

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Андрей Драгомирович Хлудков
Должность: директор
Дата подписания: 14.08.2026 16:14:21
Уникальный программный ключ:
880f7c07c583b07b775f6604b639281b15a09f12

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА и
ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ при ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ИНСТИТУТ УПРАВЛЕНИЯ

Факультет среднего профессионального образования

УТВЕРЖДЕНА
решением цикловой (методической)
комиссии общепрофессиональных
дисциплин и профессиональных
модулей специальностей 09.02.07
Информатика и вычислительная
техника
Протокол от 31.10.2025 № 2

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МДК.01.04. Математическое моделирование

Специальность – 09.02.12 Техническая эксплуатация и сопровождение
информационных систем»

Профиль – на базе основного общего образования

Квалификация – специалист по технической эксплуатации и сопровождению
информационных систем

Форма обучения – очная

Год набора – 2026

Санкт-Петербург 2025 год

Автор-составитель: Кузнецов Кирилл Олегович, преподаватель ФСПО СЗИУ
РАНХиГС.

.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	4
1.1 Область применения программы.....	4
1.2 Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы	4
1.3 Цели и задачи учебной дисциплины	4
1.4 Планируемые результаты обучения по дисциплине	5
2 Структура и содержание дисциплины	10
2.1 Объем учебной дисциплины и виды работ	10
2.2 Тематический план и содержание дисциплины.....	11
2.3. Регламент распределения видов работ по дисциплине с ДОТ	14
3 Материалы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.....	15
3.1 Формы и методы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.....	15
3.2 Оценочные средства текущего контроля успеваемости обучающихся.....	17
3.3 Оценочные средства по дисциплине для промежуточной аттестации	24
4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	27
5 Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	30
6 Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы	33

1 Общие положения

1.1 Область применения программы

Рабочая программа учебной дисциплины «Математическое моделирование» является частью основной профессиональной образовательной программы по специальности СПО 09.02.12 «Техническая эксплуатация и сопровождение информационных систем».

1.2 Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Учебная дисциплина «Математическое моделирование» является частью профессиональной подготовки, входит в профессиональный цикл дисциплин. Базируется на таких дисциплинах, как «Информатика», «Математика», «Математический аппарат в отрасли информационных технологий» и тесно связана с такой дисциплиной, как «Разработка программных модулей». Дисциплина изучается на 2 курсе.

1.3 Цели и задачи учебной дисциплины

Цель дисциплины «Математическое моделирование»: формирование у обучающихся систематизированных знаний, умений и навыков, необходимых для построения, анализа и применения математических моделей при решении прикладных задач в профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- освоить базовые понятия и классификацию моделей, понять специфику и типологию математических моделей;
- изучить и научиться применять на практике основные этапы процесса математического моделирования;
- овладеть методами линейного, нелинейного и динамического программирования, включая решение транспортных задач, задач о назначениях и задач оптимизации ресурсов;
- освоить сетевые методы планирования и управления (теорию графов, построение сетевых графиков, расчёт временных параметров, поиск кратчайшего пути);
- изучить основы теории систем массового обслуживания (в том числе марковские процессы и схему гибели и размножения) и научиться рассчитывать их ключевые характеристики;
- ознакомиться с базовыми понятиями и методами теории игр (матричные и биматричные игры, игры в развёрнутой форме) и приобрести навыки решения игровых задач;

— получить представление об имитационном моделировании (его методах, примерах применения и инструментальных средствах) и научиться разрабатывать простейшие имитационные модели для анализа систем массового обслуживания.

1.4 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Перечень общих компетенций

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
ОК.01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части; - определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы; - выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; - владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; - оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);	- актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; - структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; - основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте; - методы работы в профессиональной и смежных сферах; - порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности;	
ОК.02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	- определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации; - выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска; - оценивать практическую значимость результатов поиска; - применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;	- номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; - приемы структурирования информации; - формат оформления результатов поиска информации; - современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и;	

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
	- использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности; - использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач;	- программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства;	
ОК.03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	- определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности; - применять современную научную профессиональную терминологию; - определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования; - выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи; - определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности, выявлять источники финансирования; - презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности; - определять источники достоверной правовой информации; - составлять различные правовые документы; - находить интересные проектные идеи, грамотно их формулировать и документировать; - оценивать жизнеспособность проектной идеи, составлять план проекта;	- содержание актуальной нормативно-правовой документации; - современная научная и профессиональная терминология; - возможные траектории профессионального развития и самообразования; - основы предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности; - правила разработки презентации; - основные этапы разработки и реализации проекта;	
ОК.04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	- организовывать работу коллектива и команды; - взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности;	- психологические основы деятельности коллектива; - психологические особенности личности;	

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
ОК.05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке; - проявлять толерантность в рабочем коллективе;	- правила оформления документов; - правила построения устных сообщений; - особенности социального и культурного контекста;	
ОК.06 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения	- проявлять гражданско-патриотическую позицию; - демонстрировать осознанное поведение; - описывать значимость своей специальности; - применять стандарты антикоррупционного поведения;	- сущность гражданско-патриотической позиции; - традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений; - значимость профессиональной деятельности по специальности; - стандарты антикоррупционного поведения и последствия его нарушения;	
ОК.07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в	- соблюдать нормы экологической безопасности; - определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по специальности; - организовывать профессиональную деятельность с соблюдением принципов бережливого производства; - организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний	- правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности; - основные ресурсы, задействованные в профессиональной деятельности; - пути обеспечения ресурсосбережения; - принципы бережливого производства;	

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
чрезвычайных ситуациях	об изменении климатических условий региона; - эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;	- основные направления изменения климатических условий региона; - правила поведения в чрезвычайных ситуациях;	
ОК.08 Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности	- использовать физкультурно-оздоровительную деятельность для укрепления здоровья, достижения жизненных и профессиональных целей; - применять рациональные приемы двигательных функций в профессиональной деятельности; - пользоваться средствами профилактики перенапряжения, характерными для данной специальности;	- роль физической культуры в общекультурном, профессиональном и социальном развитии человека; - основы здорового образа жизни; - условия профессиональной деятельности и зоны риска физического здоровья для специальности; - средства профилактики перенапряжения;	
ОК.09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы; - участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; - строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; - кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые); - писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы;	- правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; - основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); - лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; - особенности произношения; - правила чтения текстов профессиональной направленности;	
Профессиональные компетенции:			
ПК 1.6. Осуществлять написание программного	- разрабатывать объекты базы данных, такие как таблицы, индексы и связи между ними;	- основные принципы создания объектов базы данных;	- создания таблиц базы данных с определением структуры и типов

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
кода информационных систем в соответствии с техническим заданием	- программировать и создавать хранимые процедуры, функции и триггеры для обработки данных; - управлять данными в базе данных, включая ввод, обновление и удаление данных; - оптимизировать запросы и проводить мониторинг производительности базы данных; - работать с NoSQL базами данных; - использовать запросы для работы с данными в NoSQL базах данных; - оптимизировать производительность NoSQL баз данных;	- синтаксис и основные приемы работы с SQL; - методы оптимизации запросов и повышения производительности базы данных; - основные принципы управления данными и обслуживания базы данных; - основные принципы работы NoSQL баз данных и их моделей данных; - преимущества и недостатки NoSQL технологий по сравнению с реляционными базами данных; - методы оптимизации производительности NoSQL баз данных; - основные принципы управления данными и обслуживания NoSQL баз данных;	- данных для каждого атрибута; - определения первичных и внешних ключей для установления связей между таблицами; - создания индексов для оптимизации запросов и повышения производительности; - разработки хранимых процедур, функций и триггеров для обработки данных и поддержки бизнес-логики; - ввода, обновления и удаления данных в соответствии с требованиями бизнес-процессов; - оптимизации запросов для повышения производительности системы; - создания баз данных на основе NoSQL технологий - создания запросов для работы с данными в NoSQL базах данных; - оптимизации производительности NoSQL баз данных, используя индексы и другие техники;
ПК 1.7. Выполнять тестирование информационных систем (верификацию) в соответствии с техническим заданием	- устанавливать и настраивать СУБД; - создавать и удалять базы данных; - создавать пользователей и назначать права доступа; - оптимизировать запросы к базе данных; - обеспечивать безопасность баз данных; - создавать и настраивать базы данных в соответствии с требованиями бизнеса; - управлять транзакциями и контролировать целостность данных;	- архитектуру СУБД; - основные принципы администрирования баз данных; - методы мониторинга и оптимизации работы баз данных; - принципы резервного копирования и восстановления баз данных; - методы защиты баз данных от внешних угроз; - особенности работы с различными СУБД;	- установки и настройки СУБД; - создания и удаления баз данных; - восстановления баз данных; - резервного копирования баз данных; - создания пользователей и назначения прав доступа; - оптимизации запросов к базе данных

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
	- обеспечивать безопасность и управлять доступом к данным; - создавать и восстанавливать резервные копии данных; - работать с индексами и оптимизировать производительность запросов; - нормализовать базы данных и проектировать эффективные структуры данных; - мониторить и анализировать производительность баз данных; - работать с нереляционными базами данных и выбирать наиболее подходящий тип базы данных для конкретной задачи;	- Язык SQL (Structured Query Language); - управление транзакциями и контроль целостности данных; - управление доступом и безопасностью баз данных; - резервное копирование и восстановление данных; - оптимизацию производительности баз данных; - работу с индексами и оптимизация запросов; - мониторинг и анализ производительности; - принципы работы с реляционными базами данных; - принципы работы с нереляционными базами данных;	- мониторинга и обслуживания NoSQL баз данных, включая резервное копирование и восстановление данных.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

иметь практический опыт	- модели процесса разработки программного обеспечения; - основные принципы процесса разработки программного обеспечения; - основные подходы к интегрированию программных модулей; - основы верификации и аттестации программного обеспечения;
уметь	- использовать выбранную систему контроля версий; - использовать методы для получения кода с заданной функциональностью и степенью качества
знать	- модели процесса разработки программного обеспечения; - основные принципы процесса разработки программного обеспечения; - основные подходы к интегрированию программных модулей; - основы верификации и аттестации программного обеспечения

2 Структура и содержание дисциплины

2.1 Объем учебной дисциплины и виды работ

Виды учебной работы	Объем учебной работы, час.
Учебная нагрузка обучающихся всего, в том числе:	36
лекции	8
практические занятия	26
курсовая работа	-

самостоятельная работа обучающихся	-
консультации	2
промежуточная аттестация	-
Форма промежуточной аттестации	Зачёт с оценкой

2.2 Тематический план и содержание дисциплины

№ п/ п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)	Распределение часов			Форми- руемые компетен- ции	Формы текущего контроля
			Л	ПР	СРС		
Раздел 1. Математическое моделирование							
1	Тема 1.1. Основы Моделирования. Детерминирова нные задачи	Содержание учебного материала 1. Понятие решения. Множество решений, оптимальное решение. Показатель эффективности решения. 2. Математические модели, принципы их построения, виды моделей. 3. Задачи: классификация, методы решения, граничные условия. 4. Общий вид и основная задача линейного программирования. Симплекс – метод. 5. Транспортная задача. Методы нахождения начального решения транспортной задачи. Метод потенциалов. 6. Общий вид задач нелинейного программирования. Графический метод решения задач нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. 7. Основные понятия динамического программирования: шаговое управление, управление операций в целом, оптимальное управление, выигрыш на данном шаге, выигрыш за всю операцию, аддитивный критерий, мультипликативный критерий. 8. Простейшие задачи, решаемые методом динамического программирования.	4	16	-	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 08 ОК 09, ПК 1.3, ПК 1.4	Т, ПЗ, О

№ п/ п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)	Распределение часов			Форми- руемые компетен- ции	Формы текущего контроля
			Л	ПР	СРС		
		9. Методы хранения графов в памяти ЭВМ. Задача о нахождении кратчайших путей в графе и методы ее решения. 10. Задача о максимальном потоке и алгоритм Форда–Фалкерсона. Практические занятия: 1. Практическое занятие «Построение простейших математических моделей. Построение простейших статистических моделей». 2. Практическое занятие «Решение простейших однокритериальных задач». 3. Практическое занятие «Задача Коши для уравнения теплопроводности». 4. Практическое занятие «Сведение произвольной задачи линейного программирования к основной задаче линейного программирования». 5. Практическое занятие «Решение задач линейного программирования симплекс–методом». 6. Практическое занятие «Нахождение начального решения транспортной задачи. Решение транспортной задачи методом потенциалов». 7. Практическое занятие «Применение метода стрельбы для решения линейной краевой задачи». 8. Практическое занятие «Задача о распределении средств между предприятиями». 9. Практическое занятие «Задача о замене оборудования». 10. Практическое занятие «Нахождение кратчайших путей в графе. Решение задачи о максимальном потоке».					

№ п/ п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)	Распределение часов			Форми- руемые компетен- ции	Формы текущего контроля
			Л	ПР	СРС		
2	Тема 1.2. Задачи в условиях неопределенности	Содержание учебного материала 1. Системы массового обслуживания: понятия, примеры, модели. 2. Основные понятия теории марковских процессов: случайный процесс, марковский процесс, граф состояний, поток событий, вероятность состояния, уравнения Колмогорова, финальные вероятности состояний. 3. Схема гибели и размножения. 4. Метод имитационного моделирования. Единичный жребий и формы его организации. Примеры задач. 5. Понятие прогноза. Количественные методы прогнозирования: скользящие средние, экспоненциальное сглаживание, проектирование тренда. Качественные методы прогноза. 6. Предмет и задачи теории игр. Основные понятия теории игр: игра, игроки, партия, выигрыш, проигрыш, ход, личные и случайные ходы, стратегические игры, стратегия, оптимальная стратегия. 7. Антагонистические матричные игры: чистые и смешанные стратегии. 8. Методы решения конечных игр: сведение игры $m \times n$ к задаче линейного программирования, численный метод – метод итераций. 9. Область применимости теории принятия решений. Принятие решений в условиях определенности, в условиях риска, в условиях неопределенности.	4	10	-	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 08, ОК 09, ПК 1.3, ПК 1.4	Т, ПЗ, О

№ п/ п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)	Распределение часов			Форми- руемые компетен- ции	Формы текущего контроля
			Л	ПР	СРС		
		10. Критерии принятия решений в условиях неопределенности. Дерево решений. Практические занятия: 1. Практическое занятие «Составление систем уравнений Колмогорова. Нахождение финальных вероятностей. Нахождение характеристик простейших систем массового обслуживания.». 2. Практическое занятие «Решение задач массового обслуживания методами имитационного моделирования». 3. Практическое занятие «Построение прогнозов». 4. Практическое занятие «Решение матричной игры методом итераций». 5. Практическое занятие «Моделирование прогноза». 6. Практическое занятие «Выбор оптимального решения с помощью дерева решений».					
		Итого часов:	8	26	-		

2.3. Регламент распределения видов работ по дисциплине с ДОТ

Данная дисциплина реализуется с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ). Распределение видов учебной работы, форматов текущего контроля представлены в Таблице 2.3.

Таблица 2.3. — Распределение видов учебной работы и текущей аттестации

Вид учебной работы	Формат проведения
Лекционные занятия	Частично с применением ДОТ
Практические занятия	Частично с применением ДОТ
Текущий контроль	Частично с применением ДОТ
Промежуточная аттестация	Контактная аудиторная работа
Формы текущего контроля	Формат проведения

Тестирование	Частично с применением ДОТ
Опрос	Контактная аудиторная работа
Практические задания	Частично с применением ДОТ

Доступ к системе дистанционных образовательных программ осуществляется каждым обучающимся самостоятельно с любого устройства на портале: <https://sziu-de.ranepa.ru>, в соответствии с их индивидуальным паролем и логином к личному кабинету/ профилю.

Текущий контроль, проводимый в системе дистанционного обучения, оцениваются как в системе дистанционного обучения, так и преподавателем вне системы.

Доступ к материалам лекций предоставляется в течение всего семестра по мере прохождения освоения программы. Доступ к каждому виду работ и количество попыток на выполнение задания предоставляется ограниченное время согласно регламенту дисциплины, опубликованному в системе дистанционного обучения. Преподаватель оценивает выполненные обучающимися работы не позднее 14 рабочих дней после окончания срока выполнения.

3 Материалы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

3.1 Формы и методы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Формы текущего контроля успеваемости:

Опрос (О) позволяет выявить правильность ответа по содержанию, его последовательность, самостоятельность суждений и выводов, степень развития логического мышления.

Оценка	Критерии оценивания
«Отлично»	Ответ правильный по содержанию, логически выстроен и последователен. Студент демонстрирует самостоятельность суждений и выводов, свободно оперирует терминами, раскрывает суть понятий и их взаимосвязи. Проявляется высокий уровень развития логического мышления: студент способен анализировать, сопоставлять, приводить примеры и аргументировать позицию.
«Хорошо»	Ответ в целом правильный и достаточно последовательный, отражает понимание основных положений темы. Студент владеет терминологией, но может испытывать небольшие затруднения при раскрытии сложных взаимосвязей или аргументации. Допускаются незначительные неточности, которые студент способен исправить самостоятельно после наводящих вопросов.

«Удовлетворительно»	Ответ содержит основные сведения по теме, но отличается недостаточной последовательностью, фрагментарностью или слабой аргументацией. Студент знает базовые понятия, но испытывает трудности в раскрытии их взаимосвязей и применении на практике. Для устранения пробелов требуется руководство преподавателя.
«Неудовлетворительно»	Ответ неправильный или крайне неполный, отсутствует логическая структура, наблюдается путаница в терминах и понятиях. Студент не способен самостоятельно сформулировать выводы, не демонстрирует понимания сути темы. Требуется повторное изучение основных разделов дисциплины под руководством преподавателя.

Тестирование (Т) – задания, с вариантами ответов.

Критерии оценивания

Оценки «отлично» заслуживает студент, если он ответил правильно на 90-100% вопросов теста;

Оценки «хорошо» заслуживает студент, если он ответил правильно на часть вопросов 75%-89%;

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, если он правильно ответил часть вопросов 50%-74%;

Оценки «неудовлетворительно» заслуживает студент, если он правильно ответил менее чем на 50% вопросов или не представлен тест на проверку.

Практическое задание (ПЗ) используется для закрепления теоретических знаний и отработки навыков и умений, способности применять знания при решении конкретных задач.

Критерии оценивания

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший глубокое знание материала, умение свободно выполнять задания, понимающий взаимосвязь основных понятий темы;

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала; успешно выполняющий предусмотренные задания; и допустивший незначительные ошибки: неточность фактов, стилистические ошибки;

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знания основного материала в объеме, необходимом для дальнейшего изучения дисциплины. Справляющийся с выполнением заданий; допустивший погрешности в ответе, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;

Оценки «неудовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший существенные пробелы в знании основного материала; не справляющийся с выполнением заданий,

допустивший серьезные погрешности в ответах, нуждающийся в повторении основных разделов курса под руководством преподавателя.

Формы текущего контроля

№ п/п	Название темы	Формы текущего контроля успеваемости
1	Тема 1.1. Основы архитектуры ЭВМ	Т, ПЗ, О
2	Тема 1.2. Центральные компоненты системы	Т, ПЗ, О

Примечание. В столбце «Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации» перечисляются все используемые в учебном процессе по данной дисциплине формы контроля освоения материала. (Т – тестирование; ПЗ – практическое задание, О – опрос).

3.2 Оценочные средства текущего контроля успеваемости обучающихся

Примеры типовых заданий для практических работ

Тема 1.1. Основы моделирования. Детерминированные задачи

1. **Построение простейшей математической модели.** Задание: сформулируйте математическую модель для задачи «оптимальное распределение бюджета на закупку оборудования» (3 вида оборудования, известны цена и полезный эффект от единицы каждого вида, общий бюджет ограничен).
Выделите:

- целевую функцию (максимизация суммарного эффекта);
 - переменные модели;
 - систему ограничений (бюджет, неотрицательность переменных, при необходимости — минимальные объёмы закупки).
- Запишите модель в стандартной форме задачи линейного программирования. Кратко (3–4 предложения) объясните экономический смысл каждого ограничения.

2. **Сведение задачи к основной задаче линейного программирования.**
Задание: дана задача ЛП с ограничениями в виде неравенств и равенств, а также переменными без требования неотрицательности.
Выполните преобразования:

- приведите все ограничения к виду равенств (введением дополнительных переменных);
- обеспечьте неотрицательность всех переменных (замена переменных при необходимости);

- выразите целевую функцию через новые переменные.

Представьте исходную и итоговую постановки задачи рядом (в виде формул) и кратко (2–3 предложения) опишите смысл введённых переменных.

3. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом.

Задание: решите задачу ЛП симплекс-методом вручную (не менее 2–3 итераций). Исходные данные подберите так, чтобы задача имела допустимое начальное базисное решение.

Для каждой итерации представьте:

- симплекс-таблицу;
- указание разрешающего столбца и строки;
- расчёт новых значений базисных переменных и целевой функции.

В конце сформулируйте ответ: оптимальные значения переменных и значение целевой функции. Кратко (2–3 предложения) прокомментируйте, как по таблице понять, что решение оптимально.

4. Транспортная задача: начальное решение и метод потенциалов.

Задание: для транспортной задачи с 3 поставщиками и 4 потребителями:

- постройте начальное опорное решение методом северо-западного угла и методом минимальной стоимости;
- сравните суммарные транспортные затраты для двух решений;
- выберите одно из решений и проведите одну-две итерации метода потенциалов для улучшения плана.

Оформите результаты в виде матриц перевозок и таблицы потенциалов. В конце (2–3 предложения) сделайте вывод: какой метод дал лучший старт и почему улучшение плана имеет смысл.

5. **Задача нелинейного программирования: графический метод и метод множителей Лагранжа.** Задание: рассмотрите задачу максимизации прибыли при нелинейной зависимости дохода от объёма выпуска и квадратичных издержках, с линейным ограничением на ресурсы.

Выполните:

- графическое решение (постройте линии уровня целевой функции и область допустимых решений, укажите точку оптимума);
 - аналитическое решение методом множителей Лагранжа (составьте функцию Лагранжа, выпишите систему уравнений, найдите решение).
- Сравните результаты двух методов (совпадают ли координаты оптимума). Кратко (3–4 предложения) объясните, в каких случаях графический метод удобен, а в каких — нет.

6. Динамическое программирование: задача распределения средств между предприятиями. Задание: распределите 100 условных единиц средств между 3 предприятиями, если известны дискретные значения эффекта от вложений (таблицы эффективности).

Реализуйте метод динамического программирования:

- определите этапы (предприятия), состояние (оставшийся бюджет), управление (размер вложений), выигрыш (эффект);
 - проведите прямой и обратный ход, построив таблицы условной оптимальности;
 - сформулируйте оптимальное распределение и суммарный эффект.
- Приложите таблицы расчётов и краткое (3–4 предложения) описание логики выбора на каждом шаге.

7. Задача о замене оборудования. Задание: смоделируйте задачу замены оборудования на горизонте 5 лет: известны стоимость нового оборудования, ежегодные эксплуатационные расходы и остаточная стоимость. Сформулируйте рекуррентное соотношение для функции оптимального выигрыша и выполните расчёты (таблично) для каждого года. Определите оптимальную стратегию замены (в какие годы менять/не менять) и суммарные минимальные затраты. Кратко (3–4 предложения) объясните, как изменится стратегия, если стоимость нового оборудования вырастет или снизятся эксплуатационные расходы.

8. Графовые задачи: кратчайшие пути и максимальный поток. Задание: для заданного ориентированного графа (не менее 6 вершин и 10 рёбер) с весами и пропускными способностями:

- найдите кратчайшие пути от одной вершины до всех остальных (алгоритм Дейкстры или аналогичный);
- решите задачу о максимальном потоке между источником и стоком (алгоритм Форда–Фалкерсона).

Представьте граф в виде матрицы смежности/инцидентности, приведите промежуточные шаги (таблицы/метки) и итоговые результаты. Кратко (2–3 предложения) укажите, где в реальных информационных системах применяются такие модели (логистика, сети передачи данных, планирование маршрутов).

Тема 1.2. Задачи в условиях неопределённости

1. **Системы массового обслуживания: уравнения Колмогорова и финальные вероятности.** Задание: для простейшей системы массового обслуживания (например, одноканальная СМО с ожиданием, интенсивности потока заявок и обслуживания заданы) составьте граф состояний и систему уравнений Колмогорова. Найдите финальные вероятности состояний и рассчитайте основные характеристики: среднее число заявок в системе, среднее время ожидания, коэффициент загрузки канала. Представьте граф, систему уравнений и расчёты. Кратко (2–3 предложения) поясните, как изменение интенсивности обслуживания повлияет на характеристики системы.

2. **Имитационное моделирование СМО.** Задание: реализуйте упрощённую имитационную модель одноканальной СМО (без очереди или с ограниченной очередью) методом единичного жребия. Смоделируйте работу системы в течение 1000 единиц времени (или 500 заявок), фиксируя:

- моменты поступления заявок;
- моменты начала и окончания обслуживания;
- время ожидания в очереди;
- количество отказов (если очередь ограничена).

Рассчитайте оценки характеристик (среднее время ожидания, доля отказов, загрузка канала). Приведите фрагмент псевдокода или кода (на любом языке) и таблицу с выборочными результатами. Кратко (3–4 предложения) сравните результаты имитационного моделирования с аналитическими оценками из предыдущего задания.

3. **Построение прогнозов: скользящие средние и экспоненциальное сглаживание.** Задание: дан временной ряд из 12–15 наблюдений (например, ежемесячные продажи).

Постройте прогнозы на 2–3 периода вперёд:

- методом скользящих средних (с разными длинами окна);
 - методом экспоненциального сглаживания (с разными значениями параметра α).
- Оцените точность прогнозов по метрикам MAE и MSE. Представьте исходный ряд, прогнозные значения, расчёты ошибок и графики (ряд и прогнозы). Кратко (3–4 предложения) сравните методы: какой лучше подходит для ряда с трендом, какой — для ряда с сезонностью или шумом.

4. **Матричная игра: решение методом итераций.** Задание: для антагонистической матричной игры (матрица 3×3 или 4×4) найдите приближённое решение методом итераций (не менее 10–15 итераций). На каждом шаге фиксируйте:

- накопленные выигрыши игроков;
- текущие оценки стратегий (частоты выбора ходов);
- оценки цены игры.

Постройте графики сходимости оценок цены игры.

В конце приведите итоговые смешанные стратегии и цену игры. Кратко (2–3 предложения) объясните, как увеличение числа итераций влияет на точность результата.

5. Дерево решений и критерии принятия решений в условиях неопределённости. Задание: постройте дерево решений для задачи выбора проекта (3 альтернативы, 3–4 сценария развития рынка с вероятностями или без). Рассчитайте ожидаемую полезность для каждого варианта (при заданных вероятностях). Дополнительно примените 2–3 критерия для условий неопределённости (например, критерий Вальда, критерий Сэвиджа, критерий Гурвица) и сравните полученные рекомендации. Представьте дерево решений (текстовое описание или схему) и таблицу расчётов по каждому критерию. Кратко (4–5 предложений) сформулируйте итоговую рекомендацию и объясните, почему в разных условиях неопределённости могут быть предпочтительны разные критерии.

Примеры тестовых заданий:

Часть 1. Задания с выбором одного правильного ответа

1. Что понимается под оптимальным решением в математическом моделировании?
 - а) Любое допустимое решение задачи
 - б) Решение, доставляющее экстремальное значение целевой функции среди всех допустимых решений
 - в) Решение, удовлетворяющее только основным ограничениям
 - г) Решение, полученное без учёта граничных условий
2. Какой метод применяется для решения транспортной задачи после нахождения начального опорного плана?
 - а) Симплекс-метод
 - б) Метод потенциалов
 - в) Метод множителей Лагранжа
 - г) Метод итераций

3. В чём основное отличие динамического программирования от других методов оптимизации?

- а) Всегда даёт точное решение за одну итерацию
- б) Использует принцип оптимальности и разбиение задачи на этапы
- в) Применимо только к линейным задачам
- г) Не требует задания целевой функции

Часть 2. Задания на установление соответствия

4. Установите соответствие между задачей и подходящим методом её решения:

Задача	Метод
1. Задача линейного программирования	А. Метод потенциалов
2. Транспортная задача	Б. Симплекс-метод
3. Задача нелинейного программирования с ограничениями-равенствами	В. Метод множителей Лагранжа
4. Задача принятия решений в условиях неопределённости	Г. Критерий Вальда / критерий Гурвица

Ответ: 1 — Б, 2 — А, 3 — В, 4 — Г.

Часть 3. Задания на последовательность действий

5. Установите правильную последовательность шагов при решении задачи линейного программирования симплекс-методом:

- а) Привести задачу к каноническому виду (равенства, неотрицательные переменные)
- б) Построить начальную симплекс-таблицу
- в) Проверить критерий оптимальности (отсутствие положительных/отрицательных коэффициентов в строке целевой функции)
- г) Выполнить итерацию: выбрать разрешающий столбец и строку, пересчитать таблицу
- д) Если критерий не выполнен, повторить итерацию; если выполнен — записать оптимальное решение

Правильный порядок: а, б, в, г, д.

Часть 4. Ситуационные задачи

6. Компания решает, какой из трёх проектов запустить. Для каждого проекта известны возможные исходы и их вероятности. Как построить дерево решений и как выбрать

оптимальный проект? Опишите пошаговый план (не менее 5 шагов) и укажите, какие количественные показатели нужно рассчитать.

7. Требуется спрогнозировать спрос на товар на ближайшие 3 месяца. У вас есть данные за 12 месяцев. Какие методы прогнозирования вы выберете и почему? Опишите, как будете оценивать точность прогноза, и приведите формулы для двух метрик ошибки.

Примеры типовых вопросов для устного опроса

1. Дайте определение математической модели и перечислите основные принципы её построения. Приведите пример простой модели из предметной области информационных систем.

2. Объясните, в чём состоит основная задача линейного программирования и как её можно свести к канонической форме.

3. Расскажите, как работает метод потенциалов для транспортной задачи. Какие величины в нём рассчитываются и как они помогают улучшать план?

4. Опишите идею динамического программирования и принцип оптимальности Беллмана. Приведите пример задачи, где этот метод даёт существенное преимущество.

5. Что такое система массового обслуживания? Перечислите основные характеристики и объясните, как их можно найти аналитически и с помощью имитационного моделирования.

6. Объясните смысл уравнений Колмогорова и как с их помощью находят финальные вероятности состояний.

7. В чём разница между прогнозированием методом скользящих средних и экспоненциальным сглаживанием? Когда какой метод предпочтительнее?

8. Что такое антагонистическая матричная игра? Как связаны такие игры с задачами линейного программирования?

9. Перечислите критерии принятия решений в условиях неопределённости и кратко поясните смысл каждого.

10. Что показывает дерево решений и как на его основе делают выбор? Приведите пример структуры дерева для простой задачи.

3.3 Оценочные средства по дисциплине для промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к зачету с оценкой

1. Дайте определение математической модели. Чем модель отличается от оригинала?
2. Назовите три основных принципа построения математических моделей.
3. Что такое допустимое решение, оптимальное решение и множество решений?
4. Что понимают под показателем эффективности (критерием оптимальности) решения?
5. Как классифицируются задачи математического моделирования по характеру искомых величин?
6. Что такое граничные условия и какую роль они играют в постановке задачи?
7. Сформулируйте основную задачу линейного программирования в общей и канонической форме.
8. Что такое область допустимых решений (ОДР) в задаче ЛП? Как она выглядит графически?
9. В чём заключается геометрическая интерпретация задачи ЛП для случая двух переменных?
10. Опишите идею симплекс-метода. На каком математическом свойстве он основан?
11. Что такое симплекс-таблица и как в ней определяются разрешающий столбец и строку?
12. Какие особенности имеет транспортная задача как частный случай задачи ЛП?
13. Сформулируйте математическую модель закрытой транспортной задачи.
14. Опишите метод северо-западного угла для нахождения начального опорного решения.
15. В чём преимущество метода минимального элемента перед методом северо-западного угла?
16. Опишите алгоритм метода потенциалов для улучшения опорного плана транспортной задачи.
17. Что такое цикл перераспределения в транспортной задаче и как его построить?
18. Как транспортная задача решается при неравенстве запасов и потребностей?
19. Дайте общий вид задачи нелинейного программирования. Чем она принципиально сложнее ЛП?

20. Опишите графический метод решения задачи НЛП для двух переменных.
21. В чём заключается метод множителей Лагранжа? Что характеризует множитель Лагранжа?
22. Сформулируйте необходимые условия оптимальности (условия Куна-Таккера) для задачи НЛП.
23. В чём заключается принцип оптимальности Беллмана? Сформулируйте его.
24. Дайте определения: шаг управления, управление операцией в целом, стратегия управления.
25. Что такое аддитивный и мультипликативный критерий эффективности в ДП?
26. Опишите типовую схему решения задачи методом динамического программирования.
27. Приведите пример классической задачи, решаемой методом ДП (например, задача о рюкзаке, о замене оборудования).
28. Перечислите основные способы хранения графов в памяти ЭВМ (матрица смежности, список смежности).
29. Сформулируйте задачу о кратчайшем пути в графе. Приведите пример алгоритма её решения (Дейкстры, Флойда).
30. Сформулируйте задачу о максимальном потоке в транспортной сети.
31. Опишите алгоритм Форда-Фалкерсона нахождения максимального потока.
32. Что такое разрез сети и как он связан с величиной максимального потока (теорема Форда-Фалкерсона)?
33. Перечислите основные элементы любой СМО (входной поток, очередь, каналы обслуживания).
34. Что такое простейший (пуассоновский) поток заявок? Какими свойствами он обладает?
35. Дайте классификацию СМО по системе Кендалла (обозначение $A/B/n/m$). Расшифруйте обозначения.
36. Запишите формулы для расчёта основных характеристик одноканальной СМО с ожиданием ($M/M/1/\infty$).
37. Что такое коэффициент загрузки системы (ρ) и каково условие существования стационарного режима?
38. Опишите схему гибели и размножения. Как для неё составить уравнения Колмогорова?
39. Что такое финальные вероятности состояний СМО и как они находятся?

40. Дайте определение марковского случайного процесса. Что такое свойство марковости (отсутствие последствий)?
41. Что такое граф состояний марковского процесса? Приведите пример.
42. Как выглядят дифференциальные уравнения Колмогорова для вероятностей состояний?
43. Что такое эргодический марковский процесс и эргодические вероятности?
44. В каких случаях имитационное моделирование предпочтительнее аналитического?
45. Что такое генерация псевдослучайных чисел и какова её роль в имитационном моделировании?
46. Опишите общую схему проведения имитационного эксперимента.
47. В чём суть метода скользящих средних для прогнозирования временных рядов?
48. Опишите метод экспоненциального сглаживания. Что характеризует параметр сглаживания α ?
49. Чем количественные методы прогнозирования отличаются от качественных?
50. Дайте определение антагонистической игры. Что такое платёжная матрица?
51. Что такое чистая стратегия и смешанная стратегия игрока?
52. Дайте определение ситуации равновесия (седловой точки) в чистых стратегиях.
53. Сформулируете критерий выбора стратегии в условиях неопределённости по Вальду (максиминный).
54. Сформулируйте критерий выбора стратегии по Сэвиджу (критерий минимаксного риска).
55. Сформулируете критерий выбора стратегии по Гурвицу. Что характеризует параметр α ?
56. Как матричная игра может быть сведена к задаче линейного программирования?
57. В чём разница между принятием решений в условиях определенности, риска и неопределённости?
58. Что такое дерево решений? Из каких элементов оно состоит?
59. Как с помощью дерева решений выбрать оптимальную стратегию в условиях риска?
60. Что такое анализ чувствительности решения и для чего он проводится?

61. Когда для решения практической задачи следует выбрать линейную, а когда нелинейную модель?
62. В чём ключевое отличие задач, решаемых динамическим программированием, от задач линейного программирования?
63. Когда для анализа системы (например, очереди запросов) достаточно детерминированной модели, а когда необходима стохастическая (например, СМО)?
64. Сравните подходы теории игр и теории принятия решений. В каких ситуациях применяется каждая?
65. Чем имитационная модель принципиально отличается от аналитической? Приведите примеры задач для каждой.
66. Для оптимизации расходов на облачные вычисления (выбор типа и количества виртуальных машин) подходят ли методы ЛП? Обоснуйте.
67. Какую модель (ЛП, транспортную, ДП) вы выберете для задачи составления оптимального расписания автоматизированного тестирования?
68. Вы анализируете производительность веб-сервера. При каких условиях вы будете моделировать его как СМО типа М/М/1, а при каких — М/М/п?
69. При планировании закупки серверного оборудования вы оцениваете два поставщика в условиях неопределённого спроса. Какой математический аппарат (дерево решений, критерии, теория игр) примените и почему?
70. Для моделирования распространения компьютерного червя в корпоративной сети какую модель (марковский процесс, СМО, ДП) вы сочтете наиболее адекватной?

4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к изучению дисциплины «Настройка и обеспечение работоспособности программных и аппаратных средств устройств инфокоммуникационных систем», студент должен ознакомиться с содержанием данной «Рабочей учебной программы дисциплины» с тем, чтобы иметь четкое представление о своей работе.

В первую очередь необходимо уяснить цель и задачи изучаемой дисциплины, оценить объем материала, познакомиться с предложенной и подобрать основную и дополнительную литературу, выявить наиболее важные проблемы, стоящие по вопросам изучаемой дисциплины.

Выполнение заданий осуществляется в соответствии с учебным планом и программой. Они должны выполняться в соответствии с методическими рекомендациями, выданными преподавателем, и представлены в установленные преподавателем сроки.

Работая с учебниками и учебными пособиями, целесообразно законспектировать тот материал, который не сообщался студентам на лекциях.

На занятиях лекционного и практического характера студентам для работы требуется тетрадь для записи лекций и заданий.

Для успешного овладения программой дисциплины необходимо выполнять следующие требования:

- посещать все лекционные и практические занятия;
- все рассматриваемые на лекциях и практических занятиях темы и вопросы обязательно фиксировать в тетради;
- в случае пропуска занятий по каким-либо причинам необходимо обязательно самостоятельно изучать соответствующий материал в Moodle, фиксируя записи в тетради, а также выполнять практические задания.

Подготовка к зачету с оценкой осуществляется по представленным в списке основной и дополнительной литературе. Рекомендуемые литература и интернет-ресурсы будут полезны при выполнении практических заданий и для подготовки к тестированиям.

Методические рекомендации по составлению конспекта

Конспект — сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте.

Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения.

Методические рекомендации по составлению опорного конспекта

Опорный конспект — вид внеаудиторной самостоятельной работы студента по созданию краткой информационной структуры, обобщающей и отражающей суть материала лекции, темы учебника.

Опорный конспект — это наилучшая форма подготовки к ответу на вопросы.

Основная цель опорного конспекта — облегчить запоминание. Этапы составления опорного конспекта:

1. Изучить материалы темы, выбрать главное и второстепенное;
2. Установить логическую связь между элементами темы;
3. Представить характеристику элементов в краткой форме;
4. Выбрать опорные сигналы для акцентирования главной информации и отобразить в структуре работы.

Методические рекомендации по прохождению тестирования

Тестирование — это исследовательский метод, который позволяет выявить уровень знаний, умений и навыков, способностей, а также их соответствие определенным нормам усвоения, путем выполнения испытуемым ряда специальных заданий.

Следует понимать, что тестовые задания могут быть представлены в различных формах:

— задания закрытой формы, в которых обучающийся выбирает один или несколько правильных ответов из заданного набора:

— задания на дополнение (открытые задания) требующие самостоятельного получения ответов:

— задания на установления соответствия (с множественным выбором), выполнение которых связано с выявлением соответствия между элементами нескольких множеств:

— задания на установление правильной последовательности, в которых от учащегося требует указать порядок действий или процессов и другие. Этапы подготовки к тестированию:

1. Внимательно прочитайте материал по конспекту, составленному на учебном занятии. Прочитайте тот же материал по учебнику, учебному пособию.

2. Постарайтесь разобраться с непонятным, в частности новыми терминами и конструкциями.

3. Ответьте на контрольные вопросы для самопроверки, имеющиеся в учебнике, конспекте и т. д.

4. Кратко перескажите содержание изученного материала «своими словами».

5. Выучите определения основных понятий, условные обозначения, формулы и конструкции.

Подготовка к практическим занятиям

В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях, ознакомиться с программным обеспечением. Следует

дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Заканчивать подготовку следует закреплением материала с использованием соответствующих программных продуктов.

Все практические задания, предусмотренные рабочей программой, представлены в фонде оценочных средств по дисциплине.

Критерии оценивания выполненных практических работ:

- правильность выполнения работы (отсутствие фактических, логических и других ошибок);
- полнота выполнения работы;
- своевременность выполнения;
- правильность оформления отчета.

За задания, выполненные позже установленного срока или с нарушениями требований к оформлению, оценка на балл снижается.

Порядок организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Целью самостоятельной работы студентов является: овладение практическими знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности.

Самостоятельная работа студентов предполагает:

- самостоятельный поиск ответов и необходимой информации в рамках изучаемых тем;
- выполнение заданий для самостоятельной работы, в том числе тестов;
- изучение теоретического и лекционного материала, а также основной и дополнительной литературы при подготовке к практическим занятиям.

5 Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Основная литература

1. Таха, Х. Введение в исследование операций: учебник / Х. Таха. — 10-е изд. — Москва: Вильямс, 2022. — 912 с. — ISBN 978-5-8459-2188-0. — Текст: электронный // Лань:

электронно-библиотечная система [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195687> (дата обращения: 22.03.2024).

2. Ашманов, С. А. Линейное программирование: учебное пособие / С. А. Ашманов. — Москва: Физматлит, 2021. — 304 с. — ISBN 978-5-9221-1726-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/208456> (дата обращения: 22.03.2024).

Дополнительная литература

1. Красс, М. С. Математические методы и модели для магистрантов экономики: учебное пособие / М. С. Красс, Б. П. Чупрынов. — 2-е изд. — Санкт-Петербург: Питер, 2019. — 496 с. — ISBN 978-5-4461-1196-8. — Текст: электронный // Библиокомплектатор [сайт]. — URL: <https://bibliocomplectator.ru/reader/1196> (дата обращения: 22.03.2024).

2. Вентцель, Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология: учебник для вузов / Е. С. Вентцель. — 11-е изд., стер. — Москва: КноРус, 2023. — 432 с. — ISBN 978-5-406-10873-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537000> (дата обращения: 22.03.2024).

3. Карманов, В. Г. Математическое программирование: учебное пособие / В. Г. Карманов. — 7-е изд., стер. — Москва: Физматлит, 2020. — 264 с. — ISBN 978-5-9221-1725-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/208455> (дата обращения: 22.03.2024).

4. Оре, О. Теория графов: учебное пособие / О. Оре. — 4-е изд. — Москва: УРСС, 2018. — 352 с. — ISBN 978-5-397-05836-8. — Текст: электронный // Библиокомплектатор [сайт]. — URL: <https://bibliocomplectator.ru/reader/5836> (дата обращения: 22.03.2024).

5. Кормен, Т. Х. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Х. Кормен, Ч. И. Лейзерсон, Р. Л. Ривест, К. Штайн. — 3-е изд. — Москва: Вильямс, 2022. — 1328 с. — ISBN 978-5-8459-2025-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195689> (дата обращения: 22.03.2024).

6. Гнеденко, Б. В. Введение в теорию массового обслуживания / Б. В. Гнеденко, И. Н. Коваленко. — 4-е изд. — Москва: ЛКИ, 2020. — 400 с. — ISBN 978-5-382-01160-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195690> (дата обращения: 22.03.2024).

7. Вентцель, Е. С. Теория случайных процессов и её инженерные приложения / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. — 4-е изд. — Москва: Академия, 2021. — 432 с. — ISBN 978-

5-7695-5678-9. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/474444> (дата обращения: 22.03.2024).

8. Петросян, Л. А. Теория игр: учебник / Л. А. Петросян, Н. А. Зенкевич, Е. А. Семина. — 3-е изд., перераб. — Москва: КноРус, 2020. — 496 с. — ISBN 978-5-406-07815-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/462899> (дата обращения: 22.03.2024).

9. Ларичев, О. И. Теория и методы принятия решений / О. И. Ларичев. — 3-е изд. — Москва: Логос, 2022. — 392 с. — ISBN 978-5-98704-223-5. — Текст: электронный // Библиокомплектатор [сайт]. — URL: <https://bibliocomplectator.ru/reader/4223> (дата обращения: 22.03.2024).

10. Акулич, И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах / И. Л. Акулич. — 3-е изд. — Москва: Высшая школа, 2019. — 336 с. — ISBN 978-5-06-006394-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195692> (дата обращения: 22.03.2024).

11. Росс, Ш. Имитационное моделирование / Ш. Росс. — 5-е изд. — Санкт-Петербург: Питер, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-4461-1436-5. — Текст: электронный // Библиокомплектатор [сайт]. — URL: <https://bibliocomplectator.ru/reader/1436> (дата обращения: 22.03.2024).

Интернет-ресурсы

12. Coursera. — URL: <https://www.coursera.org> (разделы «Data Science», «Math and Logic», курсы по оптимизации и исследованию операций).

13. Stepik. Образовательная платформа. — URL: <https://stepik.org/catalog> (курсы «Алгоритмы и структуры данных», «Введение в оптимизацию»).

14. Habr.com (разделы «Алгоритмы», «Математика», «Научно-популярное»). — URL: <https://habr.com/ru/feed/>.

15. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. — URL: <https://elibrary.ru>.

16. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». — URL: <https://cyberleninka.ru>.

17. Документация Python (библиотеки SciPy, PuLP, NetworkX, SimPy). — URL: <https://docs.python.org>, <https://scipy.org>, <https://networkx.org>.

18. GitHub. Репозитории с примерами кода по математическому моделированию. — URL: <https://github.com/topics/mathematical-modeling>.

19. Нормативно-техническая и методическая документация

20. ГОСТ 7.0.100-2018. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.
21. ГОСТ Р 54598.1-2015/ISO/IEC/IEEE 15288:2015. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем.
22. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Математическое моделирование» (внутренний документ образовательной организации).
23. Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование» (внутренний документ образовательной организации).
24. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 09.02.07 «Информационные системы и программирование».

Нормативно-техническая документация:

1. Стандарты в области программной инженерии и системного моделирования
2. Методологические стандарты и руководства по моделированию
3. Документация по инструментам моделирования и оптимизации
4. Технические спецификации и протоколы для сетевого моделирования

6 Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

Для реализации дисциплины необходимы:

Лаборатория архитектуры аппаратных средств, включающая:

- 10-15 рабочих мест для сборки/разборки ПК, оснащенных антистатическими ковриками и браслетами
- Программное обеспечение для имитационного моделирования (Arena Student Version, Simul8)
- Система сбора и анализа результатов (Сервер БД)
- Программное обеспечение для виртуализации (VMware Workstation, VirtualBox)
- Компьютерный класс (15-20 рабочих мест) с современными ПК, объединенными в локальную сеть с выходом в интернет.

Информационные технологии

- Локальная вычислительная сеть с организованным доступом к электронным образовательным ресурсам
- Система видеоконференцсвязи (Mts Link) для проведения дистанционных консультаций
- Виртуальная образовательная среда на базе LMS (Moodle) для размещения учебных материалов и проведения тестирования
- Система облачного хранения (Яндекс.Диск) для коллективной работы над проектами

Программное обеспечение

Операционные системы: Windows 10/11, Linux (Ubuntu, CentOS, Astra, Alt)

Средства виртуализации: Oracle VM VirtualBox, VMware Workstation

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Операционная система (РЕД ОС 8.0 или аналог)
 - ПО для просмотра документов в формате PDF (Atril или аналог)
 - ПО для архивации (Engrampa или аналог)
 - ПО офисный пакет (Программный пакет Р7-Офис. Профессиональный (десктопная версия), Программный пакет LibreOffice или аналоги)
 - ПО веб-браузер (Яндекс Браузер, Chromium, Google Chrome или аналоги)
 - ПО редактор диаграмм (Р7-Графика, draw.io или аналоги)
 - ПО Системы контроля версий (Git, GitKraken или аналоги)
 - Программная платформа (.NET, Java SE Development Kit, Anaconda3 или аналоги)
 - ПО среда разработки (JetBrains Rider, Microsoft Visual Studio Professional, PyCharm Professional Edition, IntelliJ IDEA Ultimate, JetBrains WebStorm, Eclipse IDE for Java или аналоги)
 - Среда для разработки графических интерфейсов (Kivy Designer, Qt Designer или аналоги)
 - Текстовый редактор (Sublime Text, Visual Studio Code или аналоги)
 - Клиент для работы с API (Postman или аналог)
 - ПО СУБД (JetBrains DataGrip, DBeaver Community, PgAdmin, MySQL Workbench или аналоги)
- Офисные пакеты: Microsoft Office 365, LibreOffice

Системы управления базами данных

Электронно-библиотечные системы (ЭБС)

1. Электронно-библиотечная система «IPR SMART» (СПО) — URL: <https://www.iprbookshop.ru/>;
2. Электронно-библиотечная система «Лань» — URL: <https://e.lanbook.com/>;
3. Электронно-библиотечная система «iBooks» — URL: <https://ibooks.ru/>;
4. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM» — URL: <https://znanium.ru/>.