

Подписано электронной подписью:

Вержицкий Данил Григорьевич

Должность: Директор КГПИ ФГБОУ ВО «КемГУ»

Дата и время: 2024-02-21 00:00:00

471086fad29a3b30e244c728abc3661ab35c9d50210dcf0e75e03a5b6fdf6436

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Кемеровский государственный университет»
Новокузнецкий институт (филиал)

Факультет информатики, математики и экономики

Кафедра математики, физики и математического моделирования

Ю.С. Гаврилова

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине для обучающихся
по направлению подготовки*

*02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем,
профиль «Программное и математическое обеспечение информационных технологий»*

Новокузнецк

2020

УДК [378.147.88:004.42](072)
ББК 74.484(2Рос-4Кем)я73+32.973-018я73
Г 12

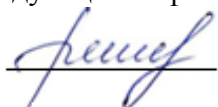
Гаврилова Ю.С.

Г 12 Математическое и программное обеспечение проектно-конструкторской деятельности: методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине для студентов факультета информатики, математики и экономики, обучающихся по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем (профиль «Программное и математическое обеспечение информационных технологий») / Ю.С. Гаврилова; Новокузнецкий ин-т (фил.) Кемеров. гос. ун-та. – Новокузнецк : НФИ КемГУ, 2020 – 44 с.

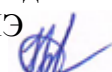
В работе изложены методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Математическое и программное обеспечение проектно-конструкторской деятельности»: цель, задачи и содержание курсовой работы, структура курсовой работы, требования к ее подготовке и оформлению, процедура защиты, критерии оценивания курсовой работы в балльно-рейтинговой системе, список основной и дополнительной литературы, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, приложения (титульный лист, задание на курсовую работу, образец введения курсовой работы, примерные темы курсовых работ).

Рекомендовано на заседании
кафедры математики, физики и
математического моделирования
Протокол № 5 от 10.12.2020

Заведующий каф. МФММ

 / Е.В.Решетникова

Утверждено методической комиссией
факультета информатики, математики и
экономики
Протокол № 5 от 17.12.2020

Председатель методической комиссии
ФИМЭ  /Г.Н.Бойченко

УДК [378.147.88:004.42](072)
ББК 74.484(2Рос-4Кем)я73+32.973-018я73
Г 12

© Гаврилова Юлия Сергеевна
© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Кемеровский государственный
университет», Новокузнецкий институт
(филиал), 2020
Текст представлен в авторской редакции

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
1. ХАРАКТЕРИСТИКА СОДЕРЖАНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	5
1.1. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	6
1.2. РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА НА ЯЗЫКАХ И В ПРИКЛАДНЫХ ПАКЕТАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ	7
1.3. ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА МОДЕЛИ.....	13
2. СТРУКТУРА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ...	14
3. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПОДГОТОВКЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	20
4. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	23
5. ОФОРМЛЕНИЕ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО СПИСКА И БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ ССЫЛОК.....	24
6. ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	27
7. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ В БАЛЛЬНО- РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ	28
8. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	31
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ	32
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Титульный лист	33
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Задание на курсовую работу	34
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Образец введения курсовой работы	35
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Примерные темы курсовых работ по дисциплине «Математическое и программное обеспечение проектно- конструкторской деятельности»	37

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие методические материалы адресованы студентам, получающим квалификацию бакалавр по направлению подготовки: 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем и направлены на оказание помощи студентам в написании курсовой работы по дисциплине «Математическое и программное обеспечение проектно-конструкторской деятельности».

Курсовая работа по дисциплине «Математическое и программное обеспечение проектно-конструкторской деятельности» является важным компонентом профессиональной подготовки будущего специалиста в сфере информационных технологий. Согласно учебному плану основной образовательной программы направления подготовки 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» курсовая работа выполняется на третьем курсе в пятом семестре.

Целью выполнения курсовой работы является формирование способности студента к самостоятельному анализу предметной области, разработке моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.

В процессе написания курсовой работы осуществляется закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных студентами за время обучения, и применение этих знаний к решению конкретных задач.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА СОДЕРЖАНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа представляет собой вид учебной работы обучающегося, в которой присутствуют элементы самостоятельного научного исследования.

Курсовая работа – это самостоятельный комплексный проект, при выполнении которого студент решает учебно-исследовательские задачи, носящие творческий характер. Поэтому материал для нее не копируется из интернета, а анализируется, систематизируется, приобретая в результате этого характер оригинальности.

При выполнении курсовой работы обучающийся должен научиться проектировать и разрабатывать базы данных, а затем на их основе составлять программы высокого качества, легко модифицируемые и простые в обращении с применением современных информационных технологий.

Курсовая работа носит прикладной характер, направлена на практическое применение изученного материала к решению профессиональных задач. В рамках дисциплины «Математическое и программное обеспечение проектно-конструкторской деятельности» обучающиеся изучили языки и пакеты прикладных программ моделирования, такие как BP Simulator, GPSS и AnyLogic. Обучающийся должен продемонстрировать навыки работы со всеми тремя средствами моделирования. Также, по желанию обучающийся может использовать в работе языки и пакеты моделирования, изученные самостоятельно, при условии, что их применение оправдано (дает более эффективное решение задачи).

Во время выполнения курсовой работы обучающийся должен продемонстрировать умение анализировать предметную область, разрабатывать моделирующий алгоритм, а затем реализовывать его с помощью языков и пакетов прикладных программ моделирования.

1.1. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Исследование предметной области заключается в выборе конкретного бизнес-процесса для выполнения моделирования. Например, среди бизнес-процессов, реализуемых приемной комиссией вуза можно выделить следующие: прием заявлений у абитуриентов, проведение вступительных испытаний, заключение контрактов, зачисление и т.д. В рамках курсовой работы следует выбрать один бизнес-процесс из предметной области и выполнить его моделирование. При выборе бизнес-процесса необходимо руководствоваться следующим: бизнес-процесс должен быть связан с обработкой поступающих в систему заявок; бизнес-процесс может быть оптимизирован; существует несколько вариантов реализации бизнес-процесса в зависимости от входных параметров. Под несколькими вариантами реализации бизнес-процесса понимают, например, прием документов и отказ абитуриенту в случае если он предоставил не полный набор необходимых документов.

Разработка математической модели бизнес-процесса

Сначала необходимо определить вид системы массового обслуживания, который соответствует выбранному бизнес-процессу: одноканальная или многоканальная система, с ожиданием или отказами, отказы по времени обслуживания или по длине очереди. Затем следует разработать математическую модель задачи, которая позволит получить характеристики эффективности обслуживания, например, такие как:

- среднее количество заявок, которое может быть обслужено в единицу времени;
- средний процент заявок, получающий отказ и покидающих систему необслуженными;
- вероятность того, что поступившая заявка немедленно будет принята к обслуживанию;
- среднее время ожидания в очереди;

- закон распределения времени ожидания;
- среднее количество заявок, находящихся в очереди;
- закон распределения числа заявок в очереди.

Построение моделирующего алгоритма бизнес-процесса

Для имитационного моделирования процесса на ЭВМ необходимо разработать специальный моделирующий алгоритм, в соответствии с которым в компьютере будет вырабатываться информация, описывающая элементарные явления исследуемого процесса с учетом их связей и взаимных влияний.

Центральным звеном моделирующего алгоритма является собственно имитационная модель – формализованная схема процесса. Она представляет собой формальное описание процедуры функционирования объекта в исследуемой операции и позволяет для любых задаваемых значений входных факторов модели (переменных, детерминированных или случайных) просчитать соответствующие им числовые значения выходных характеристик. Остальные элементы модели представляют собой внешнее математическое обеспечение процесса имитации.

Описание моделирующего алгоритма можно представить в виде схемы его структуры или блок-схемы.

1.2. РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА НА ЯЗЫКАХ И В ПРИКЛАДНЫХ ПАКЕТАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Построение модели на языке GPSS

Рассмотрим объекты среды дискретно-событийного моделирования GPSS World:

✓ **Модель** содержит описание в виде последовательности операторов, а также множество настроек, закладок в тексте программы, сообщений об ошибках и т.д.

✓ **Эксперимент** создается в результате трансляции модели, далее выполнение может осуществляться по этапам под действием команд (из

описания модели, либо вводятся пользователем).

✓ **Отчет** создается при (успешном) завершении выполнения эксперимента. Содержит статистику по модели в целом и отдельным блокам.

Все операторы языка GPSS делятся на блоки и команды.

Блок – это элемент модели, выполняющий определенные функции.

Формат оператора:

[<№строки>] [<метка>] <имя> [<операнды>] [<комментарий>]

Транзакция (сообщение) – динамический объект, создается в процессе эксперимента в определенных точках модели, продвигается через блоки и затем уничтожается.

Блок **GENERATE** определяет точку входа транзакций в модель вместе с вероятностными характеристиками входящего потока. Попытка входа в данный блок другой транзакции («сверху») приводит к ошибке.

GENERATE [<интервал>], [<разброс>], [<задержка>],
[<ограничение>], [<приоритет>]

- интервал – среднее время между созданием транзакций;
- разброс – разброс времени между созданием транзакций (число или функция);
- задержка – начальная задержка создания первой транзакции;
- ограничение – максимальное количество создаваемых транзакций;
- приоритет – приоритет создаваемых транзакций.

Блок **TERMINATE** уничтожает транзакции, входящие в него. Попытка захвата транзакцией блока всегда успешна.

TERMINATE [<вычитаемое>]

Вычитаемое – значение, вычитаемое из счетчика завершения при удалении очередной транзакции (0 по умолчанию).

Команда начала имитации **START**. Данная команда предназначена для запуска имитации модели. Ее можно ввести либо из интегрированной среды GPSS World (команда меню Command→START, которая становится

доступной после трансляции модели при помощи Command→Create Simulation), либо непосредственно указать в тексте программы. Тогда запуск модели выполнится сразу после ее (успешной) трансляции.

START <начальное значение>

Начальное значение – начальное значение, присваиваемое счетчику завершения.

Блок захвата одноканального устройства **SEIZE**. Данный блок устанавливает заданное одноканальное устройство в состояние занятости входящей в него транзакцией.

SEIZE <имя устройства>

Имя устройства – имя или номер устройства.

Действие блока:

1. Если данное устройство свободно, то входящая транзакция занимает его и пытается войти в следующий блок.
2. Если устройство занято, транзакция помещается последней в очередь ожидающих это устройство (с тем же приоритетом).

Блок задержки транзакции **ADVANCE**. Прохождение транзакций через большинство блоков осуществляется мгновенно с точки зрения моделирования. Внесение задержек в прохождение осуществляется при помощи специальных блоков.

ADVANCE [<интервал>], [<разброс>]

Интервал, разброс – имеют тот же смысл, что и аналогичные параметры блока GENERATE.

Блок освобождения транзакции **RELEASE**.

RELEASE <имя устройства>

Действие блока:

1. Транзакция, владеющая устройством, покидает его и переходит к следующему блоку.
2. Транзакция, вытесненная из владения устройством, удаляется из его списка прерывания.

Блоки сбора статистики об очереди

Данные блоки предназначены для сбора статистики об очереди (по соображениям скорости моделирования не для всех очередей, образующихся в модели, ведется статистика). На поведение модели данные блоки никак не влияют.

QUEUE <имя очереди>[, <количество>]

Количество – количество единиц, на которые увеличивается длина очереди при вхождении заявки в блок.

DEPART <имя очереди>[, <количество>]

Количество – количество единиц, на которые уменьшается длина очереди при выходе заявки из блока.

Прежде чем попытаться занять устройство Facility1 (блок SEIZE), транзакция проходит через блок QUEUE, увеличивая счетчик для статистики Queue1.

Если устройство Facility1 в текущий модельный момент занято, транзакция остается в его очереди, не покидая блока SEIZE (и не меняя статистики Queue1).

Как только устройство Facility1 освобождается, из очереди в блоке SEIZE выбирается очередная транзакция и перемещается в следующий за ним блок. Данным блоком является блок DEPART, уменьшающий при этом счетчик для статистики Queue1.

После прохождения блока DEPART транзакция переходит в блок ADVANCE, имитирующий задержку при ее обработке на устройстве Facility1.

После запуска моделирования среда GPSS WORLD генерирует отчет со всеми характеристиками бизнес-процесса. В сгенерированном отчете информация в колонках ENTRY COUNT и CURRENT COUNT говорит о том, что на момент окончания моделирования в некоторых блоках оставались заявки, не успевшие выйти из системы. В колонке QUEUE перечислены имена очередей, в колонке MAX – максимальная длина очереди за время

моделирования. Колонка CONT. содержит длину очереди на момент окончания моделирования, в колонке ENTRY указывается общее количество входов транзакций в очередь за все время моделирования, а в колонке ENTRY(0) указывается общее количество входов транзакций в очередь, имеющих нулевое время ожидания в ней, за все время моделирования.

В колонке AVE.CONT. указывается средняя длина очереди за время моделирования, а в колонке AVE.TIME – среднее время ожидания в очереди за время моделирования. Аналогично, в колонке AVE.(-0) указывается среднее время ожидания в очереди без учета заявок, имевших в ней нулевое время ожидания.

Построение модели в пакете моделирования BP Simulator

Прикладные пакеты моделирования BP Simulator и AnyLogic представляют собой объектно-ориентированные средства моделирования. Модели, разработанные в данных пакетах, представляют собой последовательно соединенный набор блоков, каждый из которых моделирует каждую операцию в рамках моделируемого бизнес-процесса.

В сервисе БП Симулятор для визуального моделирования используется оригинальная задаче-ориентированная нотация моделирования бизнес-процессов, достаточно упрощенная, но совместимая с разными нотациями моделирования, такими как IDEF03, eEPC и BPMN.

Для добавления объекта на модель необходимо нажать или переместить на его изображение в Панели управления. Объекты можно перемещать по всей площади рабочей области приложения.

Возможные объекты модели:

- Функция – совокупность целевых действий, выполняемых одним или несколькими исполнителями одной роли.
- Исполнитель – должность или роль лиц, ответственных за выполнение функции.
- Ресурс – услуга или инструмент, необходимые для выполнения функции.

- Генератор задач – генератор глобальных задач бизнес-процесса определенного типа с определенным интервалом для целей симуляции.
- Контрольная точка – вспомогательный элемент для мониторинга параметров процесса на разных этапах его выполнения и управления потоком задач.
- Событие – причина или нематериальный результат выполнения функции.
- Регулятор – нормо-регулирующий документ, имеющий непосредственное отношение к порядку, условиям или результату выполнения функции.
- Вход – материал или информация, необходимые для выполнения функции.
- Выход – материал или информация, сформированные или приобретающие дополнительные свойства в результате выполнения функции.
- Процедура – совокупность выполнения функций для достижения определенной цели.
- Комментарий – вспомогательный элемент модели для внесения пояснений или замечаний.

Построение модели в пакете моделирования AnyLogic

Первым объектом в визуализации моделирующего алгоритма является объект класса Source, который генерирует заявки определенного типа.

Следующий объект модели – SelectOutput, который используется для того чтобы задать условие выхода из системы или перехода к блоку queue.

Блок Queue моделирует очередь.

Блок Delay задерживает заявки на заданный период времени. Задержать заявку в блоке нужно на время, пока система выполняет ее обслуживание.

Sink – объект, который уничтожает поступившие заявки после обслуживания. Уничтожение заявок после обслуживания имитирует уход заявки после завершения обслуживания.

1.3. ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА МОДЕЛИ

Проведение экспериментов направлено на исследование реакции модели на изменение ее параметров. Основные параметры модели, которые следует варьировать при проведении экспериментов:

- число каналов обслуживания и их производительность;
- характер потока заявок;
- пропускная способность потока заявок.

2. СТРУКТУРА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Структура пояснительной записки (текста) курсовой работы должна способствовать раскрытию избранной темы. Структурные элементы: титульный лист, оглавление, введение, основная часть, заключение, библиографический список (использованные источники) и, при необходимости, приложения.

Введение курсовой работы в обязательном порядке должно содержать постановку цели и задач исследования, обоснование его актуальности, теоретической и практической значимости. Пример составления и оформления введения для курсовой работы на тему «Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов приемной комиссии вуза» представлен в Приложении 3.

Актуальность исследования – это степень важности курсовой работы в данный момент времени в конкретной стадии развития выбранной отрасли знаний. Она часто связана с неизученностью (или недостаточной изученностью) темы или возможностью решения определенной задачи практики и охватывает запросы отдельной отрасли науки, региона, части общества.

В качестве **цели** исследования будет обозначен результат, который будет получен в ходе написания курсовой работы. Целью написания курсовой работы является решение конкретной проблемы, обозначенной в теме работы. Поэтому цель следует формулировать в виде достижения результата.

Все темы курсовой работы по дисциплине «Математическое и программное обеспечение проектно-конструкторской деятельности» представляют собой задачу разработки моделирующего алгоритма и его реализации на языках и прикладных пакетах моделирования, поэтому начать формулировку цели необходимо со слов: «разработать моделирующий

алгоритм» или «реализовать моделирующий алгоритм». Цель исследования формулируется на основе темы курсовой работы, например, если тема курсовой работы «Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов приемной комиссии вуза», то цель данной работы можно сформулировать следующим образом: «реализовать моделирующий алгоритм бизнес-процессов приемной комиссии вуза».

Постановка **задач** исследования по выбранной теме курсовой работы осуществляется согласно поставленной цели. Задачи представляют собой ряд (как правило, четыре или пять) конкретных последовательных этапов достижения поставленной цели.

Курсовая работа должна содержать теоретическую и практическую часть, это должно отражаться и в задачах написания работы. Задачи курсовой работы взаимосвязаны друг с другом, поэтому они располагаются последовательно раскрытию теоретического и практического материала и соответствуют составленному содержанию работы.

Теоретическая и практическая значимость исследования формулируются на основании возможности последующего применения результатов, полученных в курсовой работе.

Основная часть пояснительной записки курсовой работы может иметь двухчастную или трехчастную структуру, т.е. курсовая работа состоит из двух или трех глав, а каждая глава, в свою очередь, из параграфов.

В случае выбора двухчастной структуры курсовой работы рекомендуется придерживаться следующего порядка изложения текста:

1. Математическое обеспечение проектно-конструкторской деятельности.
 - 1.1 Разработка математической модели бизнес-процесса.
 - 1.2. Построение моделирующего алгоритма бизнес-процесса.
2. Программное обеспечение проектно-конструкторской деятельности.
 - 2.1 Реализация моделирующего алгоритма на языке GPSS.
 - 2.2 Реализация моделирующего алгоритма в среде BP Simulator.

2.3 Реализация моделирующего алгоритма в среде AnyLogic.

2.4 Эксперименты на модели.

В случае выбора трехчастной структуры рекомендуется придерживаться следующего порядка изложения текста курсовой работы:

1. Анализ предметной области.

1.1 Разработка математической модели бизнес-процесса.

1.2 Построение моделирующего алгоритма бизнес-процесса.

2. Реализация алгоритма в прикладных пакетах моделирования.

2.1 Реализация моделирующего алгоритма на языке GPSS.

2.2 Реализация моделирующего алгоритма в среде BP Simulator.

2.3 Реализация моделирующего алгоритма в среде AnyLogic.

3. Проведение экспериментов на модели.

В качестве примера приведем структуру курсовой работы по теме «Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов приемной комиссии вуза»:

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Математическое обеспечение проектно-конструкторской деятельности.....	4
1.1. Разработка математической модели бизнес-процесса.....	5
1.2. Построение моделирующего алгоритма бизнес-процессов приемной комиссии вуза.....	10
2 Программное обеспечение проектно-конструкторской деятельности...	16
2.1. Реализация моделирующего алгоритма на языке GPSS.....	16
2.2. Реализация моделирующего алгоритма в среде BP Simulator..	18
2.3. Реализация моделирующего алгоритма в среде AnyLogic	21
2.4. Эксперименты на модели в средах GPSS и AnyLogic.....	25
Заключение.....	30
Список литературы.....	31

Рассмотрим подробнее вопросы, которые необходимо исследовать в основной части курсовой работы.

Первый этап – это анализ предметной области, в состав которого входит исследование бизнес-процесса организации, построение на его основе моделирующего алгоритма и математической модели.

Пример описания предметной области:

В систему поступает поток заявок, подчиняющийся нормальному закону распределения. Заявки принимаются к обслуживанию в порядке очереди (в порядке поступления в систему). Абитуриент уходит без обслуживания в том случае, например, если у него нет с собой необходимых документов, без которых секретарь не имеет права его принять, или набор ЕГЭ не соответствует ни одному направлению из существующих в вузе.

Моделирующий алгоритм следует оформлять в виде блок-схемы в соответствии с ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85)¹.

4. Второй этап имеет практическую направленность, а именно: реализация математической модели бизнес-процесса на языке моделирования и в прикладных пакетах моделирования. Таким образом, на данном этапе обучающемуся необходимо представить результат разработки модели: текст создания модели на языке моделирования и снимки экрана с моделью, построенной в пакетах моделирования. Программная реализация составленного моделирующего алгоритма представляет собой самостоятельную работу студента.

Пример оформления результатов разработки модели на языке GPSS:
Моделирующий алгоритм на языке GPSS для бизнес-процесса подачи заявлений в приемной комиссии вуза для одноканальной системы будет выглядеть следующим образом:

GENERATE ...;

Обучающийся должен привести полное описание алгоритма на языке GPSS, а также отчет, сформированный после запуска имитации. Однако

¹ См. раздел Литература для оформления курсовой работы

необходимо учесть, что стоит рационально подойти к размещению в тексте пояснительной записки фрагментов кода, копировать все полученные во время оптимизации программы в работу не требуется.

Пример оформления результатов разработки модели в прикладных пакетах моделирования: *Первым объектом в визуализации моделирующего алгоритма является объект класса Source, который генерирует заявки определенного типа. В данном случае Source будет моделировать количество абитуриентов, пришедших в вуз за один день. В данном блоке зададим следующий параметр: каждые 10 минут приходит один абитуриент.*

Прикладные пакеты моделирования BP Simulator и AnyLogic представляют собой объектно-ориентированные пакеты, в которых элементы модели визуализированы в виде блоков, поэтому модель, разработанную в каждом из этих пакетов, следует представить в виде снимков экрана.

Выбор конкретных снимков экрана, которые следует показать, осуществляется обучающимся самостоятельно, однако, стоит соблюсти 2 условия:

- наиболее полно продемонстрировать функциональные возможности модели;
- не допустить избыточности информации.

При необходимости обучающийся может проконсультироваться с преподавателем по поводу графического материала. Необходимо представить окна приложений после окончания модельного времени.

5. Третий этап представляет собой исследование реакции модели на изменение ее параметров. Чаще всего варьируют емкость входного буфера многоканальной системы массового обслуживания. Результаты экспериментов следует представлять в виде таблиц для каждого средства моделирования.

6. В заключении обобщаются наблюдения, сделанные во время работы и формулируются основные выводы, отражающие наиболее значимые

результаты работы, предлагаются рекомендации относительно возможностей использования материалов и результатов работы. Кроме того, обучающийся может указать направление дальнейших исследований в рамках развития данной задачи.

При составлении текста пояснительной записки следует помнить, что:

- необходимо избегать логических ошибок, например, нельзя давать одинаковое название курсовой работе и одному из ее параграфов;
- содержание работы необходимо иллюстрировать наглядными материалами: таблицами, рисунками, схемами, графиками и т.п.

3. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПОДГОТОВКЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Для направления подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем (профиль «Программное и математическое обеспечение информационных технологий») в начале пятого семестра кафедра предлагает студентам третьего курса темы курсовых работ по дисциплине «Математическое и программное обеспечение проектно-конструкторской деятельности». Студент может предложить и свою тему, но ее необходимо обосновать, согласовать с руководителем и зарегистрировать на кафедре. Общее руководство и контроль за ходом выполнения курсовой работы осуществляет руководитель курсовой работы.

2. После выбора темы студенту следует встретиться с руководителем курсовой работы для обсуждения задачи. Руководитель выясняет степень подготовленности студента к работе над темой, рекомендует необходимую литературу и дает консультации о порядке выполнения работы. Для самоорганизации студента и своевременного контроля за ходом работы можно составить график ее выполнения.

График выполнения курсовой работы по дисциплине «Математическое и программное обеспечение проектно-конструкторской деятельности» студента (ки) группы _____
шифр группы
ФИО

№ п/п	Этапы работы	Планируема я дата выполнения	Фактическая дата	Отметка научного руководи теля
1	2	3	4	5
1.	Выбор темы, ее регистрация на кафедре, обсуждение целей и задач работы, графика ее выполнения с руководителем курсовой работы. Подбор библиографических источников по теме, согласование с руководителем.			
2.	Подготовка чернового варианта теоретической части работы и			

	представление его руководителю работы. Работа над замечаниями руководителя курсовой работы, исправление недочетов и повторное представление.			
3.	Выполнение практической части работы: разработка моделирующего алгоритма и математической модели задачи. Представление руководителю. Исправление недочетов и повторное представление руководителю.			
4.	Выполнение практической части работы: реализация разработанной модели на языке GPSS и в пакетах BP Simulator и AnyLogic. Представление руководителю завершенной разработки. Исправление недочетов и повторное представление руководителю.			
5.	Подготовка чернового варианта практической части работы и представление его руководителю. Работа над замечаниями руководителя. Написание введения и заключения, оформление библиографического списка, титульного листа работы			
6.	Представление руководителю чернового варианта всей работы. Проверка на некорректные заимствования. Исправление недочетов. Подготовка чистового варианта работы и представление его руководителю.			
7.	Защита курсовой работы			

Руководитель курсовой работы: _____

ФИО

Дата « ____ » _____ 2020 ____

3. После беседы с руководителем студент приступает к подбору литературы, ее анализу и составлению плана работы. Кроме рекомендуемой руководителем литературы, желательно начать поиск дополнительной литературы по данной теме. Изучая литературу, полезно делать необходимые выписки (конспектировать), закладки, заметки.

4. Желательно, чтобы в процессе написания курсовой работы студент периодически встречался с руководителем, показывал ему законченные части работы, обсуждал свои идеи и наработки. Это поможет детализировать процесс написания курсовой работы, предостережет от ложных направлений, даст дополнительный импульс к творческому поиску. Руководитель свои рекомендации по выполнению курсовой работы дает лишь после того, как он убедился, что студент достаточно изучил проблему и понял ее сущность.

5. Опыт показывает, что даже при самом добросовестном отношении студента, первый вариант курсовой работы потребует существенных исправлений и доработки. Перечитав и выправив черновик, студент передает его руководителю курсовой работы, который принимает решение либо о допуске работы к защите, либо о доработке и устранении имеющихся недочетов и ошибок.

6. Чтобы студент мог успешно защитить курсовую работу, он должен хорошо владеть ее содержанием, уметь доказывать и обосновывать полученные результаты.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Объем курсовой работы зависит от темы. Студенту рекомендуется быть максимально кратким, обходиться без повторов, опускать совершенно очевидные выкладки, расчеты и пояснения. Опыт показывает, что объем курсовой работы колеблется в пределах 20-35 страниц машинописного текста.

2. Структурные элементы курсовой работы описаны ранее.

3. Тексты курсовой работы оформляются на одной стороне листа бумаги стандартного размера А4 (210×297 мм). Каждый лист вкладывается в отдельный файл (мультифору). Все файлы должны быть соединены вместе (сшиты в папке – скоросшивателе).

4. Оформлять курсовую работу необходимо в соответствии с Правилами оформления учебных работ студентов².

5. Курсовая работа должна содержать самостоятельные выводы и авторский текст не менее 70%. Проверка на наличие некорректных зависимостей осуществляется руководителем курсовой работы с помощью системы antiplagiat.ru во время предоставления обучающимся на проверку черновой работы. Обучающемуся рекомендуется самостоятельно заранее проверять свою работу по мере написания текста.

² Правила оформления учебных работ студентов : учебно-методическое пособие / И.А. Жибинова, А.Е. Аракелян, О.В. Соколова, Ю.Н. Соина-Кутищева. – Новокузнецк : НФИ КемГУ, 2018. – 124 с. – Текст : непосредственный

5. ОФОРМЛЕНИЕ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО СПИСКА И БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ ССЫЛОК

Особое место среди методов исследования занимают методы изучения литературы по проблеме данной работы. Изучение литературы служит средством изучения истории и причин возникновения проблемы, ее современного состояния. Работа с литературой включает несколько методов.

Укажем наиболее важные из них.

1. Составление библиографии, то есть списка литературы, использованной автором при написании курсовой работы.
2. Реферирование - сжатое изложение основного содержания одной или нескольких работ по общей теме.
3. Конспектирование - детальное изложение главных положений и концептуальных идей работы.
4. Аннотирование - краткое, предельно сжатое изложение основного содержания литературных источников.
5. Цитирование - дословная запись высказываний, выражений автора, а также приведение в тексте курсовой работы фактических и статистических данных, содержащихся в литературных источниках.

Еще одно правило работы с литературой - использование библиографического списка в тексте работы: источник, внесенный в список, хотя бы один раз должен быть назван в тексте. И, наоборот, любой источник, на который автор ссылается в тексте работы, должен быть внесен в библиографический список.

При написании курсовой работы наиболее приемлемым является алфавитный способ группировки материалов, включенных в список использованных источников. Используемые источники при этом располагаются в общем алфавитном порядке фамилий авторов или заглавий книг, статей (если автор не указан).

Обращаясь к цитированию, необходимо соблюдать следующие правила:

нельзя вырывать фразы из текста; искажать его произвольными сокращениями; цитату необходимо брать в кавычки и т.п. Следует также обратить внимание на точное указание источников цитат.

Ссылки на использованную литературу в тексте указываются в квадратных скобках порядковым номером по списку источников, например, [23]. Если автор делает ссылку сразу на несколько источников, то в скобках через запятую указываются их номера в списке, например, [23, 25, 38]. Если автор приводит цитату из первоисточника, то в скобках после номера источника обязательно указывается страница, например, [34. С. 216].

Список литературы оформляется в соответствии с требованиями **ГОСТ Р 7.0.100-2018**.

*Примеры библиографического описания информационных источников
по ГОСТ Р 7.0.100-2018*

электронные издания:

1. Золотов, С.Ю. Проектирование информационных систем: учебное пособие / С.Ю. Золотов. – Томск : Эль Контент, 2013. – 88 с. – ISBN 978-5-4332-0083-8. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=208706 (дата обращения: 14.01.2019). – Текст : электронный.

2. Мамонова В.Г. Моделирование бизнес-процессов: учебное пособие / В.Г. Мамонова, Н.Д. Ганелина, Н.В. Мамонова. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2012. – 43 с. – ISBN 978-5-7782-2016-4. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=228975 (дата обращения: 14.01.2019). – Текст : электронный.

сайты в сети «Интернет»:

CITForum.ru : on-line библиотека свободно доступных материалов по информационным технологиям на русском языке : сайт. – 2001 – URL: <http://citforum.ru> (дата обращения: 22.03.2020). – Текст: электронный.

eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва,

2000 - . – URL: <http://www.elibrary.ru> (дата обращения: 22.03.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользвателей. – Текст: электронный.

Единое окно доступа к образовательным ресурсам : сайт. – Москва, 2005 - . – URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 22.03.2020). –Текст: электронный.

Курсовая работа с неправильно или небрежно оформленным библиографическим списком к защите не допускается.

6. ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Курсовая работа должна быть защищена не позднее начала экзаменационной сессии.

2. Руководитель курсовой работы, ознакомившись с окончательным вариантом курсовой работы, принимает решение о допуске к защите курсовой работы.

3. Во время защиты обучающийся кратко (3 - 5 минут) докладывает основные результаты своей работы, сопровождая результат наглядным материалом (презентация), а затем отвечает на вопросы преподавателя.

В докладе обучающийся озвучивает цель и задачи исследования; используемые при разработке алгоритмические и программные решения; основные результаты разработки; выводы по работе.

4. Преподаватель оценивает, насколько успешно достигнута цель и решены задачи, поставленные в курсовой работе; качество доклада и ответов на вопросы; степень самостоятельности студента при выполнении исследования (анализе предметной области, разработке моделирующего алгоритма и математической модели задачи); полнота проведенной работы (реализация математической модели на языках и в прикладных пакетах моделирования). Отметка за курсовую работу выставляется согласно приведенной в методических указаниях балльно-рейтинговой системе и таблице перевода баллов в буквенный эквивалент.

5. После этого руководитель курсовой работы заносит отметку в зачетную книжку студента и в соответствующую ведомость.

Курсовая работа хранится на кафедре вплоть до завершения студентом учебы в университете.

7. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ В БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ

Баллы по курсовой работе выставляются обучающемуся за два вида деятельности:

- выполнение исследования и оформление пояснительной записки (80 баллов) (таблица 1);
- защита курсовой работы (20 баллов) (таблица 2).

Таблица 1 – Распределение баллов по этапам выполнения исследования

Этапы выполнения исследования	Оценка в аттестации	Баллы
Этап 1. Анализ предметной области. 1.1 Разработка математической модели бизнес-процесса 1.2 Построение моделирующего алгоритма бизнес-процесса	Баллы за этап 1.1: 7 баллов (составлена математическая модель, описывающая бизнес-процесс; выбраны необходимые параметры, характеризующие предметную область; сделаны выводы; недочетов в работе нет, или они не критичны) 8 баллов (самостоятельно составлена математическая модель бизнес-процесса; выбраны необходимые параметры, характеризующие предметную область; выводы корректны, но не полны) 10 баллов (самостоятельно составлена математическая модель бизнес-процесса; выбраны необходимые параметры, характеризующие предметную область; выполнен расчет параметров эффективности модели; сделаны корректные выводы) Баллы за этап 1.2: 7 баллов (построена структура моделирующего алгоритма) 8 баллов (самостоятельно построен моделирующий алгоритм, соответствующий предметной области, имеются некоторые неточности, или недочеты) 10 баллов (самостоятельно построен	14-20

	моделирующий алгоритм, соответствующий предметной области)	
Этап 2. Реализация алгоритма в прикладных пакетах моделирования 2.1 Реализация моделирующего алгоритма на языке GPSS 2.2 Реализация моделирующего алгоритма в среде BP Simulator 2.3 Реализация моделирующего алгоритма в среде AnyLogic	Баллы за этап 2.1: 5 баллов (моделирующий алгоритм реализован на языке GPSS не в полном объеме (не все блоки алгоритма реализованы)) 7 баллов (моделирующий алгоритм реализован на языке GPSS самостоятельно и в полном объеме, но наблюдаются некоторые неточности или недочеты) 10 баллов (моделирующий алгоритм реализован на языке GPSS самостоятельно и в полном объеме) Баллы за этап 2.2: 9 баллов (моделирующий алгоритм реализован в пакете BP Simulator не в полном объеме (не все блоки алгоритма реализованы)) 12 баллов (моделирующий алгоритм реализован в пакете BP Simulator самостоятельно и в полном объеме, но наблюдаются некоторые неточности или недочеты) 15 баллов (моделирующий алгоритм реализован в пакете BP Simulator самостоятельно и в полном объеме) Баллы за этап 2.3: 9 баллов (моделирующий алгоритм реализован в пакете AnyLogic не в полном объеме (не все блоки алгоритма реализованы)) 12 баллов (моделирующий алгоритм реализован в пакете AnyLogic самостоятельно и в полном объеме, но наблюдаются некоторые неточности или недочеты) 15 баллов (моделирующий алгоритм реализован в пакете AnyLogic самостоятельно и в полном объеме)	23-40
Этап 3. Проведение экспериментов на	Баллы за этап 3: 14 баллов (проведены эксперименты хотя бы на	14-20

модели	одной модели) 17 баллов (проведены эксперименты на двух моделях) 20 баллов (проведены эксперименты на трех моделях)	
Итого за выполнение курсовой работы		51-80

Таблица 2 – Распределение баллов за защиту курсовой работы

Виды и результаты учебной работы	Оценка в аттестации	Баллы
Устное выступление об основных результатах, полученных во время выполнения курсовой работы (5-7 минут)	6 баллов – пороговое значение; 10 баллов – максимальное значение.	6 - 10
Сопровождение устного выступления наглядным материалом (презентация)	2 балла – пороговое значение; 5 баллов – максимальное значение.	2 - 5
Ответы на вопросы по теме курсовой работы	2 балла – пороговое значение; 5 баллов – максимальное значение.	2 - 5
Итого по промежуточной аттестации (защита курсовой работы)		10-20

Набранные обучающимся баллы переводятся в оценку и буквенный эквивалент согласно Положению о балльно-рейтинговой системе оценки деятельности студентов КемГУ от 30.12.2016г. (таблица 3).

Таблица 3 - Перевод баллов из 100-балльной шкалы в числовой и буквенный эквивалент

Сумма баллов для дисциплины	Оценка	Буквенный эквивалент
86 - 100	5	отлично
66 - 85	4	хорошо
51 - 65	3	удовлетворительно
0 - 50	2	неудовлетворительно

8. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная учебная литература

3. Золотов, С.Ю. Проектирование информационных систем: учебное пособие / С.Ю. Золотов. – Томск : Эль Контент, 2013. – 88 с. – ISBN 978-5-4332-0083-8. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=208706 (дата обращения: 14.01.2019). – Текст : электронный.

4. Мамонова В.Г. Моделирование бизнес-процессов: учебное пособие / В.Г. Мамонова, Н.Д. Ганелина, Н.В. Мамонова. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2012. – 43 с. – ISBN 978-5-7782-2016-4. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=228975 (дата обращения: 14.01.2019). – Текст : электронный.

Дополнительная литература

1. Афонин В.В. Моделирование систем: учебно-практическое пособие / В.В. Афонин. – Москва : Интернет-университет Информационных технологий : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 232 с. – ISBN 978-5-9963-0352-6.- URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=232979. - (дата обращения: 22.03.2020). – Текст : электронный.

2. Салмина Н.Ю. Имитационное моделирование: учебное пособие / Н.Ю. Салмина. – Томск : ФГБОУ ВПО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», 2015. – 118 с. –URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=480901 (дата обращения: 14.01.2019). – Текст : электронный.

Литература для оформления курсовой работы

1. Правила оформления учебных работ студентов : учебно-методическое пособие / И.А. Жибинова, А.Е. Аракелян, О.В. Соколова, Ю.Н. Соина-Кутищева. – Новокузнецк : НФИ КемГУ, 2018. – 124 с. – Текст : непосредственный.

2. ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85) Единая система программной документации (ЕСПД). Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен впервые : дата введения 1992-01-01 / Москва Стандартинформ, 2010 – 158 с. – Текст: непосредственный.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

CITForum.ru : on-line библиотека свободно доступных материалов по информационным технологиям на русском языке : сайт. – 2001 – URL: <http://citforum.ru> (дата обращения: 22.03.2020). – Текст: электронный.

eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 - . – URL: <http://www.elibrary.ru> (дата обращения: 22.03.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

Единое окно доступа к образовательным ресурсам : сайт. – Москва, 2005 - . – URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 22.03.2020). –Текст: электронный.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Титульный лист
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Новокузнецкий институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Кемеровский государственный университет»

Факультет информатики, математики и экономики
Кафедра математики, физики и математического моделирования

Иванов Иван Иванович
гр. МОАИСа-17-1

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ
БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРИЕМНОЙ КОМИССИИ ВУЗА

Курсовая работа
по дисциплине «Математическое и программное обеспечение проектно-конструкторской
деятельности»

по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование
информационных систем
направленность (профиль) подготовки «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Проверил:
канд. техн. наук, доцент
Е.В. Решетникова

Общий балл: _____

Оценка: _____

_____ подпись

« ____ » _____ 20 ____ г.

Новокузнецк 20 _____

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Задание на курсовую работу

**Новокузнецкий институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Кемеровский государственный университет»**

Факультет информатики, математики и экономики

Кафедра математики, физики и математического моделирования

УТВЕРЖДАЮ

заведующий кафедрой

_____ Е.В. Решетникова

« ____ » _____

ЗАДАНИЕ

на курсовую работу

студенту гр. МОАИСа-17-1 Иванову Ивану Ивановичу

1. Тема курсовой работы «Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов приемной комиссии вуза» утверждена распоряжением декана _____.

2. Исходные данные: печатные и электронные учебные издания, ресурсы сети интернет.

Содержание работы (перечень подлежащих разработке вопросов):

Подобрать и проанализировать научную литературу по теме «Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов приемной комиссии вуза»; исследовать предметную область; построить моделирующий алгоритм; реализовать моделирующий алгоритм с помощью языка моделирования GPSS, прикладных пакетов моделирования BP Simulator и AnyLogic; провести эксперименты на разработанных моделях.

3. Задание выдано: « ____ » _____ 20 ____ г.

4. Срок сдачи курсовой работы: « ____ » _____ 20 ____ г.

Руководитель канд. техн. наук, доцент _____ Е.В. Решетникова

Студент гр. МОАИСа-17-1 _____ И.И. Иванов

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Образец введения курсовой работы

Тема: Математическое и программное обеспечение моделирования
бизнес-процессов приемной комиссии вуза

Введение

Актуальность исследования

Во многих областях практической деятельности человек сталкивается с необходимостью пребывания в состоянии ожидания, например, в крупных аэропортах, на складах снабженческо-сбытовых организаций, в магазине, при подаче документов в вуз и так далее. Изучением таких ситуаций занимается теория массового обслуживания. Одной из характеристик обслуживающей системы является время пребывания требования в очереди. Это время можно сократить за счет увеличения количества обслуживающих устройств. Однако каждое дополнительное устройство требует определенных материальных затрат, при этом увеличивается время бездействия обслуживающего устройства из-за отсутствия требований на обслуживание, что также является негативным явлением. Следовательно, в теории СМО возникают задачи оптимизации: каким образом достичь определенного уровня обслуживания (максимального сокращения очереди или потерь требований) при минимальных затратах, связанных с простоем обслуживающих устройств.

На основании вышеизложенного можно считать актуальной задачу разработки моделирующего алгоритма бизнес-процессов приемной комиссии вуза и его реализации с применением языков и прикладных пакетов моделирования.

Цель исследования: реализовать моделирующий алгоритм бизнес-процессов приемной комиссии вуза.

Задачи исследования:

1. анализ предметной области решения задачи;
2. построение моделирующего алгоритма бизнес-процесса;

3. реализация моделирующего алгоритма в пакетах BP Simulator и AnyLogic;
4. реализация моделирующего алгоритма на языке GPSS;
5. проведение экспериментов на разработанных моделях.

Теоретическая значимость исследования заключается в сборе и систематизации сведений о предметной области, анализе полученных данных.

Практическая значимость исследования заключается в том, что выводы и результаты курсовой работы (разработанный моделирующий алгоритм, модель и результаты экспериментов) могут быть использованы на практике при решении аналогичных задач.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Примерные темы курсовых работ по дисциплине «Математическое и программное обеспечение проектно-конструкторской деятельности»

1. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов приемной комиссии вуза.
2. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов страховой компании.
3. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов службы доставки.
4. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов железнодорожного вокзала.
5. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов центра дополнительного образования.
6. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов стоматологической клиники.
7. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов библиотеки.
8. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов продуктового магазина.
9. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов спортивного клуба.
10. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов микрофинансовой организации, занимающейся выдачей кредитов.
11. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов рекламного агентства.
12. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов онлайн-сервиса продажи билетов.
13. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов парикмахерской.

14. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов розничного магазина по продаже одежды.
15. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов аэропорта.
16. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов обувного магазина.
17. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов охранного предприятия.
18. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов турагентства.
19. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов магазина музыкальных товаров.
20. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов кинотеатра.
21. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов ресторана.
22. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов составления расписания.
23. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов агентства недвижимости.
24. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов компании по производству пластиковых окон.
25. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов гостиницы.
26. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов почтового отделения.
27. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов базы отдыха.
28. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов автосервиса.

29. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов книжного магазина.

30. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов салона красоты.

31. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов детективного агентства.

32. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов троллейбусного депо.

33. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов магазина бытовой техники.

34. Математическое и программное обеспечение моделирования бизнес-процессов пиццерии.