

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Экономический факультет  
Кафедра экономики и управления инновационными системами

КУРСОВАЯ РАБОТА

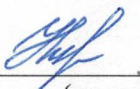
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ  
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ  
ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ОРГАНИЗАЦИИ

Работу выполнила  О.Ю. Иванова  
(подпись)

Направление 27.03.03 Системный анализ и управление курс 4

Направленность (профиль) Системный анализ и управление экономическими процессами

Научный руководитель:  
канд. техн. наук, доцент  27.12.2022 Н.Ю. Нарыжная  
(подпись, дата)

Нормоконтролер:  
канд. техн. наук, доцент  27.12.2022 Н.Ю. Нарыжная  
(подпись, дата)

Краснодар  
2022

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	2
1 Теоретические основы использования имитационного моделирования как инструмента управления состоянием внутренней среды организации.....	4
1.1 Сущность имитационного моделирования. ....	4
1.2 Основные направления имитационного моделирования по управлению деятельностью организации. ....	6
1.3 Сопоставление метода статистического моделирования с другими методами имитационного моделирования.....	11
2 Моделирование и анализ состояния внутренней среды ПАО КБ «Центр-инвест» .....	14
2.1 Общая характеристика деятельности ПАО КБ «Центр-инвест». ....	14
2.2 Организационно-управленческая структура ПАО КБ «Центр-инвест» и ее функционал .....	15
2.3 Анализ бизнес-процесса «Кредитования физических лиц» .....	17
2.4 Имитационное моделирование работы отделения офиса банка.....	21
2.5 Реализация метода Монте-Карло в оценке работы отделения ПАО КБ «Центр-инвест» .....	23
2.6 Анализ современных программных продуктов, реализующих методы имитационного моделирования.....	25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	25
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	30

## ВВЕДЕНИЕ

Современные тенденции информатизации общества способствуют автоматизации процессов принятия решений. Возникает необходимость прогнозировать поведение той или иной системы при определенных условиях, чтобы выявить слабые стороны деятельности и выбрать оптимальные режимы управления. Возможности прогнозирования и моделирования облегчают планирование протекания процессов основных видов деятельности, их изменение, или сокращение. Одним из эффективных методов принятия решений остается имитационное моделирование управленческих процессов в организации. Такой метод позволяет определять пути и возможности достижения целей предприятия, смоделировать и оценить альтернативные сценарии.

Целью курсовой работы выступает исследование теоретических и практических аспектов применения имитационного моделирования в рамках исследования внутренней среды организации. В основе лежит анализ протекания одного из основных процессов ПАО КБ «Центр-инвест» в нотации IDEF0, создание имитационной модели работы отделения банка.

Задачи, обосновывающие поставленную цель, и способствующие логическому изложению текста работы:

- 1) рассмотреть теоретическую базу применения имитационного моделирования как одного из инструментов изучения внутренней среды организации,
- 2) установить отличительные признаки статистического моделирования от других методов имитационного моделирования,
- 3) проанализировать организационно-управленческую структуру ПАО КБ «Центр-инвест» и ее функционал,
- 4) смоделировать этапы осуществления одного из бизнес-процессов банка и смоделировать его альтернативный вариант,
- 5) создать имитационную модель работы отделения банка.

Объектом исследования являются системы и методы осуществления имитационного моделирования основных процессов деятельности организации.

Предметом исследования выступает оптимизационный потенциал применения имитационного моделирования как инструмента изучения внутренней среды организации.

При исследовании применялись методы декомпозиции, описания, расчётно-аналитический, сравнительный метод систем и синтез.

Теоретической базой исследования служат учебные пособия, интернет-издания, литература.

Представленная работа состоит из введения, основной части, заключения, списком использованной литературы и приложений.

В основной части курсовой работы содержатся 2 раздела исследования: теоретический и аналитический с использованием таблиц и схем.

Теоретическое исследование характеризует сущность имитационного моделирования, и процессы его протекания. Также приводятся в работе основные направления данного метода, и раскрывается суть проведения имитационного моделирования. Приводятся области применения метода, а также сопоставительный анализ его направлений.

Аналитическая база содержит моделирование и анализ внутренней среды ПАО КБ «Центр-инвест». В работе представлена характеристика деятельности организации, организационно-управленческая структура и ее функционал. Также приводится анализ одного из основных бизнес-процессов банка, и представлен альтернативный вариант данного процесса. В рамках следующего этапа анализа внутренней среды организации создана имитационная модель работы одного из отделений ПАО КБ «Центр-инвест». По результатам имитации представлен сопоставительный анализ современных программных средств, реализующих методы имитационного моделирования и их конкурентные преимущества.

# **1 Теоретические основы использования имитационного моделирования как инструмента управления состоянием внутренней среды организации**

## **1.1 Сущность имитационного моделирования**

В процессе развития инноваций организационная структура общества постепенно усложняется, что в свою очередь делает процесс управления ею более сложным. Если вносить изменение одной характеристики в рамках системы происходит и изменение или создание характеристик в других частях системы. Так, вопрос в изучении и осмыслении последствий данных изменений позволил развить методологию системного анализа. При появлении ЭВМ анализ таких структур сложных процессов и систем стал осуществляться таким инструментом как имитационное моделирование.

В основе метода лежит имитация, которая в виде образа позволяет постичь суть явления, не приводя эксперименты на реальном объекте. Так, изучаемая система заменяется имитирующей, над которой проводят эксперименты и на выходе получают информацию о системе. Имитационное моделирование не что иное как процесс создания модели реальной системы и постановка экспериментов над данной моделью с целью понимания поведения системы либо выработки стратегии поддерживающей работу системы. Так, инструмент направлен не только на создание модели системы, но и реализацию данной модели в решении определенной проблемы.

Модель системы представляет математический или физический аналог системы, где основные процессы подобны протеканию их в реальной системе. В свою очередь имитационная модель содержит только логико-математическое описание объекта, применяемое в проектировании, анализе и оценке функционирования объекта. Возможность математического описания динамических процессов и есть сущность имитационного моделирования.

Так, к основным элементам имитационного моделирования относятся:

- реальная система;
- логико-математическая модель изучаемой системы;
- имитационная (машинная) модель;
- ЭВМ, на которой реализуется имитация.

Имитационное моделирование – это частный случай математического моделирования. В случае, когда математическое моделирование не осуществимо, а именно не существует законченной аналитической постановки задачи (системы массового обслуживания), либо математическое решение системы очень сложное и трудоемкое применяют имитационное моделирование. Аналитическая модель выступает тогда имитатором или имитационной моделью [1].

Процесс имитационного моделирования является последовательно-циклическим (рисунок 1).

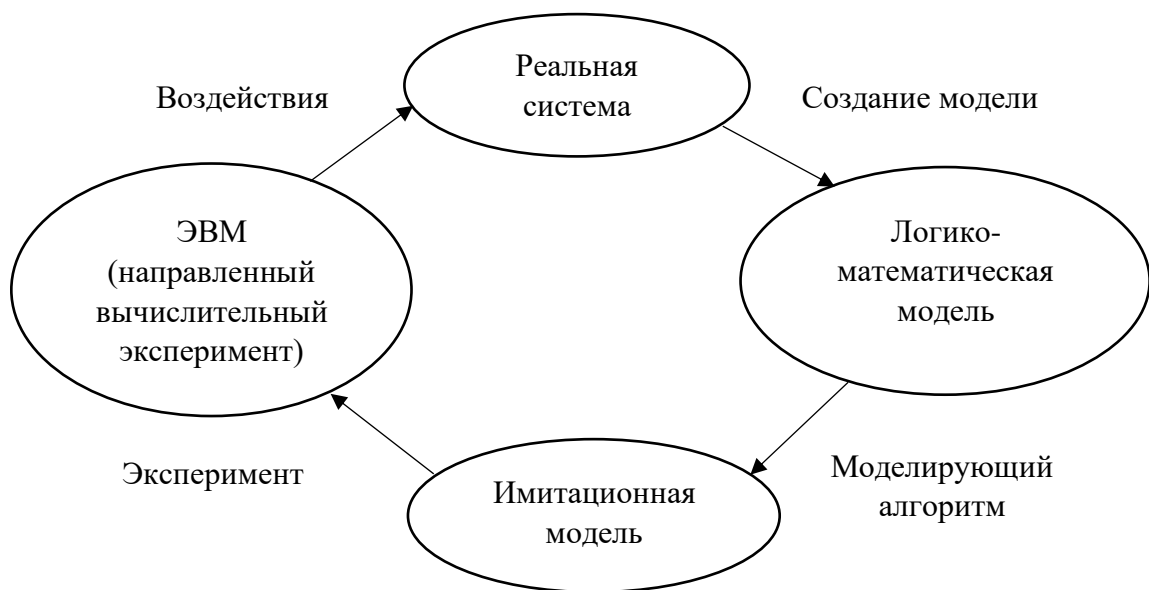


Рисунок 1 – Процесс имитационного исследования

Создание логико-математической модели означает создание моделируемого объекта с сохранением логической структуры системы (статистическое описание) и ее поведенческих свойств (динамическое описание). Логическая структура представляет собой состав элементов

модели. Она адекватно отображается в модели, как и процессы ее функционирования. На последующих этапах происходит имитация динамики взаимодействий подсистем в моделируемой системе на основе машинного представления и анализируется выполнение экспериментов.

Вследствие применения данного процесса исследования имитационное моделирование наряду с другими методами позволило представить модель с большей адекватностью, т. е. наиболее соответствующей модели реальной системе. Особенностью моделирования выступает гибкость варьирования структуры, алгоритмов и параметров системы, а применение ЭВМ сокращает продолжительность испытаний по сравнению с натуральными испытаниями и их стоимость.

## **1.2 Основные направления имитационного моделирования по управлению деятельностью организации**

Благодаря стремительному развитию информационных и компьютерных технологий расширились возможности моделирования реальных объектов. Так, внедрение новых систем моделирования позволило внедрить новые типы компьютерных моделей, а именно "имитационные модели".

Применяются данные модели в широком спектре прикладных областей, в каждой из которых существуют сформированы свои способы моделирования систем. Новые методы и технологии позволяют моделировать сложные объекты и процессы в таких сферах как здравоохранение, промышленность, в социальных и экономических системах, и т. д.

Так, сформировались следующие разновидности (направления), системы взглядов, подходов и концепций, используемых в качестве каркаса при построении моделей имитационного моделирования (рисунок 2).

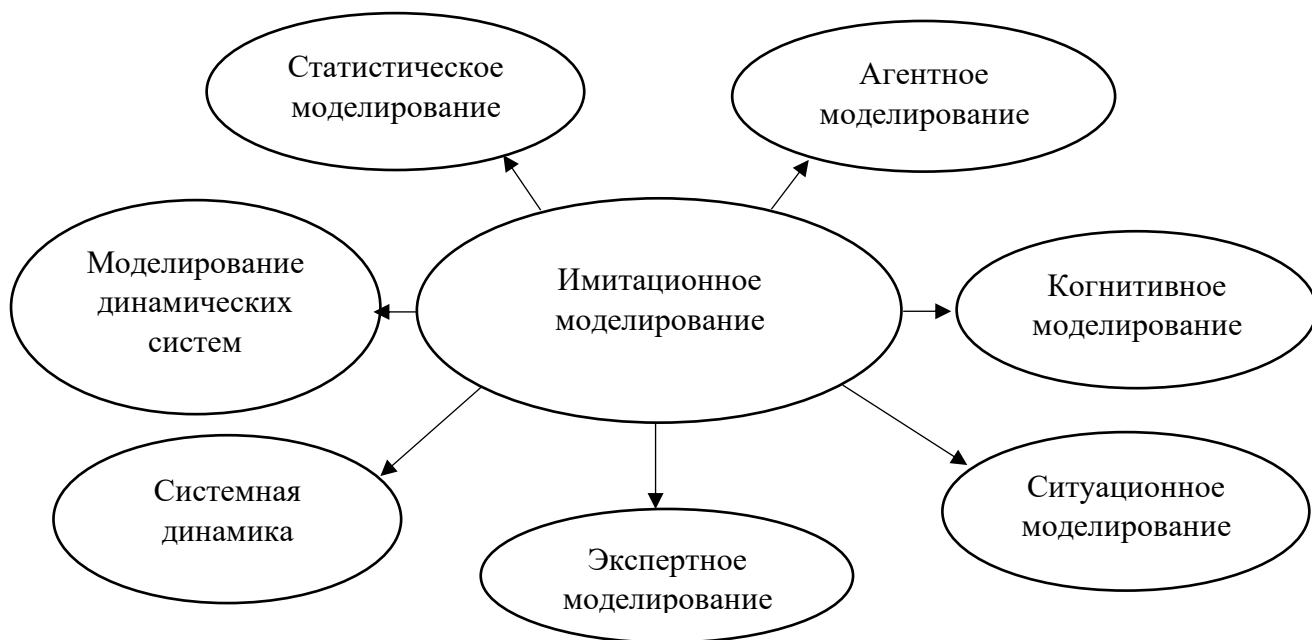


Рисунок 2 – Направления имитационного исследования

При проведении агентного моделирования происходит имитация поведения автономных агентов (рисунок 3). Агент – сущность, которая может принимать решения в рамках определенной системы правил, и взаимодействовать с окружением, а также самостоятельно изменяться (могут выступать люди, автомобили и др.) [2].

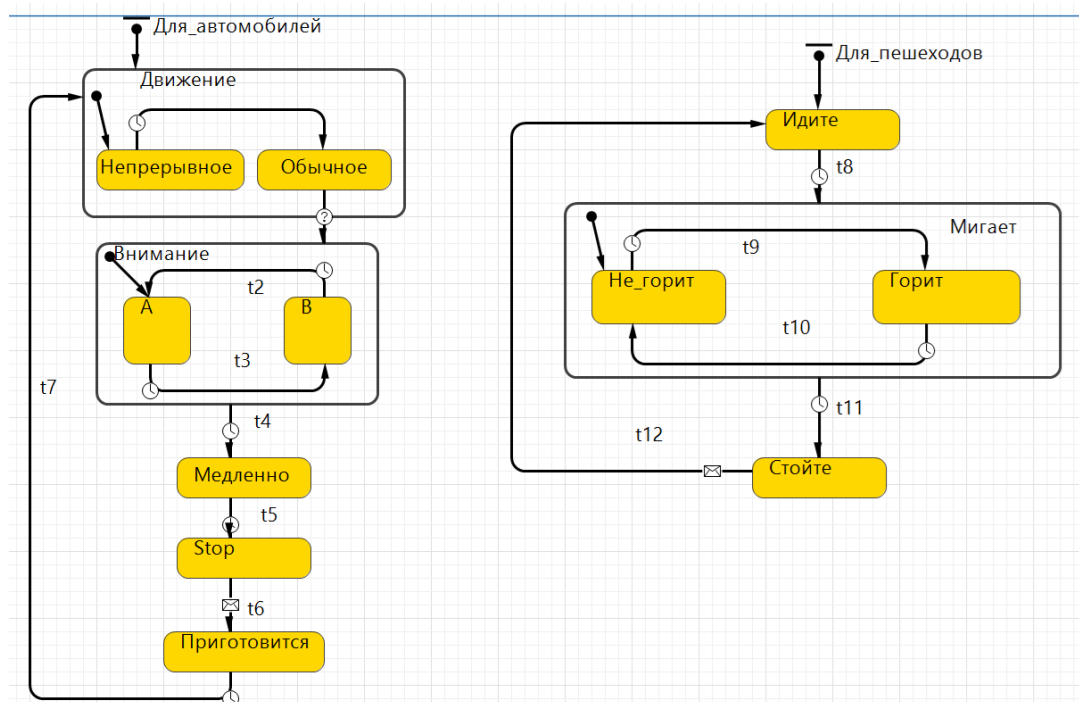


Рисунок 3 – Реализация агентного моделирования на примере работы светофора для автомобилей и пешеходов в AnyLogic



Цель создания агентных моделей – дать общее представление об этих глобальных правилах, поведении системы, основанное на предположениях об индивидуальном, частном поведении каждого активного объекта, а также о взаимодействии этих объектов в системе.

Когнитивное моделирование – это метод анализа и управления сложными системами и проблемными ситуациями, выполняемый:

- а) построение модели проблемной ситуации в виде когнитивной карты;
- б) проведение модельных экспериментов в последовательности поиска эффективных стратегий для решения проблемной ситуации (рисунок 4).

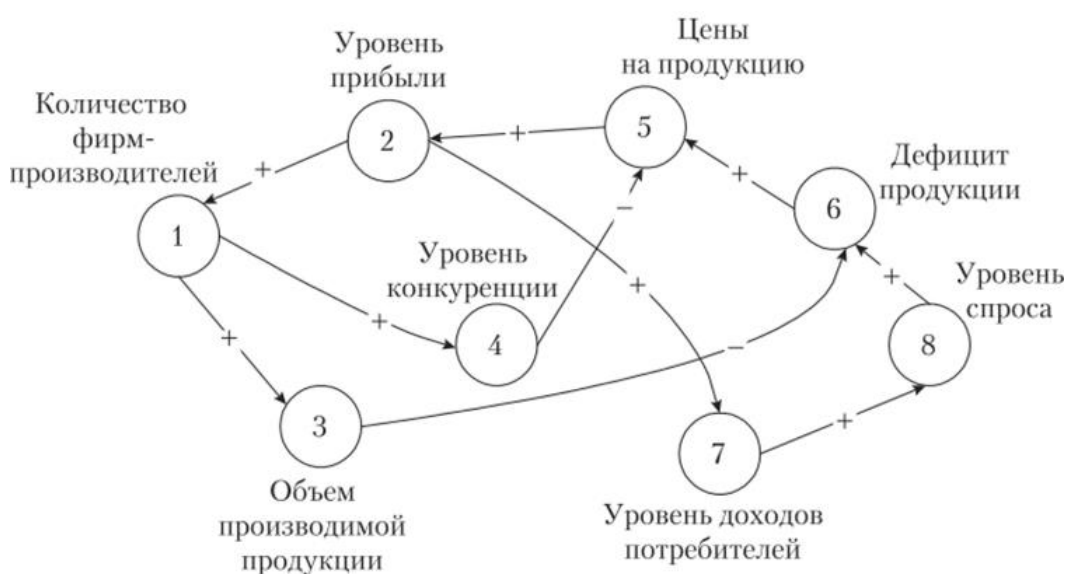


Рисунок 4 – Когнитивная карта «Реализация продукции на предприятии»

Каждой дуге приписывается определенный вес от  $[-1;1]$ , где  $-1$  представляет отрицательное влияние одного фактора на другой.

Когнитивные карты представляют образ знакомого пространственного окружения и в зависимости от силы взаимодействия субъекта с внешней средой могут видоизменяться.

Так, методология когнитивного моделирования позволяет выполнять анализ и принятие решений в плохо определенных ситуациях.

В основе ситуационного моделирования лежит метод управления сложными технико-организационными системами, основанный на идеях теории искусственного интеллекта.

В рамках данного метода происходит построение модели реальной ситуации и проведение с ней мысленных экспериментов, т. е. «проигрывание» на ней прогнозируемых решений по управлению ситуацией с целью выбора оптимального из них. Создаются многовариантные ситуационные модели как перспективной, так и ретроспективной направленности.

Экспертное моделирование представляет имитацию процессов рассуждения человека, где данными выступают декларативные и процедурные знания (системы, основанные на знаниях, или экспертные системы). База данных (БД) хранят исходные и промежуточные данные в текущий момент задачи, а базы знаний (БЗ) представляют долгосрочные данные, описывающие целесообразное преобразование данных в рассматриваемой области (рисунок 5).

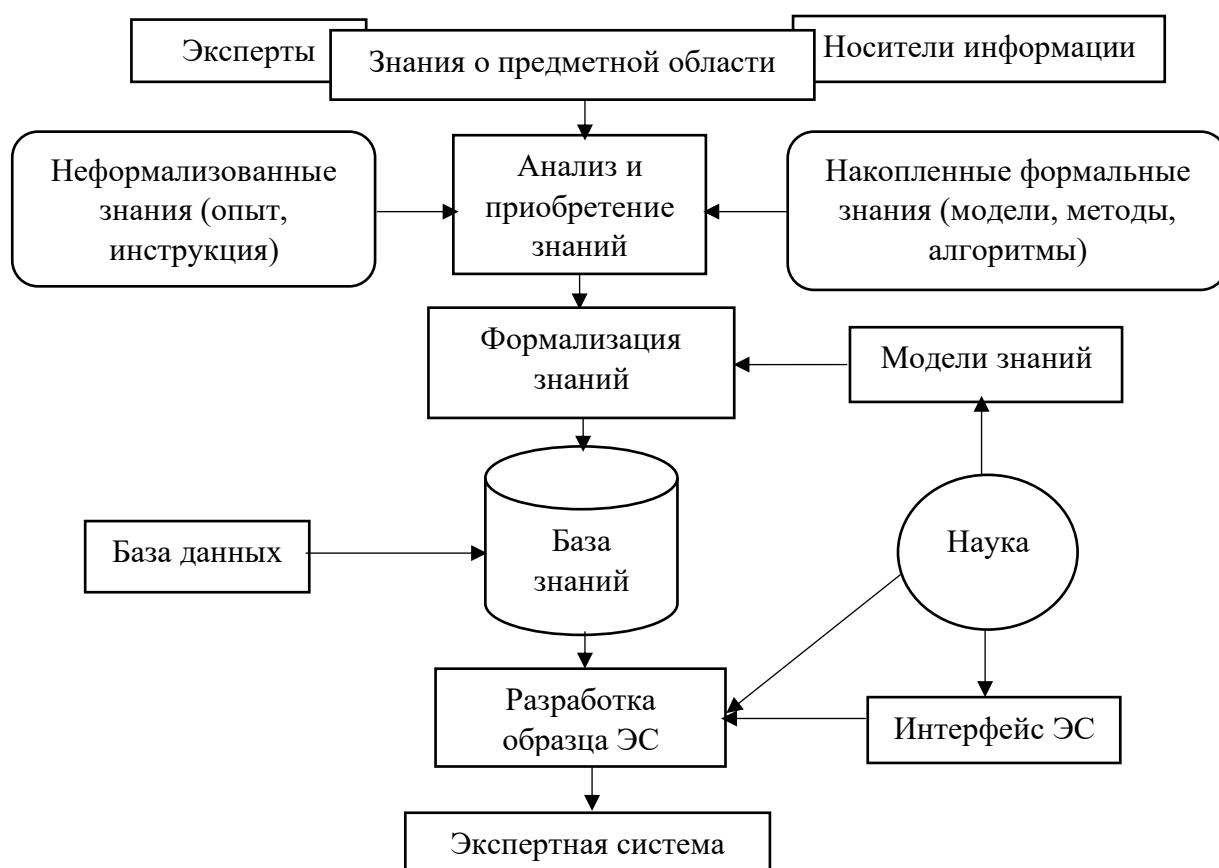


Рисунок 5 – Схема представления экспертной системы

Применяют данный метод в таких случаях, где качество принятия решений зависит от уровня экспертизы, например: юриспруденция, медицина, энергетика, военное дело, логистика, проектирование и т. д.

Системная динамика это метод позволяющий понять структуру и динамику сложных систем, с помощью диаграмм причинно-следственных связей и глобальных влияний одних параметров на другие во времени. Область применения системной динамики также включает социальные, городские, экологические системы (рисунок 6).

Реальные процессы представлены в терминах накопителей (stocks), потоков между этими накопителями (flows) и информации, определяющей размер этих потоков.

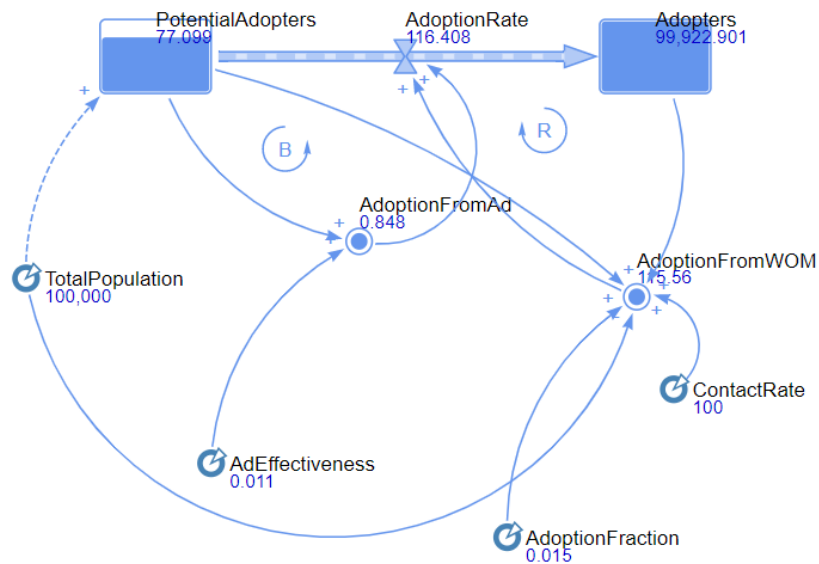


Рисунок 6 – Модель распространения продукции к потребителю посредством рекламы

Для моделирования динамических систем используется метод построения структурных схем из программных блоков принятия решений. Динамическим объектом в рамках данного подхода выступает любой объект, процесс или явление,двигающийся в пространстве и изменяющийся во времени, для которого понятие состояния определено как совокупность величин и существует закон, описывающий изменение начального состояния.

Например: механические, производственные, физические, химические, биологические объекты, вычислительные процессы (аналогично компьютерным аппаратным блокам: источникам питания, интеграторам, усилителям, сумматорам, умножителям).

Блочная структура системы удобна для построения небольших структур, однако наглядного представления такие схемы не несут.

Статистическое моделирование представляет собой способ вычисления статистических характеристик случайных процессов, опираясь на строгие законы теории вероятностей, и свести широкий класс сложных задач к преобразованиям выборок. Данная методология широко применяется для построения имитационных моделей в системах массового обслуживания, финансовой сфере, математической биологии, при проектировании организационно-технических объектов и т. д.

### **1.3 Сопоставление метода статистического моделирования с другими методами имитационного моделирования**

Статистическое (численное) моделирование является разновидностью имитационного моделирования. В зависимости от области применения выделяют два следующих направления: методы Монте-Карло, и другие методы математической статистики. Методы Монте-Карло представляют общее название методов для решения различных задач с помощью случайных последовательностей. При реализации данных методов появляется возможность проведения прогноза, который в свою очередь служит одним из самых ценных приложений имитационного моделирования.

Метод Монте-Карло требует проведения большого числа испытаний, поэтому его часто называют методом статистических испытаний. Так, модель Монте-Карло не столь формализована и является более гибкой, чем иные имитирующие модели, так как обладает следующими характеристиками:

– при реализации метода не требуется определять, что именно оптимизируется;

– нет необходимости упрощать реальность для облегчения решения, так как ЭВМ позволяет реализовать модель сложных систем.

На данный момент метод в большей мере подходит для оценки рисков проектов, нежели другие методы имитационного моделирования, в особенности если стоит выбор между проектами.

В таблице 1 рассмотрена целесообразность выбора методов Монте-Карло в разрезе с другими методами статистического моделирования.

Таблица 1 – Сопоставительный анализ метода Монте-Карло с другими численными методами [3]

Преимущества	Недостатки
Аналитический метод	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Аналитическая формула даже для упрощенной модели вполне точно характеризует суть явлений, показывая закономерности;</li> <li>– Не требуется специальных инструментов для разработки;</li> <li>– Возможность быстро получить численные результаты;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Не учитывает сложные причинные взаимосвязи;</li> <li>– Время и динамика не учитываются;</li> <li>– Не представляет различные сценарии;</li> </ul>
Приближенный метод решения	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Быстрая скорость нахождения решения;</li> <li>– Возможность моделирования идеальных условий;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Существенная степень погрешности;</li> </ul>
Метод Монте-Карло	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Простота восприятия результатов анализа;</li> <li>– Возможность применять метод к любому распределению входных данных;</li> <li>– Проводить анализ чувствительности для определения сильных и слабых влияний;</li> <li>– Высокая точность результатов;</li> <li>– Доступность программного обеспечения;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Не позволяет адекватно моделировать события с очень высокой или очень низкой вероятностью появления;</li> </ul>

Таким образом, в таких случаях, когда задача не имеет решения с помощью аналитических, так и классических приближенных методов, применяют методы статистических испытаний (Методы Монте-Карло). В процессе развития методы статистического моделирования становятся взаимозависимыми и дополняют друг друга.

Ниже в таблице представлены отличительные признаки направлений имитационного моделирования в рамках сфер их реализации [4].

Таблица 2 – Сферы применения направлений имитационного моделирования

Методы имитационного моделирования	Область применения
Агентное моделирование	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Оптимизация сети поставщиков и планирование перевозок;</li> <li>– Планирование развития производства;</li> <li>– Оптимизация численности персонала;</li> <li>– Имитация и оптимизация пешеходного движения;</li> <li>– Моделирование транспортных систем;</li> <li>– Прогнозирование экологического состояния и т. д.</li> </ul>
Дискретно-событийное моделирование	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Моделирование осуществления процессов производства, логистики, здравоохранения систем массового обслуживания и т. д.</li> </ul>
Системная динамика	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Исследование задач в области сельского хозяйства, экологических и экономических систем, корпоративного управления и т. д.</li> </ul>
Метод Монте-Карло	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Оценка рисков ситуаций при строительстве проектов, инвестиционных проектов, в личных финансах;</li> <li>– Расчет качества и надежности изделий и т. д.</li> </ul>

В настоящее время существует множество проблем, решение которых необходимо в физической, экономической, технической, промышленной и других областях, и одним из направлений в разработке математических решений является использование метода Монте-Карло [5].

## **2 Моделирование и анализ состояния внутренней среды ПАО КБ «Центр-инвест»**

### **2.1 Общая характеристика деятельности ПАО КБ «Центр-инвест»**

ПАО КБ «Центр-инвест» – ведущий частный банк юга России с 30-летней историей с сильными рыночными позициями и уникальным опытом работы на локальном рынке. Банк принимает участие в кредитовании проектов малого и среднего бизнеса, модернизации предприятий, развитии женского, молодёжного, социального предпринимательства, а также поддерживает стартапы.

Миссия банка: предоставление максимально широкого выбора услуг для корпоративных клиентов, предпринимателей и населения Юга России в соответствии с международными стандартами современных банковских технологий.

26 ноября 1992 года руководители первых приватизированных предприятий Юга России и команда преподавателей вузов Ростова-на-Дону подписали учредительный договор о создании Открытого акционерного общества Коммерческий банк (ОАО КБ) «Центр-инвест».

На данный момент банк осуществляет свою деятельность в 6 регионах Российской Федерации: Ростовская область, Волгоградская область, Краснодарский край, Ставропольский край, г. Нижний Новгород, г. Москва. Филиальная сеть банка насчитывает 120 офисов.

ПАО КБ «Центр-инвест» входит в список значимых банков на рынке платежных систем, занимает 31 позицию в рейтинге надежных банков делового журнала «Forbes» и входит в ТОП-100 крупнейших российских банков.

Стратегической целью ПАО КБ «Центр-инвест» в осуществлении успешной деятельности является долгосрочное партнерство со всеми

заинтересованными сторонами и устойчивое развитие в интересах нынешних и будущих поколений.

Так, для расширения клиентской базы ежегодно банк инвестирует в инновации и диджитализирует собственную экосистему. Благодаря максимальной автоматизации кредитного процесса: от подачи заявки до выдачи кредитных средств и погашения кредита – в банке растет объем кредитования малого бизнеса.

В период пандемии ПАО КБ «Центр-инвест» выступил опорой для населения и малого бизнеса, запустив ряд программ собственной поддержки своих клиентов (льготное финансирование для перехода на дистанционные каналы продаж, продление сроков погашения, выдача и рефинансирование ипотечных кредитов и пр.), а также был надежной платформой в предоставлении государственных мер поддержки бизнеса и населения Юга России.

На данный момент банк включен в перечень банков, которым доверено работать со счетами предприятий военно-промышленного комплекса и входит в утвержденный Федеральной таможенной службой реестр банков.

Также ПАО КБ «Центр-инвест» обладает правом выдачи банковских гарантий уплаты таможенных пошлин и налогов.

## **2.2 Организационно-управленческая структура ПАО КБ «Центр-инвест» и ее функционал**

Вид организационной структуры ПАО КБ «Центр-инвест» линейно – функциональная, что обусловлено основным видом деятельности компании, а именно предоставлением банковских операций и услуг клиентам (рисунок 7).

В структуре линейные руководители принимают управленческие решения: избирается совет директоров, определяется стратегия развития компании, и т. д. Функциональные руководители отвечают за выполнение основных функций структурных подразделений банка [6].





Рисунок 7 – Организационная система ПАО КБ «Центр-инвест»

Управление осуществляется на основе системы бонусов (вводятся более привлекательные условия приобретения банковских продуктов), также осуществляется выплата премий (годовая и ежеквартальная).

В структуре ПАО КБ «Центр-инвест» функциональные блоки относятся в три сектора. За основные бизнес-процессы банка ответственность принимают Члены Правления: производят мониторинг процессов разработки и сопровождения продуктов для рассматриваемой категории клиентов. Председатель Правления ответственен за управление рисками деятельности Банка и законности осуществляемых действий. В ведении Заместителей Председателя Правления находится контроль за своевременной реализацией всех функциональных блоков банка. В свою очередь линейные исполнители доводят информацию до Правления Банка.

В банке применяются административные, экономические и социально-психологические методы управления [7].

Административные методы реализуются в виде инструктажей по работе в рамках должности отдельного сотрудника, и распоряжений отдельных структурных подразделений. Экономические методы базируются введением премий согласно установленной схеме в организации. Социально-психологические методы реализуются в виде создания благоприятного климата в коллективе.

### **2.3 Анализ бизнес-процесса «Кредитование физических лиц»**

Миссия банка «Центр-инвест»: предоставление максимально широкого выбора услуг для корпоративных клиентов, предпринимателей и населения Юга России в соответствии с международными стандартами современных банковских технологий [8].

Так, банк осуществляет привлечение, инкассацию и переводы денежных средств, выдает банковские гарантии, и иные операции.

Далее на рисунке представлен один из процессов оказания банковских услуг, а именно кредитование физических лиц.

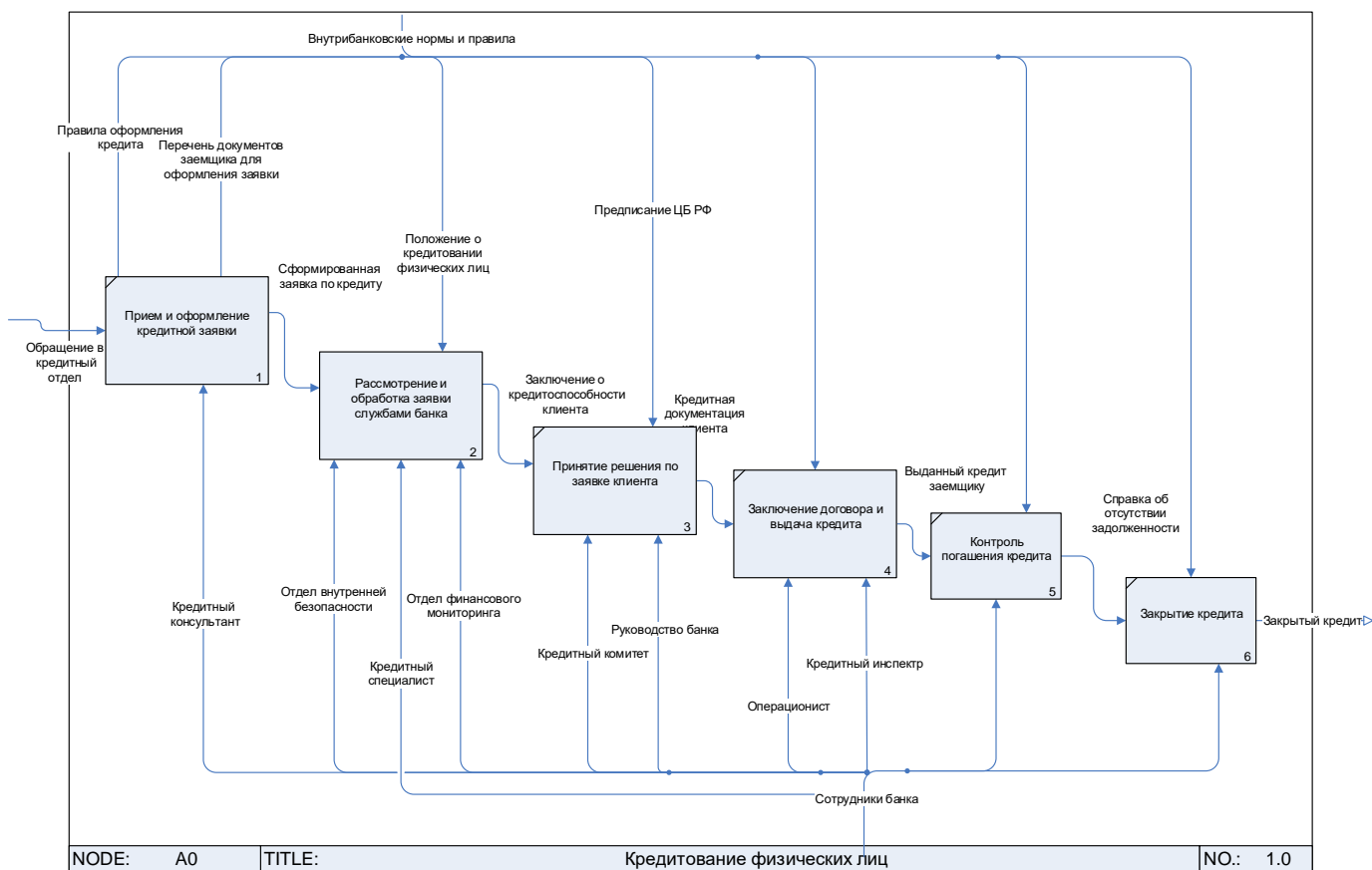


Рисунок 8 – Процесс «Кредитование физических лиц» в нотации IDEF0 в Business Studio

Данный процесс состоит из шести функциональных блоков, где на вход поступает обращение клиента банка в кредитный отдел [9].

В качестве механизмов выступают сотрудники банка, которые непосредственно осуществляют данный процесс. Они сопровождают сделку на протяжении всего процесса.

Управление представляет собой внутрибанковские нормы и правила (структура оформления кредита, предписания ЦБ РФ, и т. д.) [10].

На выходе как результат банк закрывает выданный клиенту ранее кредит.

Ниже приведена декомпозиция процесса «Рассмотрение и обработка заявки службами банка».

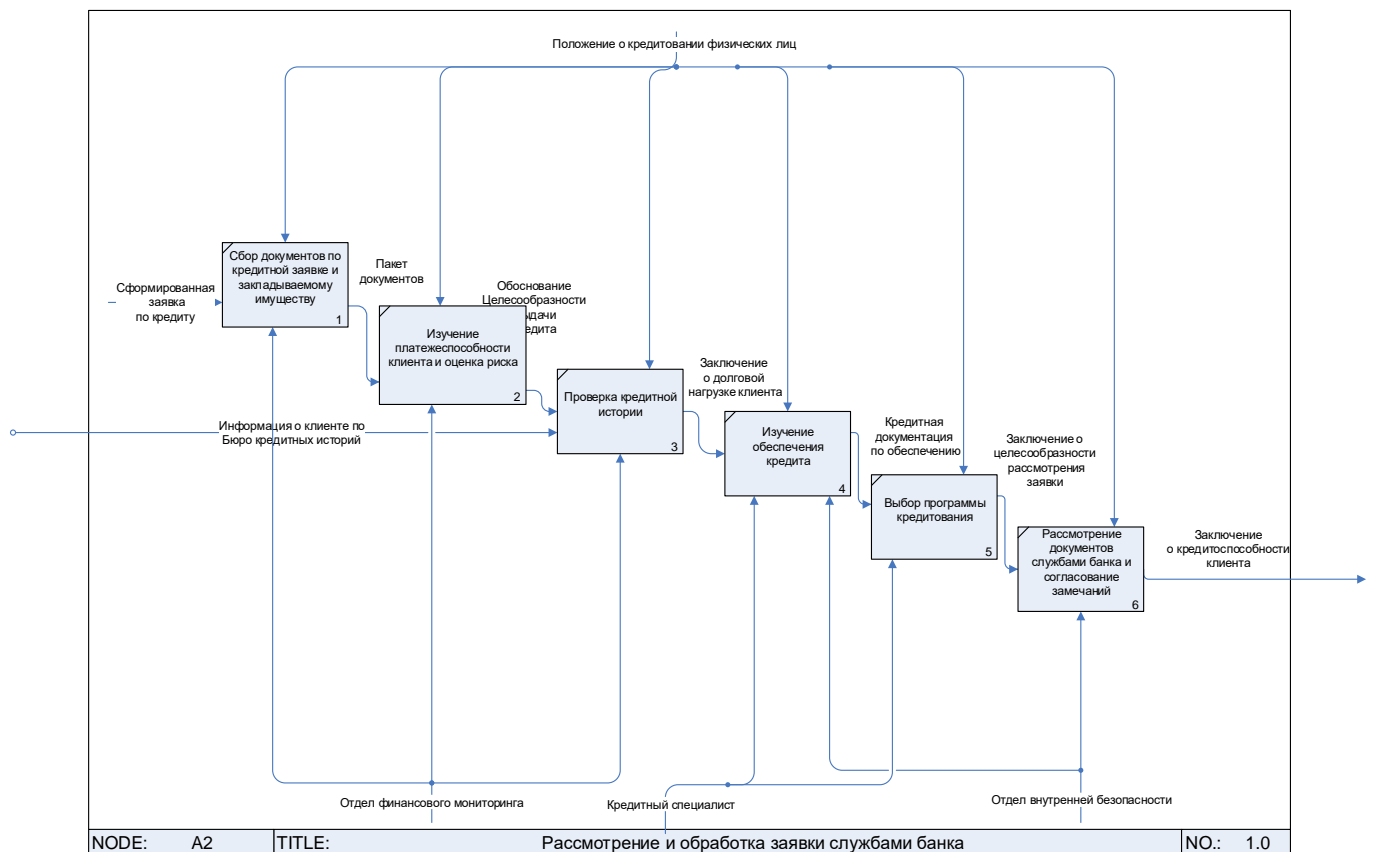


Рисунок 9 – Декомпозиция процесса «Рассмотрение и обработка заявки службами банка»

Данный процесс также состоит из шести функциональных блоков. В качестве входа поступает сформированная заявка по кредиту, а также информация о клиенте из Бюро кредитных историй (туннельная стрелка). Данная стрелка поступает на процесс «Проверка кредитной истории». Механизмами данного процесса являются отдел финансового мониторинга, кредитный специалист и отдел внутренней безопасности. Выходом из данного процесса выступает заключение о кредитоспособности клиента [11].

Банк выделяет направления развития деятельности через автоматизацию процессов, планируется создать процесс обработки заявок быстрее и проще, поэтому был разработан альтернативный вариант осуществления процесса «Кредитование физических лиц» (рисунок 10, 11).



Таким образом, для создания заявки на получения кредита достаточно сформировать соответствующую форму на сайте банка. Далее данная заявка обрабатывается программным продуктом банка, и делается предварительная оценка платежеспособности, показателя долговой нагрузки клиента. По результатам данной обработки специалисты принимают соответствующее решение о кредитовании клиента.

#### **2.4 Имитационное моделирование работы отделения офиса банка**

В процессе оказания основных видов деятельности банк постоянно сталкивается с оценкой рисков. Какие потери банк может понести в процессе своей деятельности. Как одного из инструментов прогнозирования возможных рисков был использован метод имитационного моделирования дискретно-событийный [12].

Дискретно-событийный подход к моделированию, точнее «процессный» подход моделирования позволяет имитировать системы реального мира, представленные в порядке операций (прибытие, задержка, разделение, и т. д.).

Выполняют данный процессы агенты, представляющие клиентов, служащих, кассиров и другие. Эти агенты не контролируют свою динамику самостоятельно, но могут обладать определенными характеристиками, влияющими на процесс (например, тип вызова, сложность работы) или статистику (общее время ожидания, стоимость). Так, интенсивность потока клиентов задается согласно определенному расписанию. Вместимость очередей в банкомат 15 человек, очередь к кассам обладает вместимостью в 20 человек. В отделе кредитования обслуживают клиентов 5 менеджеров, в кассах работает 3 кассира [13].

Рассмотрим имитационную модель работы филиала №8 ПАО КБ «Центр-инвест» (рисунок 12).

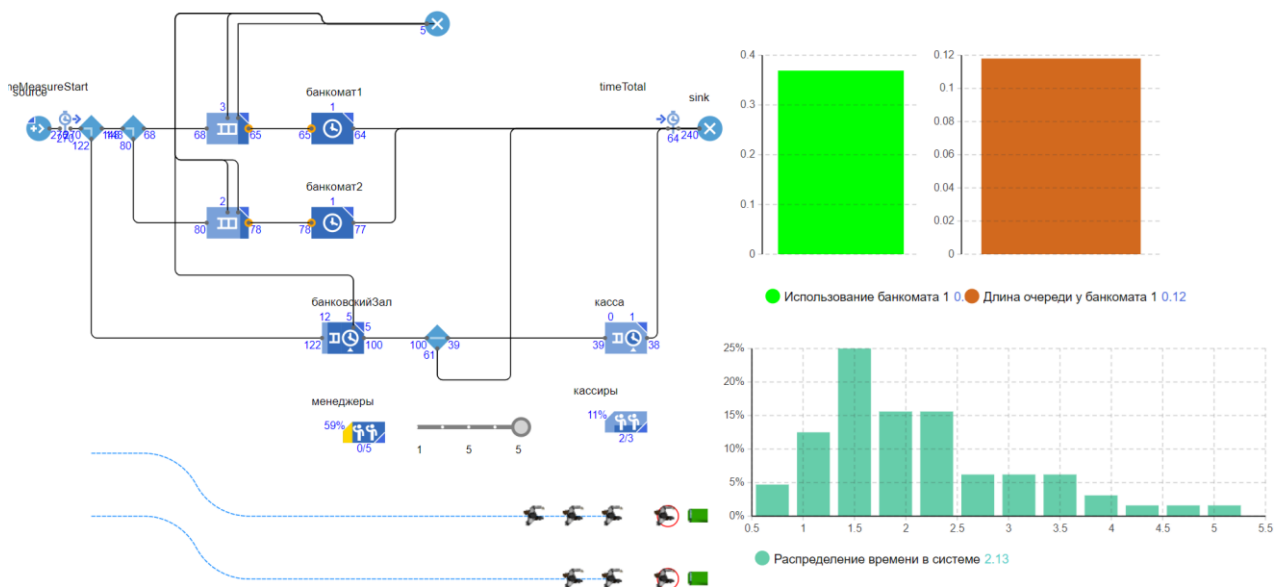


Рисунок 12 – Имитационная модель работы Филиала №8 ПАО КБ «Центр-инвест»

Модель работы Филиала представляет двухканальную систему, где первый канал представляет работу двух банкоматов, а второй канал представляет обслуживание клиентов по вопросам кредитования, открытию вкладов, предоставлению банковских карт и других банковских продуктов. В процессе обслуживания клиентов может появиться необходимость в расчетно-кассовом обслуживании [14].

В Филиале банка анализируются процессы обслуживания клиентов с целью исследования поступлений заявок в рамках системы с точки зрения определения уровня их обслуживания, определения наилучшего количества сервисных инструментов, таких как кассовая подписка, специалисты по различным операциям.

Модель учета системы очередей включает в себя такие элементы, как характеристики качественного состава системы, включая поток очереди, ожидания обслуживания, систему обслуживания и требования к обработке.

Так, модель работы банковского отделения уже снабжена элементами сбора статистики использования ресурсов в виде столбиковых диаграмм, отображающих состояние средней занятости банкомата и средней длины очереди.

Далее приведена симуляция работы отделения банка ПАО КБ «Центр-инвест» (рисунок 13).

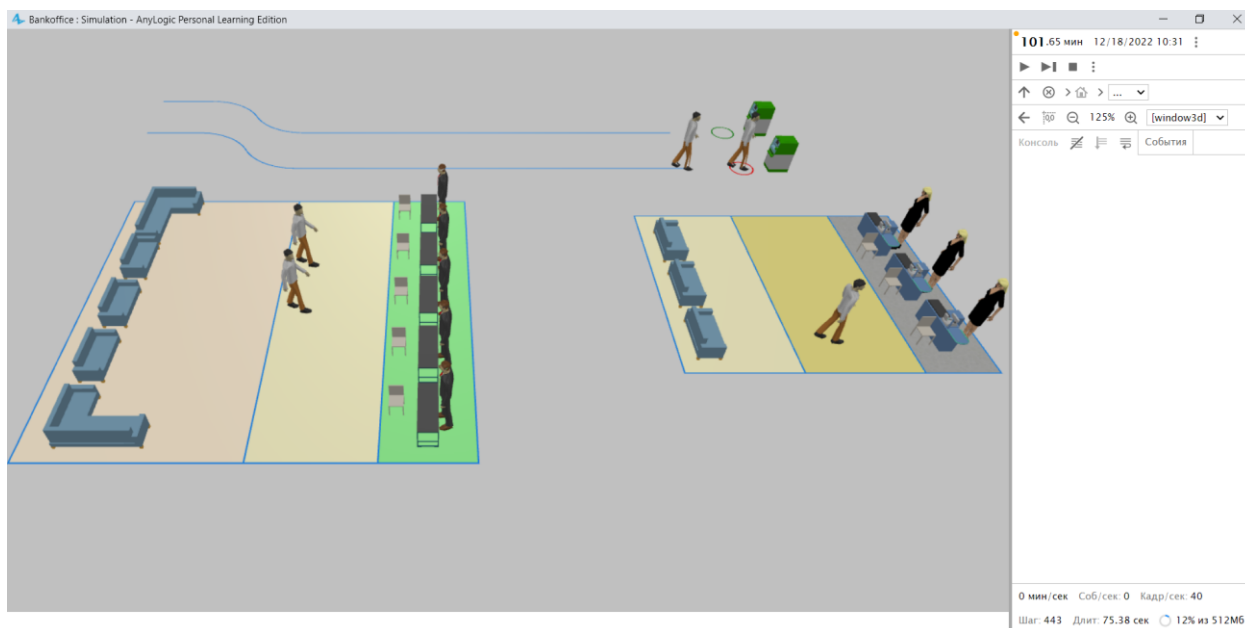


Рисунок 13 – Симуляция работы Филиала №8 ПАО КБ «Центр-инвест»

В рамках данной анимации наглядно можно увидеть работу отделения банка [15].

Так, данная имитационная модель позволяет получить подробную статистику по различным аспектам функционирования системы и в зависимости от входных данных провести вычислительный эксперимент для организации наиболее эффективной работы отделения банка.

## 2.5 Реализация метода Монте-Карло в оценке работы отделения ПАО КБ «Центр-инвест»

Метод Монте-Карло один из методов многомерного моделирования. Все многомерные модели можно рассматривать как сложные иллюстрации сценариев «что, если?». Так, моделирование данным методом имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами количественного анализа риска [16].

Используя данный метод, распределение всех возможных результатов событий генерируется путем многократного анализа модели, при условии, что



каждый раз используются входные значения, выбранные случайно из распределений вероятности компонентов, составляющих саму модель [17].

Рассмотрим одну из таких задач, которая может быть решена на основе модели Монте-Карло, а именно время обслуживание клиентов в отделении банка в течение дня (рисунок 14).

1	План(мин)		Шум				Фактическое	
	Приход	Уход	Вероятность (%)	Приход	Уход	Вероятность(%)	Приход	Уход
2	570	585	78,105802	10	18	89,41358	580	598
3	585	605	37,243736	0	20	22,22145	598	618
4	615	630	92,471162	10	15	45,0494	628	643
5	630	640	13,337313	-20	10	46,52032	643	653
6	645	675	73,302575	10	42	99,87455	663	705
7	675	690	54,258306	0	15	48,85289	705	720
8	690	710	27,336765	-10	20	33,01777	720	740
9	705	720	53,994517	0	12	5,894426	740	752
10								
11								
12			P(%)	Значение	Значение	P(%)		
13			от 0 до 20	-20	0,8	от 0 до 15	Критическое время(мин):	735
14			от 20 до 30	-10	1	от 15 до 65	Количество удачных испытаний	291
15			от 30 до 70	0	1,2	от 65 до 90	Вероятность успеха	0,291
16			от 70 до 95	10	1,4	от 90 до 100		
17			от 95 до 100	20				
18								

Рисунок 14 – План обслуживания клиентов Филиала №8 ПАО КБ «Центр-инвест»

Так, время прихода и ухода клиентов осуществляется с определенной вероятностью. Приход клиента раньше на 20 минут соответствует вероятности от 0% до 20%, на 10 минут раньше от 20% до 40%, и т. д. Вероятность фактического прихода и ухода моделируется с помощью случайных чисел [18].

Критическое время составляет 735 минут. Так, вариантов обслужить клиентов раньше данного промежутка времени 291 из 1000 испытаний, т. е. вероятность успеха составляет 0,291.

Далее рассмотрим распределение всего количества проведенных испытаний во времени (рисунок 15).

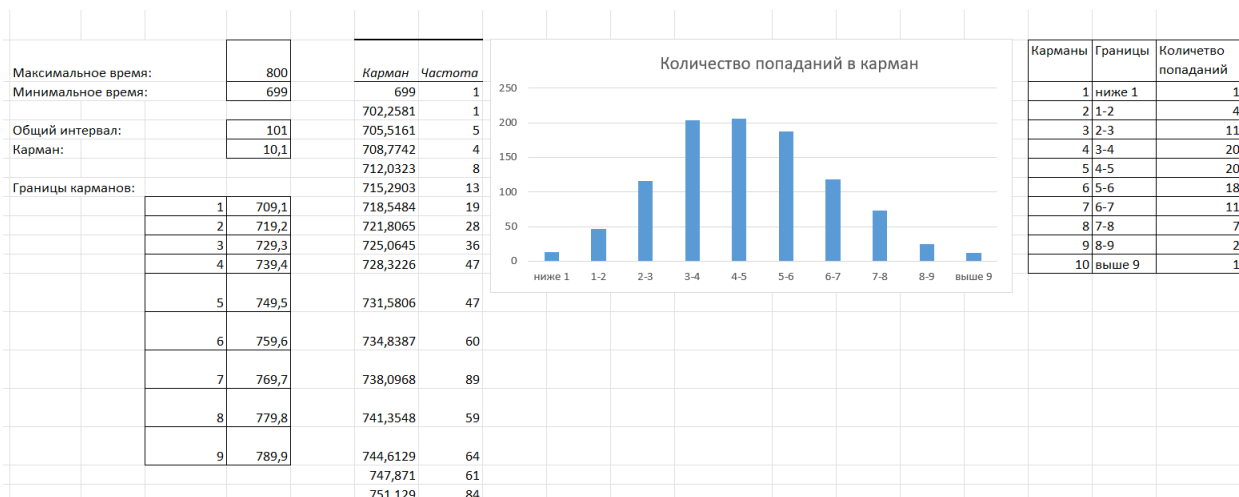


Рисунок 15 – Распределение времени обслуживания клиентов Филиала №8  
ПАО КБ «Центр-инвест»

Таким образом, наибольшее количество попаданий приходится на 5 карман, то есть обслуживание клиентов за день чаще всего занимает от 740 до 750 минут.

В качестве стратегии сокращения данного промежутка времени обслуживания выступает возможность автоматизации процесса сбора и анализа заявки. Заявки оформляются на сайте банка, и анализ данных заявок осуществляется программным продуктом [19].

## 2.6 Анализ современных программных продуктов, реализующих методы имитационного моделирования

Имитационная модель реализуется в виде компьютерной программы, или установки, которая воссоздает структуру и поведение реальной системы во времени. Модель позволяет анализировать статистику о возможных сценариях функционирования системы в зависимости от входных данных [20].

Создание модель может осуществляться с помощью технологий прямого программирования, а также системами компьютерного моделирования.

Современные системы моделирования отличаются друг от друга графической оболочкой, мультимедийными средствами, интерфейсом,

анимацией моделирования в виртуальном и реальном масштабе времени, встроенными языками и т. д. [21].

Таблица 3 – Классификация информационных систем моделирования и проектирования

Информационные системы	Программные продукты
Системы компьютерной математики	Maple, Mathematica, MathCAD, MS Excel, DymSYS, DERIVE и др.
Системы схемотехнического моделирования	MATLAB, Simulink, Micro CAD, MultiSIM, LabVIEW, и др.
Системы имитационного моделирования	AnyLogic, Arena, GPSS, Plant Simulation, Swarm, AutoMod, SimBioSys, NetLogo, Gambit и др.
Системы графического моделирования	COMPAS, AutoCAD, ArchiCAD, 3DStudioMax и др.

Так, системы компьютерной математики позволяют создавать статистические имитационные модели сложных систем (Метод Монте-Карло). В программных продуктах встроены генераторы случайных величин, генераторы случайных чисел, распределений и т. д. [22].

SPSS – компьютерная программа для статистической обработки данных. Основные возможности программы: первичная описательная статистика, и маркетинговые исследования.

STATISTICA – пакет для всестороннего статистического анализа. Данный пакет реализует процедуры для анализа данных, управления, добычей и анализа данных. Включает в себя методы статистического анализа (более 250 встроенных функций)

MATLAB – пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений, содержит функции для анализа данных.

Рассмотрим инструментальные средства, которые поддерживают методологии и направления имитационного моделирования:

AnyLogic – программное обеспечение, которое поддерживает методологии моделирования на основе агентов, дискретных событий и системной динамики. Разработана программа российской компанией The AnyLogic Company. Инструмент обладает современным графическим интерфейсом и позволяет использовать язык Java для разработки моделей.

Arena – программное обеспечение, позволяющие создавать подвижные компьютерные модели, с помощью которых можно адекватно представить реальные системы.

GPSS – язык объектно-ориентированного программирования, который применяется для имитационного моделирования систем массового обслуживания, информационных процессов и др.

Так, можно заметить, что систем имитационного моделирования достаточно много, однако существуют программные продукты, которые не используются в России [23].

Наиболее широко применяются следующие зарубежные системы имитационного моделирования: Arena, GPSSWorld, VISSIM, ARIS и др.

Для разработки моделей сложных систем, в рамках системной динамики, агентного моделирования, дискретно-событийного моделирования применяют следующие программные продукты, разработанные в России: AnyLogic, Pilgrim, GPSS, RandModelDesigner и др.

Наиболее мощным из инструментов, поддерживающих данные подходы является AnyLogic. Данная программа применяется для решения широкого круга задач. AnyLogic позволяет представить лаконичные модели, также встроен аппарат многопараметрической оптимизации, объектно-ориентированный подход и др. [24].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе написания курсовой работы были рассмотрены аспекты проведения имитационного моделирования как одного из инструментов анализа внутренней среды организации. В работе рассмотрена сущность имитационного моделирования, основные классификации и области применения данного метода. В рамках рассмотренных методов приведен их сопоставительный анализ.

В исследовании рассматривались имитационное моделирование как наиболее ценное, системообразующее звено в системах прогнозирования и поддержки принятия решений. В качестве объекта исследования был рассмотрен филиал №8 ПАО КБ «Центр-инвест». В работе приводятся основные характеристики деятельности, организационно-управленческая структура банка и анализ основного бизнес-процесса «Кредитование физических лиц». В качестве альтернативного варианта осуществления данного процесса была рассмотрена автоматизация этапов обработки заявок клиентов, что позволило сократить количество этапов бизнес-процесса. Процесс автоматической обработки заявки состоит из 5 этапов.

Так, в рамках анализа внутренней среды организации представлена имитационная модель работы отделения банка в рамках дискретно-событийного метода, и статистического метода (Монте-Карло).

По сформированным моделям были представлены выводы по работе отделения банка. Так, был рассчитано критическое время обслуживания клиентов за день (735 минут), и выявлено наиболее часто встречаемое время обслуживания банка (740-750 минут). Число испытаний, при которых обслуживание заканчивается раньше критического времени составило 291 из 1000 испытание. Такая тенденция показывает, что обслуживание клиентов занимает значительный промежуток времени. В качестве стратегии сокращения времени обслуживания выступает возможность автоматизации процесса сбора и анализа заявки.

Далее в работе приведен анализ современных программных продуктов, которые непосредственно направлены на создание имитационных моделей. Так, наиболее популярными информационными системами в рамках статистического моделирования оказались: Excel, Matlab, STATISTICA, SPSS. Для имитационного моделирования в большей степени используют AnyLogic, Arena, GPSS. Наиболее мощным из инструментов, поддерживающих дискретно-событийный подход, агентное моделирование, системную динамику является AnyLogic.

Таким образом, в процессе выполнения исследования была рассмотрена организационно-управленческая структура Филиала ПАО КБ «Центр-инвест», для основного бизнес-процесса представлен альтернативный вариант его осуществления, а также рассмотрены особенности обслуживания клиентов банка за один рабочий день. Так, представлена работа отделения и условия, что вместимость очередей в банкомат 15 человек, очередь к кассам обладает вместимостью в 20 человек, в отделе кредитования обслуживают клиентов 5 менеджеров, в кассах работает 3 кассира.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 7.82-2001. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов.

2. ГОСТ Р 1.5-2012. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения. Дата введения 2013-07-01.-М.: Стандартинформ, 2021.-28 с.

3. ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам. Дата введения 1994-07-01. - М.: Стандартинформ, 2021.-23с.

4. ГОСТ 8.417-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин. Дата введения 2003-09-01.-Минск: Издательство стандартов, 2021.-27с.

5. Маликов, Р.Ф. Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic// Изд-во ТПУ, 2020. – С.296.

6. Володин, А.А. Управление финансами. Финансы предприятий: учебник / А. А. Володин, Н. Ф. Самсонов и др. -М.: ИНФРА-М. – 2018. – 364 с

7. Белов, П.Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование в 3 ч. Часть 2: учебник и практикум для вузов / П. Г. Белов. – Москва: Издательство Юрайт, 2020.-250 с. – (Высшее образование). – URL: <https://urait.ru/bcode/451703> (дата обращения: 02.12.2022).

8. Смирнов, Э.А. Теория организации: Учебное пособие. - М.: ИНФРА-М, 2019 г.

9. Баринов, В.А., Харченко, В.Л. Стратегический менеджмент: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 236 с.

10. Никонова, И. Реализация стратегии: инструменты и / И. Никонова, Р. Шамгунов // Финансовый менеджмент. 2020. – № 12. – С. 23-28

11. Румянцева, З.П. Общее управление организацией.-М.: ИНФРА-М,2006.-305с
12. Акопов, А.С. Имитационное моделирование: учебник и практикум для вузов / А. С. Акопов. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 389 с. – (Высшее образование). – URL: <https://urait.ru/bcode/468919> (дата обращения: 25.05.2021).
13. Архипова, Н.И. Управление персоналом организации. Краткий курс для бакалавров / Н. И. Архипова, О. Л. Седова. - М.: Проспект, 2019. – 224 с.
14. Официальный сайт компании AnyLogic // [Электронный ресурс] / Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.anilogic.ru>. -Загл. с экрана. – (дата обращения:17.12.2022).
15. Киселева, М.В. Имитационное моделирование систем в среде AniLogic / Екатеринбург: УГТУ-УПИ. – 2021. – 88 с.
16. Григорьев, И. AnyLogic за три дня: учеб.-метод. пособие // СПб.:СППУ. – 2021. – 202 с.
17. Боев, В.Д. Об адекватности систем имитационного моделирования GPSS World иAnyLogic // Прикладная информатика. – 2021. – №4(34). – С. 9-29
18. Маринина, О.А. Анализ методов оценки инвестиционных рисков / Экономический анализ: теория и практика. – 2021. – №1. – С. 25-31
19. Оценка рисков финансово-хозяйственной деятельности на этапе принятия управленческого решения // [Электронный ресурс] / Электрон. дан. – Режим доступа: [http://www.cfin.ru/press/management\\_](http://www.cfin.ru/press/management_). – Загл. с экрана. – (дата обращения: 13.12.2022).
20. Вероятностные методы анализа рисков. Метод Монте-Карло. // [Электронный ресурс] / Электрон. дан. – Режим доступа: [https://www.cfin.ru/finanalysis/monte\\_carlo2.shtml](https://www.cfin.ru/finanalysis/monte_carlo2.shtml). – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.11.2022).
21. Использование анализа Монте-Карло для оценки риска // [Электронный ресурс] / Электрон. дан. – Режим доступа:



<https://nesrakonk.ru/monte-carlo-multivariate-model/> – Загл. с экрана. – (дата обращения: 26.11.2022).

22. Джекел, П. Применение методов Монте-Карло в финансах // -М.: Интернет-трейдинг. – 2019. – 256 с

23. Финансовый менеджмент : учебник для академического бакалавриата / Г. Б. Поляк [и др.] ; ответственный редактор Г. Б. Поляк. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019 – 456 с. – (Авторский учебник). – URL: <https://urait.ru/bcode/444149> (дата обращения: 03.12.2022).

24. Соломонов А.П. Внедрение имитационного моделирования в бизнес процесс «Управление финансовыми ресурсами» на предприятиях / А. П. Соломонов // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2021– №10.