуализации результатов, в процессе работы модели позволяют понять суть процессов, происходящих в моделируемой системе, упростить отладку модели. Среда моделирования AnyLogic поддерживает проектирование, разработку, документирование модели, выполнение компьютерных экспериментов с моделью, включая различные виды анализа - от анализа чувствительности до оптимизации параметров модели относительно некоторого критерия.

Далее рассматриваются основные библиотеки AnyLogic:

1. Enterprise Library разработана для поддержки дискретно-событийного моделирования в таких областях как производство, цепи поставок, ло-

гистика и здравоохранение. Используя Enterprise Library, можно смоделировать системы реального мира с точки зрения заявок (англ. entity) (сделок, клиентов, продуктов, транспортных средств, и т. д.), процессов (последовательности операций, очередей, задержек), и ресурсов. Процессы определены в форме блочной диаграммы.

2. Pedestrian Library создана для моделирования пешеходных потоков в «физической» окружающей среде. Это позволяет создавать модели с большим количеством пешеходного трафика (как станции метро, проверки безопасности, улицы и т. д.). Модели поддерживают учет статистики плотности движения в различных областях. Это гарантирует приемлемую работу пунктов обслуживания с ограничениями по загруженности, оценивает длину простаивания в определённых областях, и обнаруживает потенциальные проблемы с внутренней геометрией - такие как эффект добавления слишком большого числа препятствий - и другими явлениями. В моделях, созданных с помощью Pedestrian Library, пешеходы двигаются непрерывно, реагируя на различные виды препятствий (стены, различные виды областей) так же как и обычные пешеходы. Пешеходы моделируются как взаимодействующие агенты со сложным поведением. Для быстрого описания потоков пешеходов Pedestrian Library обеспечивает высокоуровневый интерфейс в виде блочной диаграммы.
3. Rail Yard Library поддерживает моделирование, имитацию и визуализацию операций сортировочной станции любой сложности и масштаба. Модели сортировочной станции могут использовать комбинированные методы моделирования (дискретно-событийное и агентное моделирование), связанные с действиями при транспортировке: погрузками и разгрузками, распределением ресурсов, обслуживанием, различными бизнес-процессами.

Далее описывается графическая среда моделирования AnyLogic, которая включает в себя следующие элементы:

1. Stock and Flow Diagrams (диаграмма потоков и накопителей) применяется при разработке моделей, используя метод системной динамики.

2. Statecharts (карты состояний) в основном используется в агентных моделях для определения поведения агентов. Но также часто используется в дискретно-событийном моделировании, например для симуляции машинных сбоев.
3. Action charts (блок-схемы) используется для построения алгоритмов. Применяется в дискретно-событийном моделировании (маршрутизация звонков) и агентном моделировании (для логики решений агента).
4. Process flowcharts (процессные диаграммы) основная конструкция, используемая для определения процессов в дискретно-событийном моделировании.

Среда моделирования также включает в себя: низкоуровневые конструкции моделирования (переменные, уравнения, параметры, события и т.п), формы представления (линии, квадраты, овалы и т.п), элементы анализа (базы данных, гистограммы, графики), стандартные картинки и формы экспериментов. Среда моделирования AnyLogic поддерживает проектирование, разработку, документирование модели, выполнение компьютерных экспериментов с моделью, включая различные виды анализа - от анализа чувствительности до оптимизации параметров модели относительно некоторого критерия.

Далее повествуется о преимуществах AnyLogic, таких как возможность использовать концепции и средства из нескольких областей моделирования, и недостатках, выражающихся в необходимости выбора самого эффективного из множества путей разработки модели.

В конце главы говорится о том, что помимо AnyLogic есть и другие системы имитационного моделирования, такие как GPSS, Simulink, eM-Plant. Далее рассматриваются особенности этих систем и происходит их сравнение с AnyLogic

В третьей главе приводится описание производственного процесса предприятия ООО «САРСПЕЦМАШ», разрабатывается модель для решения следующих задач:

1. Вычисление количества единиц техники, поступившей на обслуживание;

2. Вычисление процента клиентов, прошедших только диагностику, процента оставшихся на краткосрочный ремонт (не более трех дней) и процента оставшихся на долгосрочный ремонт (три дня и более);
3. Оптимизации процесса перемещения рабочих из одного отдела в другой для устранения простоя.

Далее записываются результаты, полученные с помощью данной модели и составляются рекомендации по изменению производственного процесса с целью оптимизации использования ресурсов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При написании выпускной квалификационной работы были закреплены основные теоретические знания в области имитационного моделирования. Было рассказано об основных парадигмах данного вида моделирования, рассмотрены области его применения.

Так же было рассказано о среде Anylogic, благодаря гибкости и мощному арсеналу которой возможно моделирование сложных систем и сбор соответствующей информации о моделируемой системе, что позволяет определить поведение системы в реальности.

Основной целью являлось создание имитационной модели производственного процесса с целью его оптимизации. С помощью данной модели были решены все поставленные задачи. На основании результатов данной модели были сделаны рекомендации по улучшению производственного процесса предприятия.

Единственным минусом проектирования модели является то, что при моделировании невозможно учесть все воздействия как внешние, так и внутренние на моделируемую систему. При реализации данной модели не учитывалась возможность появления неисправностей в системе. Но, несмотря на это, полученная модель почти соотносится с реальной системой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Шеннон Р., Имитационное моделирование систем / Р. Шеннон. М. : Мир, 1998. 420 с.
- 2 Девятков В. В., Имитационное моделирование: учебное пособие / В. В. Девятков, Н. Б. Кобелев, В. А. Половников. М. : НИЦ ИНФРА-М, 2013. 362 с.
- 3 Лычкина Н. Н., Имитационное моделирование экономических процессов / Н. Н. Лычкина. М. : НИЦ ИНФРА-М, 2012. 247 с.
- 4 Каталевский Д. Ю., Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении / Д. Ю. Каталевский М. : РАНХиГС, 2015. 496 с.
- 5 Карпов Ю. Г., Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5.0 / Ю. Г. Карпов. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2006. 400 с.
- 6 Киселева М. В., Имитационное моделирование систем в AnyLogic / М. В. Киселева. Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2009. 88 с.
- 7 Мезенцев К. Н., Моделирование в среде AnyLogic 6.4.1 / К. Н. Мезенцев. М. : Мади, 2011. 103 с.
- 8 Боев В. Д., Компьютерное моделирование. Пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования в AnyLogic / В. Д. Боев. Санкт-Петербург : ВАС, 2014. 348 с.