

МИНОБРНАУКИ РОССИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Российский государственный гуманитарный университет"
(ФГАОУ ВО "РГГУ")

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И БЕЗОПАСНОСТИ

Кафедра информационных технологий и систем

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ В ЗАДАЧАХ ЦИФРОВОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика

Информационно-коммуникационные технологии цифровой трансформации

Уровень квалификации выпускника бакалавр

Форма обучения *очная*

РПД адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями
здоровья и инвалидов

Москва 2026

Моделирование и оптимизация в задачах цифровой трансформации

Рабочая программа дисциплины

Составитель: Надеждин Е.Н., д.т.н., проф.

Ответственный редактор

Ответственный редактор: Шукенбаева Н.Ш., к.с.-х.н., доц.

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания

кафедры информационных технологий и систем РГГУ

№ 5 от 11.12.2025 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Пояснительная записка.....	4
1.1. Цель и задачи дисциплины.....	4
1.2. Формируемые компетенции, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине.....	4
1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
2. Структура дисциплины.....	5
3. Содержание дисциплины.....	6
4. Образовательные технологии.....	9
5. Оценка планируемых результатов обучения.....	11
5.1. Система оценивания.....	11
5.2. Критерии выставления оценки по дисциплине.....	12
5.3. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	14
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	18
6.1. Список источников и литературы.....	18
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....	20
6.3. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы.....	20
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	20
8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	21
9. Методические материалы.....	22
9.1. Планы практических занятий.....	22
9.2. Методические рекомендации по подготовке письменных работ.....	30
9.3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	30
Приложения.....	31
Приложение 1. Аннотация дисциплины.....	31

1. Пояснительная записка

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цели дисциплины «Моделирование и оптимизация в задачах цифровой трансформации»:

- дать комплексное представление студентам о методических подходах к исследованию экономических систем и бизнес-процессов на базе методов математического моделирования и оптимизации;
- познакомить с основными типами задач исследования операций и методами их применения, с основными алгоритмами операционного моделирования и оптимизации информационных систем и бизнес-процессов;
- дать общее представление о математических моделях и современных методах анализа и оптимизационных подходах к решению прикладных задач профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- научить студентов эффективно использовать методы и алгоритмы математического моделирования; обоснованно выбирать рациональный способ решения прикладных задач;
- сформировать умения выполнять формализацию задач профессиональной деятельности с учетом известных методов и инструментальных средств моделирования и оптимизации сложных систем и бизнес-процессов;
- сформировать навыки анализировать, моделировать и оптимизировать прикладные и информационные процессы в интересах выполнения задач профессиональной деятельности;
- способствовать приобретению, обобщению и использованию опыта имитационного моделирования и оптимизации для принятия обоснованных решений, относящихся к проектированию и эксплуатации бизнес-систем и инновационных информационных технологий.

1.2. Формируемые компетенции, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
ПК-5 Способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область	ПК-5.1 Знает структуру и состав работ по анализу предметных областей и моделированию прикладных (бизнес) процессов информационный системы	Знать типовые модели исследования операций; основные методы решения экстремальных задач; элементы выпуклого анализа; численные методы математического программирования, классические методы анализа и синтеза стационарных линейных систем, методы пространства состояний.
	ПК-5.2 Умеет проводить анализ предметных областей, моделировать прикладные (бизнес) процессы информационный системы	Уметь выбирать адекватный метод оптимизации, определять его параметры; использовать стандартные программы для решения задач нелинейной оптимизации; сводить задачи многокритериальной оптимизации и задачи поиска области работоспособности к задачам оптимизации, выбирать конкретные методы для анализа и синтеза для решения прикладной задачи.
	ПК-5.3 Владеет навыками анализа предметных областей,	Владеть оптимизационным подходом при решении прикладных задач моделирования прикладных (бизнес) процессов

	моделирования прикладных (бизнес) процессов информационной системы	информационный системы, информационными технологиями при решении задач данного курса.
ПК-8 Способен принимать участие в организации ИТ-инфраструктуры и управления информационной безопасностью	ПК-8.1 Знает способы организации ИТ-инфраструктуры, методы и приемы управления информационной безопасностью	Знать типовые методы оптимизации, используемые при изучении моделей исследования операций; примеры эффективно разрешимых подклассов задач исследования операций.
	ПК-8.2 Умеет организовывать ИТ-инфраструктуру предприятия и процессы управления информационной безопасностью	Уметь формализовать задачи организации ИТ-инфраструктуры предприятия типовыми моделями исследования операций в виде задач математического программирования, обосновывать оценки качества используемых алгоритмов решения; сводить прикладные задачи к задачам оптимизации.
	ПК-8.3 Владеет навыками организации ИТ-инфраструктуры и управления информационной безопасностью	Владеть методами сведения прикладных задач к задачам оптимизации; современными алгоритмами решения задач оптимизации, навыками формализации прикладных задач.

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.06 «Моделирование и оптимизация в задачах цифровой трансформации» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 учебного плана по направлению подготовки «Прикладная информатика».

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и владения, сформированные в ходе изучения следующих дисциплин (модулей): «Математика», «Теория информационных процессов и систем», «Автоматизация вычислений в задачах информатизации и цифровой трансформации».

В результате освоения дисциплины формируются знания, умения и владения, необходимые для изучения следующих дисциплин: «Управление информационными системами», «Проектный практикум», преддипломная практика.

2. Структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 академических часов.

Структура дисциплины для очной формы обучения

Объем дисциплины в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Семестр	Тип учебных занятий	Количество часов
---------	---------------------	------------------

6	Лекции	18
	Практические занятия	24
	Самостоятельная работа	66
	Контроль	-
7	Лекции	18
	Практические занятия	24
	Самостоятельная работа	48
	Контроль	18
Всего:		216

Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся составляет 114 академических часов, контроль 18.

3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Моделирование информационных процессов и систем

Тема 1. Основы теории моделирования сложных систем

Краткая характеристика дисциплины, ее цели, задачи, объем, содержание, порядок изучения материала, связи с другими дисциплинами учебного плана и место в подготовке специалистов по направлениям подготовки.

Базовые понятия и принципы системного подхода. Понятие «система». Системный подход в современной науке. Признаки сложной системы. Информационная система как объект исследования. Особенности формализации задач исследования информационных систем и процессов.

Моделирование как метод научного познания. Сущность процесса моделирования. Основные понятия теории моделирования. История развития теории моделирования. Понятие «модель». Уровни абстракции модели. Модели процессов и систем. Классификация моделей. Математические модели. Этапы математического моделирования сложных систем и их содержание. Общие и специальные требования к математическим моделям. Базовые математические схемы и их характеристика. Примеры использования математических схем в задачах исследования информационных систем и процессов.

Тема 2. Методы функционального моделирования информационных систем

Принципы структурного подхода к моделированию информационных систем. Функциональные модели информационных систем. Задачи функционального моделирования бизнес-процессов. Особенности предварительной обработки исходных данных для функционального моделирования. Методика функционального моделирования в нотации IDEF0. Контекстная диаграмма. Диаграммы 1-го и 2-го уровней иерархии. Методика функционального моделирования в нотации DFD. Анализ информационного процесса на основе DFD.

Детерминированные непрерывные и дискретные модели технических систем. Методика параметризации и программной реализации моделей функционирования технических систем в вычислительной среде MathCad. Обработка и визуализация результатов моделирования.

Имитационные модели. Сущность и вычислительная схема метода статистических испытаний. Теоретические основы метода статистических испытаний. Статистическая обработка и представление результатов имитационного моделирования.

Стохастические модели. Случайный поток событий. Простейший поток событий и его свойства. Основы теории марковских случайных процессов. Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности состояний. Методика моделирования сложных систем на основе марковских случайных процессов. Формальное представление информационных процессов с

помощью аппарата марковских сетей. Общие сведения о системах массового обслуживания. Классификация и основные характеристики систем массового обслуживания.

Тема 3. Объектно-ориентированная методология анализа и моделирования информационных систем

Принципы объектно-ориентированного подхода к моделированию. Унифицированный язык объектного моделирования UML. Семантика и синтаксис языка UML. Диаграммы языка UML. Статические и динамические диаграммы.

Диаграмма классов. Методика построения и анализа диаграммы классов.

Диаграммы взаимодействия. Методика построения и анализа диаграммы последовательности.

Примеры использования диаграмм языка UML в задачах моделирования и анализа информационных систем.

Тема 4. Современные методы и средства имитационного моделирования информационных систем

Сущность метода событийного моделирования. Сети Петри и их расширения. Классификация сетей Петри. Методика представления параллельных процессов в нотации временной сети Петри. Технология разработки и анализа моделей с использованием инструментария сетей Петри.

Основные понятия агентного моделирования. Сущность многоагентного моделирования поведения сложных систем. Основные принципы многоагентного моделирования.

Классификация языков и средств имитационного моделирования. Проверка адекватности имитационной модели. Верификация имитационной модели. Оценка устойчивости результатов моделирования.

Имитационное моделирование информационных систем в среде AnyLogic. Единая платформа для подходов дискретно-событийного и непрерывного моделирования. Блок-схемы процессов, системная динамика, агентное моделирование, карты состояний. Особенности разработки и реализации дискретно-событийных моделей в среде AnyLogic. Реализация динамических моделей в среде AnyLogic.

Раздел 2. Методы оптимизации информационных систем и процессов

Тема 5. Основы теории математического программирования

Процесс принятия решений. Проблемная ситуация. Условия и факторы, определяющие эффективность принимаемого решения. Целевая функция и формы её представления. Оптимальные решения. Задачи принятия оптимальных решений. Сущность и эволюция методов математического программирования. Термины и определения математического программирования. Основные положения теории математического программирования. Формальная постановка задачи математического программирования. Классификация методов математического программирования. Общая характеристика методов математического программирования. Области применения методов математического программирования.

Тема 6. Методы линейного программирования

Общая задача линейного программирования. Примеры задач линейного программирования. Теоретические основы методов линейного программирования. Выпуклые множества в n-мерном пространстве. Свойства классической задачи линейного программирования.

Геометрический метод решения задач линейного программирования. Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Геометрическая интерпретация симплексного метода. Отыскание максимума и минимума линейной функции. Определение первоначального допустимого базисного решения. Симплексные таблицы.

Двойственные задачи линейного программирования.

Экономическая интерпретация задачи, двойственной задаче об использовании ресурсов. Взаимно двойственные задачи линейного программирования и их свойства. Первая и вторая теоремы двойственности. Объективно обусловленные оценки и их смысл.

Транспортная задача. Экономико-математическая модель транспортной задачи. Нахождение первоначального базисного распределения поставок. Критерий оптимальности базисного распределения поставок. Распределительный метод решения транспортной задачи. Открытая модель транспортной задачи. Метод потенциалов.

Тема 7. Методы нелинейного программирования

Общая модель задачи нелинейного программирования. Классификация и особенности методов нелинейного программирования. Задача нелинейного программирования при условиях неотрицательности. Теорема Куна-Таккера. Геометрический способ решения задач нелинейного программирования. Классические методы определения экстремумов. Метод множителей Лагранжа. Интерпретация множителей Лагранжа. Производная по направлению и градиент. Методы безусловной и условной оптимизации.

Выпуклые функции. Задача выпуклого программирования. Приближенное решение задач выпуклого программирования методом кусочно-линейной аппроксимации. Методы спуска. Метод градиента. Приближенное решение задач выпуклого программирования градиентным методом. Метод сопряженных градиентов. Метод случайного поиска.

Многоэкстремальные задачи. Физическая интерпретация многоэкстремальных задач. Методы поиска глобального экстремума.

Тема 8. Методы дискретного программирования

Постановка задачи дискретного программирования. Особенности дискретных экстремальных задач. Классификация и общая характеристика методов решения целочисленных задач. Точные и приближенные методы целочисленного программирования. Принцип отсечений. Алгоритм Гомори.

Метод ветвей и границ. Примеры использования метода ветвей и границ в задачах поиска оптимальных решений.

Метод вектора спада. Сущность и особенности применения метода в прикладных экстремальных задачах.

Метод динамического программирования и его модификации. Функция Беллмана. Особенности динамического программирования как метода решения задач поиска оптимальных решений.

Перспективные технологии оптимизации информационных процессов с применением методов искусственного интеллекта. Генетические алгоритмы в задачах решения экстремальных задач.

Тема 9. Прикладные задачи математического программирования

Общие принципы формализации прикладных задач, связанных с разработкой информационных систем и технологий. Комбинаторные задачи дискретной оптимизации и их особенности.

Транспортная задача открытого типа. Алгоритм решения задачи симплекс-методом.

Задача по оптимизации плана распределения ресурсов. Математическая модель задачи. Алгоритм решения задачи на основе метода динамического программирования.

Задача о комплектации оборудования. Преобразование постановки прикладной задачи к типовой задаче о рюкзаке. Математическая модель задачи. Алгоритм решения задачи на основе метода ветвей и границ.

Задача о назначениях. Математическая модель задачи. Алгоритм решения задачи на основе метода ветвей и границ.

Задача о поиске кратчайшего пути. Математическая постановка задачи. Выбор метода численного решения. Особенности интерпретации результатов решения.

Задача о замене оборудования. Постановка задачи и методы решения.

4. Образовательные технологии

№ п/п	Наименование темы	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	Тема 1. Основы теории моделирования сложных систем	Лекция	Вводная лекция с применением электронной презентации
		Практическое занятие	Решение задач с использованием надстройки Excel – Поиск решения, специализированного ПО – MathCAD, MATLAB. Групповые занятия. Работа в команде, мозговой штурм.
		Самостоятельная работа	Подготовка к занятиям на основе методических рекомендаций преподавателя с использованием ЭБС.
2	Тема 2. Методы функционального моделирования информационных систем	Лекции	Лекции с применением электронной презентации
		Практическое занятие	Выполнение индивидуальных заданий на основе методических рекомендаций с использованием надстройки MS Excel, специализированного ПО – AnyLogic, MathCAD, MATLAB. Групповые занятия.
		Самостоятельная работа	Подготовка к занятиям на основе методических рекомендаций преподавателя с использованием ЭБС.
3	Тема 3. Объектно-ориентированная методология анализа и моделирования информационных систем	Лекции	Лекции с применением электронной презентации
		Практическое занятие	Выполнение индивидуальных заданий на основе методических рекомендаций с использованием надстройки MS Excel, специализированного ПО – AnyLogic, MathCAD, MATLAB. Групповые занятия.
		Самостоятельная работа	Подготовка к занятиям на основе методических рекомендаций преподавателя с использованием ЭБС.
4	Тема 4. Современные методы и средства имитационного моделирования информационных систем	Лекции	Лекции с применением электронной презентации
		Практическое занятие	Выполнение индивидуальных заданий на основе методических рекомендаций с использованием надстройки MS Excel, специализированного ПО – AnyLogic, MathCAD, MATLAB. Групповые занятия.
		Самостоятельная работа	Подготовка к занятиям на основе методических рекомендаций преподавателя с использованием ЭБС.
5	Тема 5. Основы теории математического программирования	Лекции	Лекции с применением электронной презентации
		Практическое занятие	Выполнение индивидуальных заданий на основе методических рекомендаций с использованием надстройки MS Excel, специализированного ПО – AnyLogic, MathCAD, MATLAB. Групповые занятия.

		Самостоятельная работа	Подготовка к занятиям на основе методических рекомендаций преподавателя с использованием ЭБС.
6	Тема 6. Методы линейного программирования	Лекции	Лекции с применением электронной презентации
		Практическое занятие	Выполнение индивидуальных заданий на основе методических рекомендаций с использованием надстройки MS Excel, специализированного ПО – AnyLogic, MathCAD, MATLAB. Групповые занятия.
		Самостоятельная работа	Подготовка к занятиям на основе методических рекомендаций преподавателя с использованием ЭБС.
7	Тема 7. Методы нелинейного программирования	Лекции	Лекции с применением электронной презентации
		Практическое занятие	Выполнение индивидуальных заданий на основе методических рекомендаций с использованием надстройки MS Excel, специализированного ПО – AnyLogic, MathCAD, MATLAB. Групповые занятия.
		Самостоятельная работа	Подготовка к занятиям на основе методических рекомендаций преподавателя с использованием ЭБС.
8	Тема 8. Методы дискретного программирования	Лекции	Лекции с применением электронной презентации
		Практическое занятие	Выполнение индивидуальных заданий на основе методических рекомендаций с использованием надстройки MS Excel, специализированного ПО – AnyLogic, MathCAD, MATLAB. Групповые занятия.
		Самостоятельная работа	Подготовка к занятиям на основе методических рекомендаций преподавателя с использованием ЭБС.
9	Тема 9. Прикладные задачи математического программирования	Лекции	Лекции с применением электронной презентации
		Практическое занятие	Выполнение индивидуальных заданий на основе методических рекомендаций с использованием надстройки MS Excel, специализированного ПО – AnyLogic, MathCAD, MATLAB. Групповые занятия.
		Самостоятельная работа	Подготовка к занятиям на основе методических рекомендаций преподавателя с использованием ЭБС.

5. Оценка планируемых результатов обучения

5.1. Система оценивания

Форма контроля	Срок отчетности	Макс. Количество баллов	
		За одну работу	Всего
Текущий контроль:			
- выполнение заданий по темам №1-4	2,3,4,5,6 недели семестра 6	2...5 баллов	40 баллов
- электронное тестирование по разделу 1 (темы №1-4)			20 баллов
			60 баллов
Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)			40 баллов
Итого за семестр 6			100 баллов
- выполнение заданий по темам №5-9	2,3,4,5,6 недели семестра 7	6...12 баллов	
Промежуточная аттестация (экзамен)	Сессия		40 баллов
Итого за семестр 7			100 баллов

Форма контроля	Макс. Количество баллов	
	За одну работу	Всего
Семестр 6		
Текущий контроль:		
- Практическое занятие №1	2 балла	
- Практическое занятие №2	3 балла	
- Практическое занятие №3	5 балла	
- Практическое занятие №4	5 балла	
- Практическое занятие №5	5 балла	
- Практическое занятие №6	5 балла	
- Практическое занятие №7	5 балла	
- Практическое занятие №8	5 балла	
- Практическое занятие №9	5 балла	
- Практическое занятие №10 (электронное тестирование)	20 баллов	
		60 баллов
Промежуточная аттестация: Зачет с оценкой		40 баллов
Семестр 7		
Текущий контроль:		
- Практическое занятие №11	6 баллов	
- Практическое занятие №12	6 баллов	
- Практическое занятие №13	6 баллов	
- Практическое занятие №14	6 баллов	
- Практическое занятие №15	6 баллов	
- Практическое занятие №16	6 баллов	
- Практическое занятие №17	12 баллов	
- Практическое занятие №18	6 баллов	

- Практическое занятие №19	6 баллов	
		60 баллов
Промежуточная аттестация: Экзамен		40 баллов
Итого за семестр		100 баллов

Положительные оценки выставляется обучающемуся, набравшему не менее 50 баллов в результате суммирования баллов, полученных при текущем контроле и промежуточной аттестации. Полученный совокупный результат (максимум 100 баллов) конвертируется в традиционную шкалу оценок и в шкалу оценок Европейской системы переноса и накопления кредитов (European Credit Transfer System; далее – ECTS) в соответствии с таблицей:

Шкала оценки освоения курса

100-балльная шкала	Традиционная шкала		Шкала ECTS
95 – 100	отлично	зачтено	A
83 – 94			B
68 – 82	хорошо		C
56 – 67	удовлетворительно		D
50 – 55		E	
20 – 49	неудовлетворительно	не зачтено	FX
0 – 19			F

5.2. Критерии выставления оценки по дисциплине

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
100-83/ A,B	«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, может продемонстрировать это на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения. Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «высокий».
82-68/ C	«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, если он знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его на занятиях и в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей. Обучающийся правильно применяет теоретические

		<p>положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.</p> <p>Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «хороший».</p>
67-50/ D,E	«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами.</p> <p>Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «достаточный».</p>
49-0/ F,FX	«неудовлетворительно»/ не зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, если он не знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.</p> <p>Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции на уровне «достаточный», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>

Текущий контроль

При оценивании устного опроса учитываются:

- степень раскрытия содержания материала;
- изложение материала (грамотность речи, точность использования терминологии и символики, логическая последовательность изложения материала);

- знание теории изученных вопросов, сформированность и устойчивость используемых при ответе умений и навыков.

Критерии оценивания следующие.

Отлично – студент способен обобщить материал, сделать собственные выводы, выразить свое мнение, привести иллюстрирующие примеры.

Хорошо – ответы студента правильные, но неполные. Не приведены иллюстрирующие примеры, обобщающее мнение студента недостаточно четко выражено.

Удовлетворительно – ответы правильные в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, отсутствует собственное мнение студента, есть ошибки в деталях.

Неудовлетворительно – в ответах студента существенные ошибки в основных аспектах темы.

При оценивании защиты отчета по практической работе учитываются:

- задание выполнено не полностью и/или допущены две и более ошибки или три и более неточности – 1 балл;

- обоснованность содержания и выводов работы (задание выполнено полностью, но обоснование содержания и выводов недостаточны, рассуждения верны) – 2 балла;

- работа выполнена полностью в соответствии с заданием, в обосновании и выводах нет ошибок, возможна одна неточность -от 3-х баллов.

Промежуточная аттестация (семестр 6 – зачет с оценкой; семестр 7 – экзамен)

При проведении промежуточной аттестации студент должен ответить на 2 вопроса теоретического характера.

При оценивании ответа на вопрос теоретического характера учитывается:

- теоретическое содержание не освоено, знание материала носит фрагментарный характер, наличие грубых ошибок в ответе (1-5 баллов);

- теоретическое содержание освоено частично, допущено не более двух-трех недочетов (6-10 баллов);

- теоретическое содержание освоено почти полностью, допущено не более одного-двух недочетов, но обучающийся смог бы их исправить самостоятельно (11-15 баллов);

- теоретическое содержание освоено полностью, ответ построен по собственному плану (16-20 баллов).

5.3. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Примерные тесты для промежуточной аттестации по разделу 1

05. Упорядочьте этапы, через которые, как правило, проходит любое операционное исследование:

- постановка задачи
- построение содержательной (вербальной) модели рассматриваемого объекта (процесса)
- построение математической модели
- решение задач, сформулированных на базе построенной математической модели
- проверка полученных результатов на адекватность природе изучаемой системы
- реализация полученного решения на практике

05. Решение называют оптимальным, ...

- если оно по тем или иным признакам предпочтительнее других

- если оно рационально
 - если оно обеспечивает экстремум целевой функции
 - если оно согласовано с руководством
 - если оно утверждено общим собранием
05. Математическое программирование ...
- занимается изучением экстремальных задач и разработкой методов их решения
 - представляет собой процесс создания программ для компьютера под руководством математиков
 - занимается решением математических задач на компьютере
4. Задача линейного программирования состоит в ...
- отыскании наибольшего (наименьшего) значения линейной функции при наличии линейных ограничений
 - создании линейной программы на избранном языке программирования, предназначенной для решения поставленной задачи
 - описании линейного алгоритма решения заданной задачи
5. Система, в которой отсутствуют всякие случайные воздействия
- система с непрерывными состояниями
 - система с дискретными состояниями
 - детерминированная система
 - стохастическая система
6. Возможность детального (полного) анализа характеристик системы в широком диапазоне изменения исходных данных является основным достоинством метода ...
- имитационного моделирования
 - аналитического моделирования
 - математического моделирования
 - комбинированного моделирования
 - ситуационного моделирования
7. В качестве стохастических моделей используются
- конечные автоматы
 - вероятностные автоматы
 - системы массового обслуживания
 - дифференциальные, интегральные и др. уравнения
8. Поток событий, для которого вероятность того, что на малый интервал времени Dt , примыкающий к моменту времени t попадает больше одного события $P^31(t, Dt)$ пренебрежительно мала
- однородный
 - с ограниченным последствием
 - простейший
 - ординарный
9. Исследователь может установить, насколько тесна связь между двумя (или более) случайными величинами, наблюдаемыми и фиксируемыми при моделировании конкретной системы с помощью
- математического анализа
 - корреляционного анализа
 - дискриминантного анализа

- регрессионного анализа
 - дисперсионного анализа
10. Эксперименты с моделями могут быть реализованы
 - во всех точках факторного пространства,
 - только в одной точке факторного пространства
 - в точках факторного пространства, принадлежащих допустимой области
 - в критических точках факторного пространства
 11. Моделирование случайных величин основано на
 - нормальном распределении
 - экспоненциальном распределении
 - распределении Вейбула
 - равномерном распределении
 12. Плавный переход из состояния в состояние характерен для
 - системы, функционирующей в непрерывном времени
 - системы с установившимся (стационарным) режимом
 - системы с непрерывными состояниями
 - стохастической системы
 13. Для описания структуры системы используются способы
 - алгоритмический
 - аналитический
 - графический
 - табличный
 14. Из перечисленного модель для проведения имитационного эксперимента должна отвечать требованиям: отражать логику функционирования исследуемой системы в пространстве; 2) отражать логику функционирования исследуемой системы во времени; 3) обеспечивать возможность проведения математического анализа; 4) обеспечивать возможность проведения статистического эксперимента
 - 2, 4
 - 3, 4
 - 1, 2
 - 1, 3
 15. Однородный поток событий, для которого моменты поступления этих событий – случайные величины, независимые между собой
 - с ограниченным последствием
 - простейший
 - стационарный
 - ординарный
 16. Стохастические системы с дискретными состояниями, функционирующие в дискретном времени
 - конечные автоматы
 - вероятностные автоматы
 - системы массового обслуживания
 - динамические системы

17. Требование к качеству оценки, полученной в результате статистической обработки результатов моделирования, которое состоит в сходимости по вероятности при $N \rightarrow \infty$ к оцениваемому параметру
- адекватность
 - несмещенность
 - эффективность
 - состоятельность
18. Метод получения выходных характеристик с учётом входных воздействий
- математическая схема
 - алгоритм функционирования
 - процесс функционирования
19. Какие из перечисленных диаграмм относятся к каноническим в языке UML?
- диаграмма DFD
 - диаграмма структуры базы данных
 - диаграмма кооперации
 - диаграмма топологии сети
 - диаграмма деятельности
20. Канонические диаграммы классов предназначены для описания
- поведения;
 - использования;
 - структуры;
 - показателей.

Примерные вопросы для подготовки к экзамену по дисциплине (ПК-3, ПК-6, ПК-10)

1. Сущность и основные понятия системного подхода к исследованию сложных систем.
2. Этапы моделирования сложных систем и их содержание.
3. Математическая модель. Классификация математических моделей.
4. Роль методов моделирования в процессе принятия решений.
5. Базовые принципы системного подхода к проблеме моделирования сложной системы.
6. Требования к математическим моделям и способы их реализации.
7. Особенности информационного процесса как объекта исследования. Пример.
8. Система управления как динамическая система.
9. Особенности моделирования процесса функционирования динамической системы.
10. Сущность и вычислительная схема метода статистических испытаний.
11. Особенности компьютерной реализации метода статистических испытаний.
12. Термины и определения теории Марковских процессов.
13. Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности состояний.
14. Методика построения вероятностных моделей систем управления в терминах марковских цепей.
15. Общая постановка задачи математического программирования.
16. Классификация методов математического программирования.
17. Методика решения задачи линейного программирования графическим методом.

18. Особенности моделирования систем в условиях неопределенности.
19. Сущность и особенности решения комбинаторных задач оптимизации. Примеры задач.
20. Унифицированные программные средства для решения задач оптимизации.
21. Постановка и методы решения задачи о рюкзаке.
22. Метод множителей Лагранжа.
23. Модели выпуклого программирования. Производная по направлению и градиент. Выпуклые функции.
24. Задача выпуклого программирования.
25. Приближенное решение задач выпуклого программирования методом кусочно-линейной аппроксимации.
26. Методы спуска. Приближенное решение задач выпуклого программирования градиентным методом.
27. Общая постановка задачи динамического программирования.
28. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана.
29. Задача о назначении. Математическая постановка задачи и подходы к решению.
30. Транспортная задача линейного программирования. Математическая постановка задачи и подходы к решению.
31. Общая схема применения метода динамического программирования.
32. Задача коммивояжера. Математическая постановка задачи и методы решения.
33. Задача оценки качества системы управления. Математическая постановка задачи и методы решения.
34. Задача оценки эффективности системы управления. Математическая постановка задачи и методы решения.
35. Задача поиска кратчайшего пути в ориентированном графе. Математическая постановка задачи и методы решения.
36. Модели управления запасами. Основные понятия.
37. Стохастические модели управления запасами.
38. Стохастические модели управления запасами с фиксированным временем задержки поставок.
39. Задача о распределении средств (ресурсов) между предприятиями. Постановка задачи и методы решения.
40. Задача о замене оборудования. Постановка задачи и методы решения.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Моделирование процессов и систем: учебник и практикум для вузов / под редакцией Е. В. Стельмашонок. – Москва: Издательство «Юрайт», 2020. – 289 с. — URL: <https://urait.ru/bcode/451012>
2. Гончаров, В. А. Методы оптимизации: учебное пособие для вузов / В. А. Гончаров. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 191 с. — URL: <https://urait.ru/bcode/463500>.
3. Методы оптимизации: учебник и практикум для вузов / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будаков, Л. А. Артемьева ; под редакцией Ф. П. Васильева. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 375 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/450435>.
4. Мохрачева, Л. П. Типовые математические схемы моделирования. Примеры и задачи учебное пособие / Л. П. Мохрачева. – Екатеринбург : Изд-во Урал. Ун-та, 2018. — 144 с.

6. Надеждин, Е. Н. Методы исследования операций: основы теории и практики: учебное пособие / Е. Н. Надеждин, Е. Е. Смирнова. – Тула : ТГПУ, 2018. – 280 с. – ISBN 978-5-6041454-8-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/113618>.

7. Моделирование систем и процессов: учебник для академического бакалавриата / под ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — М. : Издательство «Юрайт», 2019. 450 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс).

8. Галиаскаров, Э. Г. Анализ и проектирование систем с использованием UML : учебник для вузов / Э. Г. Галиаскаров, А. С. Воробьев. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 125 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14903-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/588976>.

9. Хуторецкий А. Б. Математические модели и методы исследования операций. Учебное пособие. Для вузов / А.Б. Хуторецкий, А.А. Горюшкин.- Санкт-Петербург: Лань, 2024.- 204 с.

Дополнительная литература

1. Исследование операций в экономике: учебник для академического бакалавриата / под редакцией Н. Ш. Кремера. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство «Юрайт», 2019. — 438 с. <https://biblio-online.ru/bcode/431708>.

2. Кузнецов, В. А. Системный анализ, оптимизация и принятие решений : учебник для студентов высших учебных заведений / В.А. Кузнецов, А.А. Черепяхин. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2026. — 256 с. - ISBN 978-5-906818-95-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2215751>

3. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т.А. Летова. – Москва: Логос, 2020. – 424 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1212440>.

4. Соколов, Г. А. Линейные целочисленные задачи оптимизации : учебное пособие / Г.А. Соколов. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 132 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/19667. - ISBN 978-5-16-019450-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2082848> .

5. Сдвижков, О. А. Практикум по методам оптимизации : учебное пособие / О.А. Сдвижков. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2022. — 200 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. - ISBN 978-5-9558-0372-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1852206>.

6. Методы оптимизации. Задачник: учебное пособие для вузов / В. В. Токарев, А. В. Соколов, Л. Г. Егорова, П. А. Мышкис. — Москва : Издательство «Юрайт», 2020. — URL: <https://urait.ru/bcode/456290>

6. Мультиагентное моделирование в имитационной системе Simplex3: учебное пособие / Ю.А. Ивашкин. — М.: Лаборатория знаний, 2016. — 350 с

7. Юрьева, А.А. Математическое программирование: учебное пособие. — 2е изд., испр. И доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2014. — 432 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

№	Полное наименование ресурса	Адрес ресурса
1.	Электронная библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
2.	Научная электронная библиотека elibrary.ru [Электронный ресурс]	http://elibrary.ru
3.	Электронно-библиотечная система Федерального образовательного портала EDU.RU (свободный доступ)	
4.	Официальный сайт платформы deductor	http://www.BaseGroup.ru
5.	Интернет-портал, посвященный вопросам управления данными в процессах принятия решений	http://www.dmreview.com
6.	Научная электронная библиотека КиберЛенинка [Электронный ресурс].	http://cyberleninka.ru
7.	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	http://www.gpntb.ru
8.	ВИНИТИ (База данных Всероссийского института научной и технической информации)	

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование
1	Международные реферативные наукометрические БД, доступные в рамках национальной подписки в 2021 г. Web of Science Scopus
2	Профессиональные полнотекстовые БД, доступные в рамках национальной подписки в 2021 г. Журналы Cambridge University Press ProQuest Dissertation & Theses Global SAGE Journals Журналы Taylor and Francis
3	Профессиональные полнотекстовые БД JSTOR Издания по общественным и гуманитарным наукам Электронная библиотека Grebennikon.ru
4	Компьютерные справочные правовые системы Консультант Плюс, Гарант

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины используются: лекционный класс с видео проектором и компьютерный класс, оборудованный современными персональными компьютерами для каждого студента, оборудованного в свою очередь современным программным обеспечением: на компьютере должна быть установлена актуальная версия операционной системы Windows компании Microsoft, прикладной пакет программ Microsoft Office версии не ниже 2010, пакеты MathCAD, MATLAB.

Лаборатория информатики – ауд. № 202	1 компьютер преподавателя, 12 компьютеров обучающихся, маркерная доска, проектор	Windows 10 Microsoft office 2010 Pro Microsoft Visual Studio 2005 Mozilla Firefox Mathcad Education – University edition Платформа ZOOM	68526624 49420326 77626-009-0000007-41832 свободный доступ 2696062 лицензионное	без даты 08.12.2011 без даты свободный доступ 26.10.2012
Лаборатория информатики – ауд. № 203	1 компьютер преподавателя, 12 компьютеров обучающихся, маркерная доска, проектор	Windows 10 Microsoft office 2010 Pro Microsoft Visual Studio 2010 Mozilla Firefox Matlab Mathcad Education – University edition Kaspersky Endpoint Security Платформа ZOOM	68526624 49420326 77626-009-0000007-41832 свободный доступ 647526 2696062 18941412050925 25 лицензионное	без даты 08.12.2011 без даты свободный доступ без даты 26.10.2012 05.12.2014

8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья

В перечень дисциплин (модулей) образовательной программы добавляются адаптационные модули. Состав и перечень адаптационных модулей определяется образовательной организацией самостоятельно, исходя из контингента обучающихся с ОВЗ и их нозологий.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения. Для этого от студента требуется представить заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) и личное заявление (заявление законного представителя).

В заключении ПМПК должно быть указано:

- рекомендуемая учебная нагрузка на обучающегося (количество дней в неделю, часов в день);
- оборудование технических условий (при необходимости);
- сопровождение и (или) присутствие родителей (законных представителей) во время учебного процесса (при необходимости);
- организация психолого-педагогического сопровождение обучающегося с указанием специалистов и допустимой нагрузки (количества часов в неделю).

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, обучающихся при необходимости могут быть созданы фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов

обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

Форма проведения текущей и итоговой аттестации для лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно (на бумаге, на компьютере), в форме тестирования и т.п.). При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

9. Методические материалы

9.1 Планы практических занятий

Темы учебной дисциплины предусматривают проведение практических занятий, которые служат как целям текущего и промежуточного контроля за подготовкой студентов, так и целям получения практических навыков применения методов выработки решений, закрепления изученного материала, развития умений, приобретения опыта решения конкретных проблем, ведения дискуссий, аргументации и защиты выбранного решения. Помощь в этом оказывают задания для практических работ, выдаваемые преподавателем на каждом занятии, задания на самостоятельную подготовку, перечень вопросов для подготовки к экзамену и контрольные домашние задания для самостоятельной работы студентов.

Целью практических занятий является закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков в использовании методов и средств моделирования и оптимизации при решении прикладных задач профессиональной деятельности, а также применения этих навыков для количественного обоснования эффективных решений в условиях быстро меняющейся реальности.

Тема 1. Основы теории моделирования сложных систем

Практическое занятие №1 (2 ч.). Составление терминологического словаря предметной области «Методы моделирования».

Цель занятия: освоить понятийный аппарат современной теории моделирования, приобрести навыки (опыт) качественного анализа объекта и формулирования цели и задач исследования его характеристик на основе математического моделирования.

Тема №2. Методы функционального моделирования информационных систем

Практическое занятие №2 (2 ч.). Разработка и анализ функциональной модели информационной системы (ИС) в нотации IDEF0

Цели занятия:

1. Углубить и закрепить теоретический материал по вопросам функционального моделирования информационных систем и процессов.
2. Приобрести навыки разработки и анализа функциональной модели ИС в нотации IDEF0.

Индивидуальное задание:

1. Ознакомиться с методикой построения функциональных моделей ИС в нотации IDEF0 в соответствии с рекомендуемой литературой.
2. Указать название и описать назначение прототипа проекта ИС и область его внедрения.
3. Создать контекстную диаграмму объекта исследования – прототипа проекта ИС.
4. Определить цель, точку зрения модели и описать её свойства в соответствующих закладках диалога.

5. Конкретизировать входы и выходы контекстной диаграммы, механизмы и инструментарий, управление.
 6. Выполнить декомпозицию контекстной диаграммы, в виде диаграммы, состоящей из (4-5)-х функциональных блоков.
 7. Установить и описать связи между блоками.
 8. Сохранить диаграммы 0-го и 1-го уровня в отдельных файлах.
9. Проанализировать и систематизировать полученные результаты. В частности, определить функционал и перечень задач, которые должен будет решать разрабатываемый проект ИС.
 10. Подготовить отчет по практическому занятию и представить материал на проверку.
 11. Разместить отчет по практическому занятию в своем портфолио на информационном ресурсе университета.
- Содержание отчета по практическому занятию:
- 1) титульный лист с указанием учебной дисциплины, темы занятия, учебной группы и ФИО студента, даты выполнения;
 - 2) постановочная часть работы: цель и порядок выполнения;
 - 3) полное название и характеристика назначения ИС;
 - 4) краткое описание функционала ИС;
 - 5) диаграмма нулевого уровня (контекстная диаграмма);
 - 6) диаграмма первого уровня (с комментариями);
 - 7) выводы по практической работе (на основании выполненного исследования указать основные и вспомогательные функции создаваемой ИС).

Практическое занятие №3 (2 ч.). Разработка и анализ функциональной модели бизнес-процесса в нотации IDEF3

Цели занятия:

1. Углубить и закрепить теоретический материал по вопросам функционального моделирования информационных систем и процессов.
2. Приобрести навыки разработки и анализа функциональной модели бизнес-процесса (БП) в нотации IDEF3.

Индивидуальное задание:

1. Ознакомиться с методикой построения функциональных моделей нотации IDEF3 в соответствии с рекомендуемой литературой.
 2. Указать название и описать назначение прототипа объекта исследования - предприятия.
 3. Создать контекстную диаграмму объекта исследования БП.
 4. Определить цель, точку зрения модели и описать её свойства в соответствующих закладках диалога.
 5. Конкретизировать входы и выходы контекстной диаграммы, механизмы и инструментарий, управление.
 6. Выполнить декомпозицию контекстной диаграммы, в виде диаграммы, состоящей из (4-5)-х функциональных блоков.
 7. Установить и описать связи между блоками.
 8. Сохранить диаграммы 0-го и 1-го уровня в отдельных файлах.
9. Проанализировать и систематизировать полученные результаты. В частности, определить функционал и перечень задач, которые должен будет решать разрабатываемый бизнес-процесс.
 10. Подготовить отчет по практическому занятию и представить материал на проверку.
 11. Разместить отчет по практическому занятию в своем портфолио на информационном ресурсе университета.

Содержание отчета по практическому занятию:

- 1) титульный лист с указанием учебной дисциплины, темы занятия, учебной группы и ФИО студента, даты выполнения;
- 2) постановочная часть работы: цель и порядок выполнения;
- 3) полное название и характеристика миссии предприятия;
- 4) краткое описание функционала объекта исследования;
- 5) диаграмма нулевого уровня (контекстная диаграмма);
- 6) диаграмма первого уровня (с комментариями);
- 7) выводы по практической работе (на основании выполненного исследования указать основные и вспомогательные функции БП).

Практическое занятие №4 (2 ч.). Разработка и анализ детерминированной модели функционирования замкнутой системы управления

Цели занятия:

1. Углубить и закрепить теоретический материал по вопросам функционального моделирования информационных систем и процессов.
2. Приобрести навыки разработки и анализа модели функционирования замкнутой системы управления на основе системы дифференциальных уравнений.

Индивидуальное задание:

1. Ознакомиться с методикой построения детерминированных моделей замкнутых систем управления, представленных структурной схемой.
2. Составить систему дифференциальных уравнений системы управления типа «вход-выход». Представить уравнения в нормальной форме Коши.
3. Задать начальные условия и вычислить коэффициенты дифференциальных уравнений.
4. Составить компьютерную модель системы управления с использованием встроенного языка программирования в среде MathCad.
5. Реализовать компьютерную модель системы управления в переходном режиме на основе метода численного интегрирования.
6. Построить график переходной характеристики и определить показатели качества процесса регулирования.
7. Подготовить и защитить отчет по практической работе.

Тема 3. Объектно-ориентированная методология анализа и моделирования информационных систем

Практическое занятие №5 (2 ч.). Изучение структуры бизнес-процесса на основе построения и анализа диаграммы классов

Цели занятия:

1. Углубить и закрепить теоретический материал по методологии объектно-ориентированного моделирования БП на основе инструментальных средств языка UML.
2. Приобрести навыки разработки и аналитического анализа графической модели БП с использованием диаграммы классов.

Практическое занятие №6 (4 ч.). Изучение алгоритма функционирования бизнес-процесса на основе построения и анализа диаграммы последовательности

Цели занятия:

1. Углубить и закрепить теоретический материал по методологии объектно-ориентированного моделирования БП и процессов управления на основе инструментальных средств языка UML.
2. Приобрести навыки разработки и аналитического анализа графической модели БП с использованием диаграммы последовательности.

Тема 4. Современные методы и средства имитационного моделирования информационных систем

Практическое занятие №7 (4 ч.). Разработка и анализ имитационной модели функционирования замкнутой системы управления

Цели занятия:

1. Углубить и закрепить теоретический материал по вопросам имитационного моделирования информационных систем и процессов.
2. Приобрести навыки разработки и статистического анализа точности замкнутой системы управления в условиях воздействия помех.

Индивидуальное задание:

1. Ознакомиться с методикой построения имитационных моделей замкнутых систем управления, функционирующих в условиях помех.
2. Составить систему дифференциальных уравнений системы управления типа «вход-выход». Представить уравнения в нормальной форме Коши.
3. Задать начальные условия и вычислить коэффициенты дифференциальных уравнений. Определить соотношение для выделения сигнала ошибки.
4. Дополнить математическую модель системы формирующими фильтрами, имитирующими случайные входные сигналы и помехи, приведенные ко входу.
5. Составить компьютерную модель системы управления с использованием встроенного языка программирования в интегрированной среде MathCad.
6. Провести вычислительный эксперимент. В каждой реализации зафиксировать величину и знак ошибки слежения в заданный момент времени.
7. Осуществить статистическую обработку данных вычислительного эксперимента.
8. Определить начальные корреляционные моменты случайной величины ошибки.
9. Построить гистограмму распределения сигнала ошибки.
10. Проверить гипотезу о нормальном законе распределения ошибки системы управления с использованием критерия согласия.
11. Подготовить и защитить отчет по практической работе.

Практическое занятие №8 (2 ч.). Разработка и анализ стохастической модели функционирования информационной системы

Цели занятия:

1. Углубить и закрепить теоретический материал по вопросам стохастического моделирования информационных систем и процессов.
2. Приобрести навыки анализа поведения информационной системы на основе разработки вероятностной модели в терминах марковских случайных процессов.

Индивидуальное задание:

1. Ознакомиться с методикой построения стохастических моделей ИС на основе марковских процессов.
2. Выделить типовые состояния ИС и построить граф состояний.
3. Вычислить или задать интенсивности перехода ИС из одного состояния в другое.
4. Составить уравнения Колмогорова для размеченного графа состояний.

5. Представить стохастические уравнения в нормальной форме Коши.
6. Задать начальные условия и вычислить коэффициенты стохастических дифференциальных уравнений.
7. Составить компьютерную модель системы с использованием встроенного языка программирования в интегрированной среде MathCad.
8. Провести вычислительный эксперимент.
9. Построить графики изменения вероятностей состояний.
10. Провести анализ результатов эксперимента и сформулировать выводы.
11. Подготовить и защитить отчет по практической работе.

Практическое занятие №9 (2 ч.). Анализ информационного процесса на основе построения дискретной потоковой модели в базисе временной сети Петри

Цели занятия:

1. Углубить и закрепить теоретический материал по вопросам имитационного моделирования информационных систем и процессов.
2. Приобрести навыки декомпозиции и анализа информационного процесса на основе разработки его имитационной модели в базисе временной сети Петри.

Практическое занятие №10 (2 ч.). Промежуточная аттестация обучающихся по темам №1-4 в форме электронного тестирования

Тема 5. Основы теории математического программирования Основы теории математического программирования

Практическое занятие №11 (2 ч.). Составление терминологического словаря предметной области «Методы математического программирования».

Цель занятия:

освоить понятийный аппарат современной теории математического программирования, приобрести навыки (опыт) качественного анализа проблемной ситуации, формулирования цели и задач исследования, определения оптимального решения на основе выбора и реализации метода математического программирования.

Тема 6. Методы линейного программирования

Практическое занятие №12 (2 ч.).

Постановка и решение задачи линейного программирования

Цели занятия:

1. Изучить особенности формализованного представления экономической задачи бизнес-планирования выпуска товаров в виде задачи линейного программирования.
2. Приобрести навыки графического решения задачи линейного программирования (для двух переменных).
3. Получить навыки численного решения задачи линейного программирования с использованием стандартных программных средств.

Практическое занятие №13 (2 ч.). Решение транспортной задачи линейного программирования

Цели занятия:

1. Изучить особенности формализованного представления логистических задач в виде транспортной задачи линейного программирования.

2. Приобрести навыки определения опорного плана транспортной задачи методами линейного программирования (методами северо-западного угла, минимального элемента и аппроксимации Фогеля);
3. Получить навыки численного решения транспортной задачи с использованием стандартных программных средств.

Тема 7. Методы нелинейного программирования

Практическое занятие №14 (4 ч.). Решение задачи оптимизации выпуклых функций

Цели занятия:

1. Изучить особенности формализованного представления прикладных задач бизнес-планирования как задач нелинейного программирования.
2. Приобрести навыки обоснования анализа целевой функции и ограничений в задачах нелинейного программирования.
3. Получить навыки решения задачи оптимизации выпуклой функции методом градиента и методом сопряженных градиентов.
4. Получить навыки численного решения задачи нелинейного программирования методом случайного поиска.

Тема 8. Методы дискретного программирования

Практическое занятие №15 (2 ч.). Решение типовой задачи о рюкзаке.

Цели занятия:

1. Освоить методы решения комбинаторных задач дискретной оптимизации в булевых переменных.
2. Сформировать навыки в самостоятельном решении задач дискретной оптимизации в булевых переменных на примере задачи о рюкзаке.
3. Овладеть навыками формализации математической модели задачи о рюкзаке и ее численного решения в математических пакетах Maple, Mathcad, в MS Excel и с помощью он-лайн интеллектуального калькулятора.

Практическое занятие №16 (2 ч.).

Решение задачи о назначениях

Цели занятия:

1. Углубить и закрепить теоретические знания по методам алгоритмам решения задач дискретного программирования.
2. Изучить сущность задачи о назначениях, постановку задачи о назначениях и методы её численного решения.
3. Овладеть навыками формализации математической модели задачи о назначениях и ее численного решения в математических пакетах Maple, Mathcad, в MS Excel и с помощью он-лайн интеллектуального калькулятора.

Практическое занятие №17 (семинар, 4 ч.).

Особенности формализация и методы решения задач математического программирования

Цели практического занятия:

1. Углубить и закрепить теоретические знания в области формализации прикладных задач в области цифровой трансформации на основе методов математического программирования.
2. Изучить методические подходы к формализации и к численному решению комбинаторных задач оптимизации.

Порядок выполнения задания

1. Выбор темы для научного сообщения.
2. Уяснение задачи исследования.
3. Сбор и систематизация материала.

4. Оформление текста сообщения.
5. Оформление электронной презентации.
6. Выступление на семинарском занятии.
7. Оформление и размещение отчета в портфолио на сайте университета.

Примерные темы научных сообщений

1. Постановка задачи математического программирования.
2. Классификация и краткая характеристика задач математического программирования.
3. Теоретические основы линейного программирования. (см. [2, с.22]).
4. Постановка общей задачи линейного программирования (ЗЛП).
5. Области приложений методов линейного программирования.
6. Сущность симплекс-метода решения задач линейного программирования [5, с.54].
7. Инструментальные программные средства для поддержки решения задач оптимизации.
8. Транспортная задача. История постановки транспортной задачи.
9. Методы решения транспортной задачи. Их характеристика.
10. Задача о наилучшем использовании ресурсов [2, с. 68].
11. Задача о замене оборудования [2, с. 141].
12. Примеры прикладных задач, которые могут быть представлены как транспортная задача.
13. Методы численного решения транспортной задачи.
14. Графический метод решения ЗЛП.
15. Примеры прикладных задач оптимизации в гуманитарной сфере.

Рекомендуемая литература:

1. Литвин, Д.Б. Методы оптимальных решений. Часть 1: Линейное программирование, транспортная задача: учебное пособие / Д.Б. Литвин. – Ставрополь : Сервисшкола, 2018 – 84 с.
2. Богданова Е.Л. Оптимизация в проектном менеджменте: программирование: учебное пособие / Е.Л. Богданова, К.А. Соловейчик, К.Г. Аркина. – СПб.: Университет ИТМО, 2017. – 165 с.
3. Хуторецкий А. Б. Математические модели и методы исследования операций. Учебное пособие. Для вузов / А.Б. Хуторецкий, А.А. Горюшкин. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 204 с.
4. Красс М. С., Чупрынов Б. П. Математические методы и модели для магистрантов экономики: Учебное пособие. 2-е изд., доп. — СПб.: Питер, 2010 — 496 с.
5. Шевченко А.С. Линейное программирование: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2021 – 150 с.
6. Юрьева, А. А. Математическое программирование: Учебное пособие. — 2-е изд., испр. и доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2014. — 432 с.
7. Надеждин, Е. Н. Методы исследования операций: основы теории и практики: учебное пособие / Е. Н. Надеждин, Е. Е. Смирнова. – Тула : ТГПУ, 2018.–280 с.–ISBN 978-5-6041454-8-7. – Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/113618>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Есипов, Б. А. Методы исследования операций : учебное пособие / Б. А. Есипов. — 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 304 с. – ISBN 978-5-8114-0917-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/212204>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Петров А. В. Моделирование процессов и систем: учебное пособие. – СПб.: Издательство "Лань". 2022. – 288 с.

10. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - Москва: Логос, 2020. - 424 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1212440>.

Тема 9. Прикладные задачи математического программирования

Практическое занятие № 18 (2 ч). Компьютерное решение задачи о комплектации оборудования

Цели занятия:

1. Получить навыки формализации производственных задач путем построения модели и преобразования её к типовой задаче дискретного программирования.
2. Освоить методы решения задач дискретной оптимизации в булевых переменных.
3. Сформировать навыки в самостоятельном решении прикладной задачи о комплектации оборудования в булевых переменных (на примере типовой задачи о рюкзаке).

Математическая модель типовой задачи о рюкзаке представлена в виде:

$$\begin{cases} F(x) = 3x_1 + 5x_2 + 2x_3 + 4x_4 \rightarrow \max; \\ a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 \leq A; \\ x_j \in \{0;1\}, j = 1, \dots, 4. \end{cases} \quad (1)$$

Индивидуальное задание:

1. Уяснить содержание модели задачи дискретной оптимизации.
2. Разобраться в алгоритме решения контрольной задачи.
3. Решить контрольную задачу (1) избранным методом (например, методом дискретного случайного поиска) с использованием инструментальных программных средств.
4. Решить задачу по заданному варианту (см. таблицу 1) проверенным методом.
5. Оформить и защитить отчет по практическому занятию.

Таблица 1

	Номер варианта																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
a_1	3	3	2	4	5	2	7	5	8	5	3	7	6	5	2	4	5	3	4	4
a_2	1	2	5	1	2	5	3	2	3	6	7	5	4	4	3	3	6	4	7	3
a_3	4	4	5	3	6	6	4	3	5	2	2	4	5	6	7	6	7	6	6	5
a_4	5	2	3	6	1	3	3	4	2	3	5	2	2	3	5	5	4	5	5	6
A	12	10	13	12	11	14	15	12	16	14	15	16	15	14	16	15	20	17	19	16

Практическое занятие № 19 (4 ч). Решение задачи определения кратчайшего пути в графе

Цели занятия:

1. Получить навыки формализации управленческих задач путем построения сетевой многоальтернативной модели и преобразования её к типовой задаче поиска кратчайшего пути в ориентированном графе.
2. Освоить методы решения комбинаторных задач дискретной оптимизации.
3. Сформировать навыки в самостоятельном решении прикладной задачи поиска кратчайшего пути в орграфе на основе метода Дейкстры.

9.2 Методические рекомендации по подготовке письменных работ

Письменные работы учебным планом не предусмотрены.

9.3 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины студентом определяется, несколькими факторами: посещение аудиторных занятий, подготовка и выполнение домашних заданий, своевременное выполнение запланированных форм отчетности.

Самостоятельная работа студентов направлена на закрепление полученных навыков и для приобретения новых теоретических и фактических знаний, выполняется в читальном зале библиотеки и в домашних условиях, подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением (учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций).

Самостоятельная работа выполняется студентами с использованием ПК в домашних условиях, либо в библиотеке института по специальным заданиям в соответствии с методическими материалами, выданными преподавателем. Самостоятельная работа включает отработку навыков анализа ситуации, создание модели ситуации, которая используется в данном конкретном методе выбора наилучшей альтернативы, и решение задачи, также к самостоятельной работе относится подготовка к лабораторным работам, подготовка по темам пропущенных занятий.

Начиная с первого занятия, преподаватель объявляет студентам тему следующего занятия и список литературы. Студент должен ознакомиться с предложенными источниками, в таком случае он на следующем занятии будет готов к восприятию нового материала.

Студент для самостоятельной работы должен иметь программу курса, вопросы к экзамену, список основной и дополнительной литературы по курсу.

После каждого занятия, перед следующим, студент должен ознакомиться с пройденным материалом. При возникновении вопросов или непонимания, студент должен изучить рекомендованную и дополнительную литературу по дисциплине.

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели дисциплины «Моделирование и оптимизация в задачах цифровой трансформации»:

- дать комплексное представление студентам о методических подходах к исследованию экономических систем и бизнес-процессов на базе методов математического моделирования и оптимизации;
- познакомить с основными типами задач исследования операций и методами их применения, с основными алгоритмами операционного моделирования и оптимизации информационных систем и бизнес-процессов;
- дать общее представление о математических моделях и современных методах анализа и оптимизационных подходах к решению прикладных задач профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- научить студентов эффективно использовать методы и алгоритмы математического моделирования; обоснованно выбирать рациональный способ решения прикладных задач;
- сформировать умения выполнять формализацию задач профессиональной деятельности с учетом известных методов и инструментальных средств моделирования и оптимизации сложных систем, и бизнес-процессов;
- сформировать навыки анализировать, моделировать и оптимизировать прикладные и информационные процессы в интересах выполнения задач профессиональной деятельности;
- способствовать приобретению, обобщению и использованию опыта имитационного моделирования и оптимизации для принятия обоснованных решений, относящихся к проектированию и эксплуатации бизнес-систем и инновационных информационных технологий.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать терминологический аппарат и классические методы исследования операций; основные подходы и алгоритмы постановки и решения экстремальных задач; базовые математические схемы и методы моделирования сложных систем; численные методы математического программирования, классические методы анализа и синтеза стационарных линейных систем; методы дискретной оптимизации, используемые в задачах цифровой трансформации экономики.

Уметь выбирать адекватный метод исследования с учетом особенностей прикладной задачи; использовать стандартные программы для решения задач моделирования и оптимизации; сводить задачи многокритериальной оптимизации и задачи поиска области работоспособности к задачам оптимизации, выбирать конкретные методы для анализа и синтеза для решения прикладной задачи; осуществлять формализацию задач анализа и оптимизации ИТ-инфраструктуры предприятия на основе положений и рекомендаций исследования операций; сводить прикладные задачи к типовым задачам математического программирования.

Владеть навыками: компьютерного моделирования сложных систем и технологических процессов на основе стандартных программных средств; оптимизационным подходом при решении прикладных задач разработки систем управления; информационными технологиями при решении задач исследования характеристик бизнес-систем; методами сведения прикладных задач к типовым задачам оптимизации; современными алгоритмами решения задач оптимизации информационных систем и процессов.