

Подписано цифровой подписью: АНОО ВО
"СИБИТ"

Причина: Я утвердил этот документ
DN: ИНН ЮЛ=7707329152, E=uc@tax.gov.ru,
ОГРН=1047707030513, C=RU, S=77 Москва, L=г.
Москва, STREET="ул. Неглиная, д. 23",
O=Федеральная налоговая служба, CN=Федеральная
налоговая служба

УТВЕРЖДЕНО

Ректор

Родионов М. Г.

протокол от 27.08.2025 № 11

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 09.03.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль) подготовки: Прикладная информатика в экономике

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Формы обучения: очная, очно-заочная, заочная

Год набора (приема на обучение): 2025

Срок получения образования: Очная форма обучения – 4 года
 Очно-заочная форма обучения – 4 года 6 месяца(-ев)
 Заочная форма обучения – 4 года 6 месяца(-ев)

Объем: в зачетных единицах: 3 з.е.
 в академических часах: 108 ак.ч.

г. Омск, 2025

Разработчики:

Доцент, департамент очного обучения, кандидат педагогических наук, доцент Бабичева И. В.

**Рецензенты:**

Кийко П.В., доцент кафедры высшей математики, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К. А. Тимирязева», к.пед.н.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утвержденного приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 922, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Программист", утвержден приказом Минтруда России от 20.07.2022 № 424н; "Специалист по информационным системам", утвержден приказом Минтруда России от 13.07.2023 № 586н; "Руководитель проектов в области информационных технологий", утвержден приказом Минтруда России от 27.04.2023 № 369н; "Системный аналитик", утвержден приказом Минтруда России от 27.04.2023 № 367н.

Согласование и утверждение

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1		Руководитель образовательной программы	Родионов М. Г.	Согласовано	27.08.2025, № 11

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)
2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы
3. Место дисциплины в структуре ОП
4. Объем дисциплины и виды учебной работы
5. Содержание дисциплины
 - 5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
 - 5.2. Содержание разделов, тем дисциплины
6. Рекомендуемые образовательные технологии
7. Оценочные материалы текущего контроля
8. Оценочные материалы промежуточной аттестации
9. Порядок проведения промежуточной аттестации
10. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
 - 10.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
 - 10.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
 - 10.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
 - 10.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование
11. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - ознакомление студентов с содержанием и основными задачами современных технологий математического и компьютерного моделирования; развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений

Задачи изучения дисциплины:

- формирование знаний об основных этапах развития моделирования;
- изучение основ построения и исследования моделей различных процессов и явлений;
- понимание сути функционирования систем имитационного моделирования;
- формирование представлений о возможностях современных систем моделирования для анализа систем информатики.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

ОПК-1.1 Знает основы математики, информатики, вычислительной техники и программирования.

Знать:

ОПК-1.1/Зн5 Классификацию математических моделей

ОПК-1.1/Зн6 Этапы экономико-математического моделирования

ОПК-1.1/Зн7 Основные методы математического моделирования в экономической области

ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования.

Уметь:

ОПК-1.2/Ум5 Выполнять построение математической модели исследуемой прикладной задачи

ОПК-1.2/Ум6 Выбирать математические методы для решения задач, возникающих в профессиональной деятельности

ОПК-1.2/Ум7 Решать стандартные профессиональные задачи с применением методов математического моделирования

ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования

ОПК-6.1 Знает основы теории систем и системного анализа, экономической теории, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, математического и имитационного моделирования.

Знать:

ОПК-6.1/Зн5 Основные понятия и определения математического и имитационного моделирования

ОПК-6.1/Зн6 Методы оптимизации и исследования операций

ОПК-6.1/Зн7 Классификацию задач принятия решений

ОПК-6.1/Зн8 Основные подходы к построению математических моделей экономических и организационно-технических процессов

ОПК-6.2 Умеет применять методы теории систем и системного анализа, экономики, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности, качества и надежности информационных систем и технологий.

Уметь:

ОПК-6.2/Ум6 Использовать теорию и алгоритмы исследования операций для постановки и решения оптимизационных экономических задач

ОПК-6.2/Ум7 На основе описания организационно-технических и экономических процессов строить стандартные математические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты

ОПК-6.2/Ум8 Применять методы математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) «Математическое моделирование» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): Очная форма обучения - 5, Очно-заочная форма обучения - 5, Заочная форма обучения - 5.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Высшая математика;

Информатика и информационные технологии;

Теория систем и системный анализ;

Экономическая теория;

Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы;

производственная практика (технологическая (проектно-технологическая);

Создание собственного бизнеса;

Управление IT-проектами;

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Очная форма обучения

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Консультации (часы)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Пятый семестр	108	3	56	2	18	36	25	Экзамен (27)

Всего	108	3	56	2	18	36	25	27
-------	-----	---	----	---	----	----	----	----

Очно-заочная форма обучения

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Консультации (часы)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Пятый семестр	108	3	38	2	12	24	61	Экзамен (9)
Всего	108	3	38	2	12	24	61	9

Заочная форма обучения

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Консультации (часы)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Пятый семестр	108	3	8	2	2	4	91	Экзамен (9)
Всего	108	3	8	2	2	4	91	9

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий (часы промежуточной аттестации не указываются)

Очная форма обучения

Наименование раздела, темы	Всего	Консультации	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотношенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Введение в экономико-математическое моделирование	19		4	10	5	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-6.1 ОПК-6.2
Тема 1.1. Введение в экономико-математическое моделирование	19		4	10	5	

Раздел 2. Задачи принятия решений в условиях определенности	32		8	14	10	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-6.1 ОПК-6.2
Тема 2.1. Задачи принятия решений в условиях определенности	32		8	14	10	
Раздел 3. Моделирование в условиях риска и неопределенности	30	2	6	12	10	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-6.1 ОПК-6.2
Тема 3.1. Моделирование в условиях риска и неопределенности	30	2	6	12	10	
Итого	81	2	18	36	25	

Очно-заочная форма обучения

Наименование раздела, темы	Всего	Консультации	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соответствующие результатам освоения программы
Раздел 1. Введение в экономико-математическое моделирование	33		4	8	21	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-6.1 ОПК-6.2
Тема 1.1. Введение в экономико-математическое моделирование	33		4	8	21	
Раздел 2. Задачи принятия решений в условиях определенности	32		4	8	20	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-6.1 ОПК-6.2
Тема 2.1. Задачи принятия решений в условиях определенности	32		4	8	20	
Раздел 3. Моделирование в условиях риска и неопределенности	34	2	4	8	20	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-6.1 ОПК-6.2
Тема 3.1. Моделирование в условиях риска и неопределенности	34	2	4	8	20	
Итого	99	2	12	24	61	

Заочная форма обучения

Наименование раздела, темы		Консультации	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соответствующие результатам освоения программы
----------------------------	--	--------------	--------------------	----------------------	------------------------	---

	Всего	Консул	Лекции	Практи	Самост	Планир обучен результ прогр
Раздел 1. Введение в экономико- математическое моделирование	33		2		31	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-6.1 ОПК-6.2
Тема 1.1. Введение в экономико-математическое моделирование	33		2		31	
Раздел 2. Задачи принятия решений в условиях определенности	32			2	30	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-6.1 ОПК-6.2
Тема 2.1. Задачи принятия решений в условиях определенности	32			2	30	
Раздел 3. Моделирование в условиях риска и неопределенности	34	2		2	30	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-6.1 ОПК-6.2
Тема 3.1. Моделирование в условиях риска и неопределенности	34	2		2	30	
Итого	99	2	2	4	91	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин

Раздел 1. Введение в экономико- математическое моделирование

Тема 1.1. Введение в экономико- математическое моделирование

Основные понятия математического моделирования в экономике

Моделирование как метод научного познания. Виды подобия и адекватность моделей. Математические методы и построения математических моделей в экономической области. Этапы экономико-математического моделирования. Классификация математических моделей. Исследование операций, его главные задачи. Классификация задач исследования операций. Математическое и компьютерное моделирование: достоинства и недостатки имитационного моделирования. Классификация задач принятия решений.

Графовое моделирование организационно-технических процессов

Понятие графа. Способы задания графа. Характеристики графа. Экстремальные пути и контуры на графах. Задача о максимальном потоке.

Содержание и методы планирования и подготовки производства. Задачи планирования.

Основные элементы системы планирования Сетевой график. Задачи сетевого планирования и управления. Расчет сетевых графиков. Оптимизация сетевого графика.

Раздел 2. Задачи принятия решений в условиях определенности

Тема 2.1. Задачи принятия решений в условиях определенности

Методы решения задач линейного программирования

Постановка задачи линейного программирования. Экономическая интерпретация задач линейного программирования. Проверка сбалансированности планов. Требования совместности условий. Графический метод решения задач линейного программирования. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования

Классическая транспортная задача: экономико-математическая модель

Экономико-математическая модель транспортной задачи (ТЗ). Методы построения первоначального опорного плана для ТЗ (метод «вычеркиваний», метод северо-западного угла и метод наименьшей стоимости). Метод потенциалов для нахождения оптимального плана ТЗ

Методы целочисленного и выпуклого программирования в задачах исследования операций

Постановка задачи целочисленного программирования. Алгоритм решения задач целочисленного программирования по методу Гомори. Понятие о методе ветвей и границ. Постановка задачи выпуклого программирования. Задача отыскания условного экстремума. Метод множителей Лагранжа. Задача потребительского выбора. Графическое решение задачи об оптимальном распределении ресурсов. Теорема Куна-Таккера.

Методы динамического программирования в задачах исследования операций

Постановка задачи динамического программирования. Принцип оптимальности Белмана. Рекуррентные уравнения Белмана. Примеры математического программирования простейших экономических задач методом Беллмана (задача оптимального резервирования, задача распределения инвестиций)

Раздел 3. Моделирование в условиях риска и неопределенности

Тема 3.1. Моделирование в условиях риска и неопределенности

Игровые модели исследования операций

Основные понятия теории игр. Конфликт и его формальная модель. Основные вопросы теории игр. Классификация игр. Платежная матрица. Нижняя и верхняя цена игры. Решение игры в чистых стратегиях. Смешанные стратегии. Доминирование стратегий. Решение игры в смешанных стратегиях: графическим методом, сведением к задаче линейного программирования. Понятие оптимальных стратегий.

Модели систем массового обслуживания.

Потоки событий. Вероятностные характеристики простейшего потока. Граф состояний системы. Определение марковского случайного процесса. Дифференциальные уравнения Колмогорова. Установившийся режим обслуживания.

Основные понятия теории очередей. Система с отказами. Система с неограниченной длиной очереди. Система с постоянным временем обслуживания.

Сущность метода имитационного моделирования

Метод имитационного моделирования и его особенности. Процесс имитации. Формулирование модели. Оценка адекватности модели. Экспериментирование с использованием имитационной модели. Понятие о модельном времени. Интерпретация и реализация результатов моделирования.

6. Рекомендуемые образовательные технологии

При преподавании дисциплины применяются разнообразные образовательные технологии в зависимости от вида и целей учебных занятий.

Теоретический материал излагается на лекционных занятиях в следующих формах:

- проблемные лекции;
- лекция-беседа;
- лекции с разбором практических ситуаций.

Семинарские занятия по дисциплине ориентированы на закрепление теоретического материала, изложенного на лекционных занятиях, а также на приобретение дополнительных

знаний, умений и практических навыков осуществления профессиональной деятельности посредством активизации и усиления самостоятельной деятельности обучающихся.

Большинство практических занятий проводятся с применением активных форм обучения, к которым относятся:

- 1) устный опрос студентов с элементами беседы и дискуссии по вопросам, выносимым на практические занятия;
- 2) групповая работа студентов, предполагающая совместное обсуждение какой-либо проблемы (вопроса) и выработку единого мнения (позиции) по ней (метод группового обсуждения, круглый стол);
- 3) контрольная работа по отдельным вопросам, целью которой является проверка знаний студентов и уровень подготовленности для усвоения нового материала по дисциплине.

На семинарских занятиях оцениваются и учитываются все виды активности студентов: устные ответы, дополнения к ответам других студентов, участие в дискуссиях, работа в группах, инициативный обзор проблемного вопроса, письменная работа.

7. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация: Очная форма обучения, Экзамен, Пятый семестр.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена в виде выполнения тестирования и/или итоговой работы.

Итоговые задания разрабатываются по основным вопросам теоретического материала и позволяют осуществлять промежуточный контроль знаний и степени усвоения материала.

В ходе выполнения итоговой контрольной работы для решения предложенных задач студент должен выбрать необходимый метод исследования операций и найти оптимальное решение.

Промежуточная аттестация: Очно-заочная форма обучения, Экзамен, Пятый семестр.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена в виде выполнения тестирования и/или итоговой работы.

Итоговые задания разрабатываются по основным вопросам теоретического материала и позволяют осуществлять промежуточный контроль знаний и степени усвоения материала.

В ходе выполнения итоговой контрольной работы для решения предложенных задач студент должен выбрать необходимый метод исследования операций и найти оптимальное решение.

Промежуточная аттестация: Заочная форма обучения, Экзамен, Пятый семестр.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена в виде выполнения тестирования и/или итоговой работы.

Итоговые задания разрабатываются по основным вопросам теоретического материала и позволяют осуществлять промежуточный контроль знаний и степени усвоения материала.

В ходе выполнения итоговой контрольной работы для решения предложенных задач студент должен выбрать необходимый метод исследования операций и найти оптимальное решение.

8. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Введение в экономико-математическое моделирование

Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-6.1 ОПК-6.2

Тема 1.1. Введение в экономико-математическое моделирование

Форма контроля/оценочное средство: Посещение и работа на лекционных и практических занятиях

Вопросы/Задания:

1. Посещение занятий:

- а) посещение лекционных и практических занятий,
- б) соблюдение дисциплины.

2. Работа на лекционных занятиях:

- а) ведение конспекта лекций,
- б) уровень освоения теоретического материала,
- в) активность на лекции, умение формулировать вопросы лектору.

3. Работа на практических занятиях:

Практическое занятие 1.

Модели потребительского выбора в тривиальных задачах принятия решений

Анализ функции полезности, кривых безразличия, производственных функций. Модель принятия решения о покупке. Аналитическое и численное решение задачи потребительского выбора. Анализ моделей экономического равновесия.

Практическое занятие 2.

Применение методов статистического моделирования в прогнозировании

Построение по экспериментальным данным регрессионных моделей и графического тренда средствами Microsoft Excel. Прогнозирование количественных характеристик системы путем восстановления значений и экстраполяции.

Практическое занятие 3.

Оптимизационные алгоритмы теории графов

Способы задания графов. Определение числовых характеристик графа. Операции над графами. Нахождение кратчайших путей на графе: алгоритм Дейкстры, Беллмана-Мура.

Практическое занятие 4.

Задачи теории графов

Построение и расчет параметров СГ. Оптимизация сетевого графика. Нахождение потоков минимальной стоимости.

Практическое занятие 5.

Моделирование простых систем

Выполнение рубежной контрольной работы № 1 по теме "Введение в экономико-математическое моделирование".

Раздел 2. Задачи принятия решений в условиях определенности

Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-6.1 ОПК-6.2

Тема 2.1. Задачи принятия решений в условиях определенности

Форма контроля/оценочное средство: Посещение и работа на лекционных и практических занятиях

Вопросы/Задания:

1. Посещение занятий:

- а) посещение лекционных и практических занятий,
- б) соблюдение дисциплины.

2. Работа на лекционных занятиях:

- а) ведение конспекта лекций,
- б) уровень освоения теоретического материала,
- в) активность на лекции, умение формулировать вопросы лектору.

3. Работа на практических занятиях:

Практическое занятие 1.

Методы линейного программирования в задачах исследования операций

Построение экономико-математических моделей линейного программирования. Решение задач линейного программирования графическим методом. Построение канонической и специальной задачи линейного программирования. Нахождение опорного решения. Нахождение оптимального плана выпуска изделий симплекс-методом, Экономический анализ

задач

Практическое занятие 2.

Построение опорного плана для транспортной задачи.

Построение экономическо-математических моделей для ТЗ. Закрытая и открытая ТЗ. Вырожденность в ТЗ. Применение метода северо-западного угла и метод минимального тарифа для нахождения исходного опорного решения.

Практическое занятие 3.

Решение транспортной задачи методом потенциалов

Построение закрытой транспортной задачи (ЗТЗ). Нахождение оптимального решения ЗТЗ методом потенциалов. Применение транспортных моделей в экономических задачах.

Практическое занятие 4.

Применение методов целочисленного программирования для автоматизации задач принятия решений

Решение задачи о ранце, задачи о коммивояжере. Решение транспортной задачи с фиксированными доплатами. Решение экономических задач методом Гомори.

Практическое занятие 5.

Применение методов выпуклого программирования для автоматизации задач принятия решений

Теорема Куна-Таккера. Поиск оптимального решения методом множителей Лагранжа. Решение задачи об оптимальном портфеле ценных бумаг.

Практическое занятие 6.

Применение методов динамического программирования для автоматизации задач принятия решений

Уравнения Беллмана. Решение динамических задач управления запасами методом Беллмана (решение задачи о распределении инвестиций, задачи о найме работников, задачи о выборе минимального пути, задачи оптимального резервирования)

Практическое занятие 7.

Применение методов математического программирования для автоматизации задач принятия решений

Выполнение контрольной работы № 2 по разделу "Задачи принятия решений в условиях определенности».

Раздел 3. Моделирование в условиях риска и неопределенности

Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-6.1 ОПК-6.2

Тема 3.1. Моделирование в условиях риска и неопределенности

Форма контроля/оценочное средство: Посещение и работа на лекционных и практических занятиях

Вопросы/Задания:

1. Посещение занятий:

- а) посещение лекционных и практических занятий,
- б) соблюдение дисциплины.

2. Работа на лекционных занятиях:

- а) ведение конспекта лекций,
- б) уровень освоения теоретического материала,
- в) активность на лекции, умение формулировать вопросы лектору.

3. Работа на практических занятиях:

Практическое занятие 1.

Методы решения игровых задач

Решение игровых задач 2X2 графическим способом. Решение задач теории игр сведением к задачам линейного программирования. Применение методов теории игр для автоматизации задач принятия решений.

Практическое занятие 2.

Игры с «природой»

Понятие «игра с природой». Критерии принятия решений в играх с «природой» (критерий Вальде, максимума, Сэвиджа). Определение производственной программы предприятия в условиях риска и неопределенности с использованием матричных игр. «Дерево» решений. Выбор оптимальной стратегии развития предприятия в условиях трансформации рынка.

Практическое занятие 3.

Моделирование случайных процессов

Классификация потоков событий. Нахождение характеристик простейших потоков событий. Построение графа состояний системы. Составление дифференциальных уравнений Колмогорова для установления вероятностей нахождения системы в различных состояниях.

Практическое занятие 4.

Моделирование и расчет систем массового обслуживания (СМО)

Моделирование СМО. Расчет характеристик работы СМО (многоканальных СМО с отказами, СМО с ограниченной длиной очереди, СМО без ограничения длины очереди).

Практическое занятие 5.

Имитационное моделирование.

Типовые задачи имитационного моделирования. Метод Монте-Карло и проверка статистических гипотез. Применение метода Монте-Карло для нахождения площади фигуры, вычисления числа пи, при расчете систем массового обслуживания.

Практическое занятие 6.

Моделирование в условиях риска и неопределенности

Выполнение контрольной работы № 3 по разделу "Моделирование в условиях риска и неопределенности".

9. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Очная форма обучения, Пятый семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-6.1 ОПК-1.2 ОПК-6.2

Вопросы/Задания:

1. Работа с тестовыми заданиями

Тестовые задания представлены в приложении 7

2. Выполнение итоговой работы

Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Математическое моделирование» и варианты итоговой контрольной работы представлены в приложении 8.

Очно-заочная форма обучения, Пятый семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-6.1 ОПК-1.2 ОПК-6.2

Вопросы/Задания:

1. Работа с тестовыми заданиями

Тестовые задания представлены в приложении 7

2. Выполнение итоговой работы

Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Математическое моделирование» и варианты итоговой контрольной работы представлены в приложении 8.

Заочная форма обучения, Пятый семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-6.1 ОПК-1.2 ОПК-6.2

Вопросы/Задания:

1. Работа с тестовыми заданиями

Тестовые задания представлены в приложении 7

2. Выполнение итоговой работы

Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Математическое моделирование» и варианты итоговой контрольной работы представлены в приложении 8.

10. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

10.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Федорян, А. В. Математическое моделирование в научных исследованиях: практикум / А. В. Федорян. - Москва: Директ-Медиа, 2024. - 28 с. - 978-5-4499-3772-8. - Текст: электронный // Директ-Медиа: [сайт]. - URL: <https://doi.org/10.23681/706764> (дата обращения: 30.01.2025). - Режим доступа: по подписке

2. Попов, И. С. Численные методы и математическое моделирование в задачах теоретической физики: учебно-методическое пособие / И. С. Попов, В. Н. Бородихин. - Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского (ОмГУ), 2024. - 53 с. - 978-5-7779-2670-8. - Текст: электронный // Директ-Медиа: [сайт]. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=714122> (дата обращения: 30.01.2025). - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Осипенко, С. А. Математическое моделирование: учебно-методическое пособие / С. А. Осипенко. - Москва: Директ-Медиа, 2022. - 144 с. - 978-5-4499-3176-4. - Текст: электронный // Директ-Медиа: [сайт]. - URL: <https://doi.org/10.23681/689827> (дата обращения: 30.01.2025). - Режим доступа: по подписке

10.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

1. <https://scholar.google.ru> - Международная научная реферативная база данных

Ресурсы «Интернет»

1. <http://www.sibit.sano.ru> - Официальный сайт образовательной организации
2. <http://do.sano.ru> - Система дистанционного обучения Moodle (СДО Moodle)
3. <http://www.gov.ru> - Федеральные органы власти
4. <http://президент.рф> - Сайт Президента Российской Федерации
5. <http://www.duma.gov.ru> - Сайт Государственной Думы Федерального Собрания РФ
6. <http://www.garant.ru> - Справочная правовая система «Гарант»

10.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При подготовке и проведении учебных занятий по дисциплине студентами и преподавателями

используются следующие современные профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» (<http://www.biblioclub.ru>).
2. Интегрированная библиотечно-информационная система ИРБИС64 (<http://lib.sano.ru>).
3. Справочно-правовая система КонсультантПлюс.
4. Электронная справочная система ГИС Омск.

10.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование

Институт располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Для проведения учебных занятий по дисциплине используются следующие помещения, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения:

Для лекций, семинаров (практических), групповых, индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, ГИА

Учебная аудитория № 201

Перечень оборудования

- Доска маркерная - 1 шт.
- Стол - 20 шт.
- Стол преподавателя - 1 шт.
- Стул - 40 шт.
- Стул преподавателя - 1 шт.
- Тематические иллюстрации - 0 шт.
- Трибуна - 1 шт.
- Учебно-наглядные пособия - 0 шт.

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Не используется.

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

Учебная аудитория № 202

Перечень оборудования

- Доска маркерная - 1 шт.
- Стол - 15 шт.
- Стол преподавателя - 1 шт.
- Стул - 30 шт.
- Стул преподавателя - 1 шт.
- Тематические иллюстрации - 0 шт.
- Трибуна - 1 шт.
- Учебно-наглядные пособия - 0 шт.

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Не используется.

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)
Не используется.
Мультимедийная учебная аудитория № 210

Перечень оборудования

Аудиоколонка - 5 шт.
Доска маркерная - 1 шт.
Компьютер с выходом в Интернет - 1 шт.
Проектор - 1 шт.
Стол - 37 шт.
Стол преподавателя - 1 шт.
Стул - 74 шт.
Стул преподавателя - 1 шт.
Трибуна - 1 шт.
Экран - 1 шт.

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Adobe Acrobat Reader
Kaspersky Endpoint Security для Windows
Microsoft Office 2007 standart Win32 Russian
Microsoft Windows XP Professional Russian

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Consultant Plus
2GIS

Мультимедийная учебная аудитория № 211

Перечень оборудования

Аудиоколонка - 5 шт.
Доска маркерная - 1 шт.
Компьютер с выходом в Интернет - 1 шт.
Проектор - 1 шт.
Стол - 27 шт.
Стол преподавателя - 1 шт.
Стул - 54 шт.
Стул преподавателя - 1 шт.
Трибуна - 1 шт.
Экран - 1 шт.

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Adobe Acrobat Reader
Kaspersky Endpoint Security для Windows
Microsoft Office 2007 standart Win32 Russian
Microsoft Windows XP Professional Russian

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Consultant Plus
2GIS

Мультимедийная учебная аудитория № 301

Перечень оборудования

Доска - 1 шт.
Стол - 18 шт.
Стол преподавателя - 1 шт.
Стул - 36 шт.
Стул преподавателя - 1 шт.
Тематические иллюстрации - 0 шт.
Трибуна - 1 шт.
Учебно-наглядные пособия - 0 шт.

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)
Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)
Не используется.
Учебная аудитория № 302

Перечень оборудования
Доска маркерная - 1 шт.
Стол - 18 шт.
Стол преподавателя - 1 шт.
Стул - 36 шт.
Стул преподавателя - 1 шт.
Тематические иллюстрации - 0 шт.
Трибуна - 1 шт.
Учебно-наглядные пособия - 0 шт.

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)
Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)
Не используется.
Мультимедийная учебная аудитория № 303

Перечень оборудования
Доска маркерная - 1 шт.
Стол - 15 шт.
Стол преподавателя - 30 шт.
Стул - 1 шт.
Стул преподавателя - 1 шт.
Тематические иллюстрации - 0 шт.
Трибуна - 1 шт.
Учебно-наглядные пособия - 0 шт.

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)
Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)
Не используется.
Мультимедийная учебная аудитория № 304

Перечень оборудования

Аудиоколонка - 2 шт.
Доска маркерная - 1 шт.
Компьютер с выходом в Интернет - 1 шт.
Проектор - 0 шт.
Стол - 18 шт.
Стол преподавателя - 1 шт.
Стул - 36 шт.
Стул преподавателя - 1 шт.
Тематические иллюстрации - 0 шт.
Трибуна - 1 шт.
Учебно-наглядные пособия - 0 шт.
Экран - 0 шт.

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Adobe Acrobat Reader
Kaspersky Endpoint Security для Windows
Microsoft Office 2007 standart Win32 Russian
Microsoft Windows 10

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Consultant Plus
2GIS

Мультимедийная учебная аудитория № 312

Перечень оборудования

Аудиоколонка - 2 шт.
Компьютер с выходом в Интернет - 1 шт.
Проектор - 1 шт.
Тематические иллюстрации - 0 шт.
Учебно-наглядные пособия - 0 шт.
Экран - 1 шт.

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Adobe Acrobat Reader
Kaspersky Endpoint Security для Windows
Microsoft Office 2007 standart Win32 Russian
Microsoft Windows XP Professional Russian

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Consultant Plus
2GIS

Учебная аудитория № 415

Перечень оборудования

Доска маркерная - 1 шт.
Стол - 15 шт.
Стол преподавателя - 1 шт.
Стул - 30 шт.
Стул преподавателя - 1 шт.

Тематические иллюстрации - 0 шт.
Учебно-наглядные пособия - 0 шт.
Шкаф - 1 шт.

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)
Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)
Не используется.
Учебная аудитория № 417

Перечень оборудования
Доска маркерная - 1 шт.
Стол - 15 шт.
Стол преподавателя - 1 шт.
Стул - 30 шт.
Стул преподавателя - 1 шт.
Тематические иллюстрации - 0 шт.
Трибуна - 1 шт.
Учебно-наглядные пособия - 0 шт.

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)
Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)
Не используется.
Мультимедийная учебная аудитория № 422

Перечень оборудования
Аудиоколонка - 2 шт.
Доска маркерная - 1 шт.
Интерактивная доска - 1 шт.
Компьютер с выходом в Интернет - 1 шт.
Стол - 13 шт.
Стол преподавателя - 1 шт.
Стул - 26 шт.
Стул преподавателя - 1 шт.
Трибуна - 1 шт.

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)
Adobe Acrobat Reader
Kaspersky Endpoint Security для Windows
Microsoft Office 2007 standart Win32 Russian
Microsoft Windows 8 Professional Russian

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)
Consultant Plus
2GIS

Для семинаров (практических, лабораторных), консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, ГИА, НИР, курсового проектирования
Лаборатория экономических и информационных дисциплин № 402

Перечень оборудования

Доска маркерная - 1 шт.
Персональный компьютер - 10 шт.
Стол - 13 шт.
Стол преподавателя - 1 шт.
Стул - 16 шт.
Стул преподавателя - 1 шт.
Тематические иллюстрации - 0 шт.
Учебно-наглядные пособия - 0 шт.

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Adobe Acrobat Reader
Kaspersky Endpoint Security для Windows
NetBeansIDE
Microsoft Visual Studio 2017 CE (C#, C++)
Microsoft Visual Studio 2010 Express
Microsoft Visual Studio Community
Microsoft SQL 2010 Express
Notepad ++
MySQL
OracleSQLDeveloper
Microsoft SOAPToolkit
CADE
Denwer 3 webserver
Dev-C++
IDEEclipse
JDK 6
Freepascal
Lazarus
Geany
JavaDevelopmentKit
TheRProject
NetBeansIDE8
StarUML 5.0.2
EViews 9 StudentVersionLite
Gretl
Matrixer
Maxima
Xmind
BPWIN
IrfanView
SMARTBoard
Gimp
Java 8 Update 381 (64-bit)
Microsoft Office 2013 Professional Plus Win32 Russian
1С Предприятие 8.2. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях
1С 8.2 АБС "Управление кредитной организацией"
Microsoft Project 2010

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Consultant Plus

2GIS

Для лекций, семинаров (практических), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации

Мультимедийная учебная аудитория № 305

Перечень оборудования

Аудиоколонка - 2 шт.

Доска маркерная - 1 шт.

Информационная доска - 1 шт.

Компьютер с выходом в Интернет - 1 шт.

Круглый стол - 3 шт.

Ноутбук DELL - 8 шт.

Ноутбук HP - 2 шт.

Персональный компьютер - 1 шт.

Проектор - 1 шт.

Стеллаж - 2 шт.

Стол одноместный - 10 шт.

Стол преподавателя - 1 шт.

Стул - 27 шт.

Стул преподавателя - 1 шт.

Трибуна - 1 шт.

Экран - 1 шт.

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

MariaDB 10.11 (x64)

Microsoft Office 2016 standart Win64 Russian

Adobe Acrobat Reader

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Consultant Plus

2GIS

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного, компьютерного оборудования и хранения элементов мультимедийных лабораторий

Специальное помещение № 420

Перечень оборудования

Запасные части для компьютерного оборудования - 0 шт.

Наушники для лингафонного кабинета - 0 шт.

Паяльная станция - 1 шт.

Персональный компьютер - 4 шт.

Планшетный компьютер - 15 шт.

Сервер - 10 шт.

Стеллаж - 0 шт.

Стол - 4 шт.

Стул - 4 шт.

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)
Не используется.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования
Специальное помещение № 003

Перечень оборудования

- Запасные части для столов и стульев - 0 шт.
- Материалы для сопровождения учебного процесса - 0 шт.
- Наборы слесарных инструментов для обслуживания учебного оборудования - 0 шт.
- Станок для сверления - 0 шт.
- Стеллаж - 0 шт.
- Угловая шлифовальная машина - 0 шт.

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)
Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)
Не используется.

11. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

ВИДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Успешное освоение теоретического материала по дисциплине требует самостоятельной работы, нацеленной на усвоение лекционного теоретического материала, расширение и конкретизацию знаний по разнообразным вопросам дисциплины. Самостоятельная работа студентов предусматривает следующие виды:

1. Аудиторная самостоятельная работа студентов – выполнение на практических занятиях и лабораторных работах заданий, закрепляющих полученные теоретические знания либо расширяющие их, а также выполнение разнообразных контрольных заданий индивидуального или группового характера (подготовка устных докладов или сообщений о результатах выполнения заданий, выполнение самостоятельных проверочных работ по итогам изучения отдельных вопросов и тем дисциплины);
2. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов – подготовка к лекционным, практическим занятиям, лабораторным работам, повторение и закрепление ранее изученного теоретического материала, конспектирование учебных пособий и периодических изданий, изучение проблем, не выносимых на лекции, написание тематических рефератов, выполнение индивидуальных практических заданий, подготовка к тестированию по дисциплине, выполнение итоговой работы.

Большое значение в преподавании дисциплины отводится самостоятельному поиску студентами информации по отдельным теоретическим и практическим вопросам и проблемам.

При планировании и организации времени для изучения дисциплины необходимо руководствоваться п. 5.1 или 5.2 рабочей программы дисциплины и обеспечить последовательное освоение теоретического материала по отдельным вопросам и темам (Приложение 2).

Наиболее целесообразен следующий порядок изучения теоретических вопросов по дисциплине:

1. Изучение справочников (словарей, энциклопедий) с целью уяснения значения основных

терминов, понятий, определений;

2. Изучение учебно-методических материалов для лекционных, практических занятий, лабораторных работ;
3. Изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы и электронных информационных источников;
4. Изучение дополнительной литературы и электронных информационных источников, определенных в результате самостоятельного поиска информации;
5. Самостоятельная проверка степени усвоения знаний по контрольным вопросам и/или заданиям;
6. Повторное и дополнительное (углубленное) изучение рассмотренного вопроса (при необходимости).

В процессе самостоятельной работы над учебным материалом рекомендуется составить конспект, где кратко записать основные положения изучаемой темы. Переходить к следующему разделу можно после того, когда предшествующий материал понят и усвоен. В затруднительных случаях, встречающихся при изучении курса, необходимо обратиться за консультацией к преподавателю.

При изучении дисциплины не рекомендуется использовать материалы, подготовленные неизвестными авторами, размещенные на неофициальных сайтах неделового содержания. Желательно, чтобы используемые библиографические источники были изданы в последние 3-5 лет. Студенты при выполнении самостоятельной работы могут воспользоваться учебно-методическими материалами по дисциплине, представленными в электронной библиотеке института, и предназначенными для подготовки к лекционным и семинарским занятиям.

Контроль аудиторной самостоятельной работы осуществляется в форме дискуссии и собеседования. Контроль внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в форме устного или письменного опроса. Промежуточный контроль знаний в форме экзамена осуществляется посредством письменного тестирования, включающего вопросы и задания для самостоятельного изучения.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оценка компетенций на различных этапах их формирования осуществляется в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации, Положением о балльной и рейтинговой системах оценивания и технологической картой дисциплины (Приложение 1). Показатели и критерии оценивания компетенций на этапе текущего и промежуточного контроля представлены в Приложении 3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена/зачета в виде выполнения тестирования и/или итоговой работы.

Итоговые задания разрабатываются по основным вопросам теоретического материала и позволяют осуществлять промежуточный контроль знаний и степени усвоения материала.

При проведении промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут формироваться варианты тестов, относящихся ко всем темам дисциплины (Приложение 7)

Оценка знаний студентов осуществляется в соответствии с Положением о балльной и рейтинговой системах оценивания, принятой в Институте, и технологической картой дисциплины

ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ЭТАПЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

- 1) Посещение и работа на лекционных и практических занятиях (собеседование, контрольная работа, круглый стол и дискуссия)
(Формируемые компетенции: ОПК-1, ОПК-6)

При преподавании дисциплины «Математическое моделирование» применяются разнообразные образовательные технологии в зависимости от вида и целей учебных занятий.

Теоретический материал излагается на лекционных занятиях в следующих формах:

- проблемные лекции.

Цель занятия: демонстрация проблемы при решении задачи.

Подготовка занятия: формулирование проблемы при выполнении вычислительных операций и ее решение.

- интерактивные лекции.

Цель занятия: демонстрация интерактивных графиков, вычислений, динамических моделей

Подготовка занятия: подготовка лекций-презентаций с включением интерактивных графиков, динамических моделей.

- лекции с разбором практических ситуаций.

Цель занятия: моделирование практических ситуаций

Подготовка занятия: подбор практических задач

Практические занятия по дисциплине «Математическое моделирование» ориентированы на закрепление теоретического материала, изложенного на лекционных занятиях, а также на приобретение дополнительных знаний, умений и практических навыков осуществления профессиональной деятельности посредством активизации и усиления самостоятельной деятельности обучающихся.

Большинство практических занятий проводятся с применением активных форм обучения, к которым относятся:

1) интерактивные практические занятия.

Проводится решение прикладных задач, направленных на анализ реальной ситуации и ее решение математическими методами.

Цель занятия: формирование навыков применения математики при решении задач с экономическим содержанием.

Подготовка занятия: подготовка задач с практическим содержанием и понятийного аппарата из экономики.

2) теоретический опрос (устный или письменный) и собеседование со студентами по вопросам, выносимым на практические занятия;

3) выполнение рубежных контрольных работ по изучаемому разделу;

4) выполнение индивидуальных заданий и экспресс-тестов по отдельным вопросам, заполнение рабочей тетради, целью которых является проверка знаний студентов и уровень подготовленности для усвоения нового материала по дисциплине;

5) подготовка докладов и презентаций к ним по приложениям математического аппарата в экономике.

Тематика докладов и сообщений, типовые практические задания для итоговой контрольной работы приведены в Приложении 4.

2) Письменное задание

Формируемые компетенции: ОПК-1, ОПК-6

(Студенту предлагается выполнить три задания – разработать кроссворд, тестовое задание на установление соответствия и структурно-логическую схему или сравнительную таблицу по теоретическому материалу из трех разделов курса математического моделирования.

Работа по составлению кроссворда требует от студента владения материалом, умения концентрировать свои мысли и гибкость ума.

Составление кроссвордов рассматривается как вид внеаудиторной самостоятельной работы и требует от студентов не только тех же качеств, что необходимы при разгадывании кроссвордов, но и умения систематизировать информацию.

Составление тестов на соответствие и эталонов ответов к ним – это вид самостоятельной работы студента по закреплению изученной информации путем её дифференциации. Студент должен составить как сами тесты, так и эталоны ответов к ним.

Составление графологической структуры – это очень продуктивный вид самостоятельной работы студента по систематизации информации в рамках логической схемы с наглядным графическим её изображением. Графологическая структура как способ систематизации информации ярко и наглядно представляет её содержание. Работа по созданию даже самых

простых логических структур способствует развитию у студентов приёмов системного анализа, выделения общих элементов и фиксирования дополнительных, умения абстрагироваться от них в нужной ситуации. В отличие от других способов графического отображения информации (таблиц, рисунков, схем) графологическая структура делает упор на логическую связь элементов между собой, графика выступает в роли средства выражения (наглядности). Составление сравнительной таблицы по теме – это вид самостоятельной работы студента по систематизации объёмной информации, которая сводится (обобщается) в рамки таблицы. Формирование структуры таблицы отражает склонность студента к систематизации материала и развивает его умения по структурированию информации. Краткость изложения информации характеризует способность к её свертыванию. Каждое письменное задание оценивается по пятибалльной шкале. При этом каждое задание должно выполняться в рамках одной темы раздела. Студенту предоставляется свобода выбора трех тем из разных разделов для выполнения трех различных письменных заданий. Тематика тем, требования к составлению кроссворда, графологической структуры, тестового задания на соответствия и критерии оценивания задания приведены в Приложении 5.

Требования к оформлению письменных работ представлены в Методических указаниях к содержанию, оформлению и критериям оценивания письменных, практических и курсовых работ, одобренных решением Ученого совета (протокол № 8 от 29.04.2020 г.).

3) Практическое задание

Формируемые компетенции: ОПК-1, ОПК-6

Практическое задание – одна из форм проверки и оценки усвоенных знаний, получения информации о характере познавательной деятельности, уровне самостоятельности и активности обучающихся в учебном процессе, об эффективности методов, форм и способов учебной деятельности.

Цель практического задания - углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами во время лекционных и практических занятий; выработка у студентов навыков самостоятельного применения теории, привлечения дополнительных данных, анализа практических данных, оценки и проверки правильности решения; закрепление навыков расчета с применением вычислительной техники, привлечения справочно-реферативной литературы.

Выполнение практического задания направлено на привитие навыков самостоятельной работы с учебной и научной литературой, выработку аналитического мышления при изучении и решении поставленных вопросов и задач.

Практические задания составлены по десятивариантной системе.

К выполнению каждого задания следует приступать только после изучения соответствующей литературы и разбора решения типовых задач. При этом следует руководствоваться следующими указаниями:

1. Работы следует выполнять в отдельном файле MS Word. На титульном листе должны быть указаны фамилия и инициалы студента, специальность, курс. Решения всех задач и пояснения к ним должны быть достаточно подробными. При необходимости следует делать соответствующие ссылки на вопросы теории с указанием формул, теорем, выводов, которые используются при решении данной задачи. Все вычисления (в том числе и вспомогательные) необходимо делать полностью. Чертежи и графики должны быть выполнены либо в специальной программе, либо вручную на бумаге (отсканированы, сфотографированы), и вставлены в документ в виде рисунков. Для замечаний преподавателя необходимо на каждой странице оставлять поля шириной 3 – 4 см.

2. Студент определяет номер варианта задания по списку студентов группы, представленному деканатом на начало семестра. Например, студенту с фамилией Иванов по списку группы присвоен номер 9. Значит, студент должен выполнить вариант № 9 каждого задания. Если номер студента в списке группы превышает число 10, то вариант контрольной работы определяется последней цифрой номера. Например, № 13 – вариант 3, № 20 – вариант 10, № 27 – вариант 7.

Содержание практических заданий приведено в Приложении 6.

Требования к оформлению практических работ представлены в Методических указаниях к содержанию, оформлению и критериям оценивания письменных, практических и курсовых работ, одобренных решением Ученого совета (протокол № 8 от 29.04.2020 г.).

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся по дисциплине основана на использовании Положения о балльной и рейтинговой системах оценивания, принятой в институте, и технологической карты дисциплины.

Текущий контроль:

- посещение и работа на лекционных и практических занятиях (собеседование, контрольная работа, круглый стол и дискуссия) - 0-35 баллов;
- письменное задание (реферат) - 0-25 баллов;
- практическое задание (кейс) - 0-50 баллов.

Промежуточная аттестация:

- итоговая работа - 25 баллов.

Максимальное количество баллов по дисциплине – 100.

Максимальное количество баллов по результатам текущего контроля – 75.

Максимальное количество баллов на экзамене – 25.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При преподавании дисциплины «Математическое моделирование» применяются разнообразные образовательные технологии в зависимости от вида и целей учебных занятий.

Теоретический материал излагается на лекционных занятиях в следующих формах:

- проблемные лекции;
- лекция-беседа;
- лекции с разбором практических ситуаций.

Семинарские занятия по дисциплине «Математическое моделирование» ориентированы на закрепление теоретического материала, изложенного на лекционных занятиях, а также на приобретение дополнительных знаний, умений и практических навыков осуществления профессиональной деятельности посредством активизации и усиления самостоятельной деятельности обучающихся.

Большинство практических занятий проводятся с применением активных форм обучения, к которым относятся:

- 1) устный опрос студентов с элементами беседы и дискуссии по вопросам, выносимым на практические занятия;
- 2) групповая работа студентов, предполагающая совместное обсуждение какой-либо проблемы (вопроса) и выработку единого мнения (позиции) по ней (метод группового обсуждения);
- 3) контрольная работа по отдельным вопросам, целью которой является проверка знаний студентов и уровень подготовленности для усвоения нового материала по дисциплине.

На семинарских занятиях оцениваются и учитываются все виды активности студентов: устные ответы, дополнения к ответам других студентов, участие в дискуссиях, работа в группах, инициативный обзор проблемного вопроса, письменная работа.

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме

электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями опорнодвигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены вузом или могут использоваться собственные технические средства. Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на выполнение заданий текущего контроля. Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и обучающихся инвалидов устанавливается с учётом индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Технологическая карта дисциплины

Наименование дисциплины	Математическое моделирование
Количество зачетных единиц	3
Форма промежуточной аттестации	Экзамен

№	Виды учебной деятельности студентов	Форма отчетности	Баллы (максимум)
Текущий контроль			
1	Посещение и работа на лекционных и практических занятиях (собеседование, контрольная работа, круглый стол и		
2	Выполнение письменного задания (реферат)	Письменная работа	
3	Выполнение практического задания (кейс)	Письменная работа	
Промежуточная аттестация			
4	Выполнение итоговой работы	Итоговая работа, тест	
Итого по дисциплине:			100

«___» _____ 20__ г.

Преподаватель _____ / _____

(уч. степень, уч. звание, должность, ФИО преподавателя)

Подпись

Тематическое планирование самостоятельной работы студентов

Тема, раздел	Очная форма	Заочная форма	Очно-заочная форма	Задания для самостоятельной работы	Форма контроля
1. Введение в экономико-математическое моделирование	5	31	21	-Изучение проблем, не выносимых на лекции; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка презентаций; -подготовка практических заданий; -разработка письменного задания;	Выполнение практической работы № 1 и письменного задания по разделу "Моделирование простых систем"
2. Задачи принятия решений в условиях определенности	10	30	20	-Изучение проблем, не выносимых на лекции; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка презентаций; -подготовка практических заданий; -разработка письменного задания;	Выполнение практической работы № 2 и письменной работы по разделу "Математическое программирование"
3. Моделирование в условиях риска и неопределенности	10	30	20	Выполнение практической работы № 3 и письменной работы по разделу "Моделирование в условиях риска и неопределенности"	Выполнение практической работы № 3 и письменной работы по разделу "Моделирование в условиях риска и неопределенности"
ИТОГО	25	91	61		

Показатели и критерии оценивания компетенций на этапе текущего контроля

№ п/п	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Посещение и работа на лекционных и практических занятиях (собеседование, контрольная работа, круглый стол и дискуссия)	1. Посещение занятий: а) посещение лекционных и практических занятий, б) соблюдение дисциплины. 2. Работа на лекционных занятиях: а) ведение конспекта лекций, б) уровень освоения теоретического материала, в) активность на лекции, умение формулировать вопросы лектору. 3. Работа на практических занятиях: а) уровень знания учебно-программного материала, б) умение выполнять задания, предусмотренные программой курса, в) практические навыки работы с освоенным материалом.	0-35
2	Письменное задание	1. Новизна текста: а) актуальность темы исследования; б) новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы в установлении новых связей (межпредметных, внутрипредметных, интеграционных); в) умение работать с исследованиями, критической литературой, систематизировать и структурировать материал; г) явленность авторской позиции, самостоятельность. 2. Степень раскрытия сущности вопроса: а) соответствие плана теме письменного задания; б) соответствие содержания теме и плану письменного задания; в) полнота и глубина знаний по теме; г) обоснованность способов и методов работы с материалом; д) умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме). 3. Обоснованность выбора источников: а) оценка использованной литературы: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования (в т.ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.). 4. Соблюдение требований к оформлению: а) насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы; б) оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией; в) соблюдение требований к объёму письменного задания. оценок и суждений; д) стилевое единство текста, единство жанровых черт.	0-25

3	Практическое задание	1. Анализ проблемы: а) умение верно, комплексно и в соответствии с действительностью выделить причины возникновения проблемы, описанной в практическом задании. 2. Структурирование проблем: а) насколько четко, логично, последовательно были изложены проблемы, участники проблемы, последствия проблемы, риски для объекта. 3. Предложение стратегических альтернатив: а) количество вариантов решения проблемы, б) умение связать теорию с практикой при решении проблем. 4. Обоснование решения: а) насколько аргументирована позиция относительно предложенного решения практического задания; б) уровень владения профессиональной терминологией. 5. Логичность изложения материала: а) насколько соблюдены общепринятые нормы логики в предложенном решении, б) насколько предложенный план может быть реализован в текущих условиях.	0-50
---	----------------------	--	------

Показатели и критерии оценивания компетенций на этапе промежуточной аттестации

№ п/п	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Итоговая работа	Количество баллов за тест пропорционально количеству правильных ответов на тестовые задания. После прохождения теста суммируются результаты выполнения всех заданий для выставления общей оценки за тест.	0-25

Работа на занятии

- Ср1. «Методы безусловной оптимизации»
- Ср2. «Нахождение кратчайшего пути»
- Ср3. «Решение ЗЛП графическим методом»
- Ср4. «Нахождение начального базисного плана для транспортной задачи»
- Ср5. «Решение игр в чистых стратегиях»

ТЕМЫ для выступлений с докладами

1. Роль и место моделирования в создании и исследовании систем.
2. Критерии качества математических моделей.
3. Основы математического моделирования: требования к моделям, свойства моделей, составление моделей, примеры.
4. Классификация методов построения моделей систем.
5. Технология построения моделей (в общем случае и для конкретных схем).
6. Современные методы прогнозирования явлений и процессов.
7. Классификация языков и систем моделирования.
8. Методики вычислительного (компьютерного) эксперимента.
9. Перспективы развития компьютерного моделирования сложных систем.
10. Математические схемы вероятностных автоматов.
11. Сети массового обслуживания и их применение.
12. Типовые математические модели сетей массового обслуживания (открытых и замкнутых).
13. Качественные методы моделирования систем.
14. Системная динамика как методология и инструмент исследования сложных процессов.
15. Анализ сложных систем с помощью моделей клеточных автоматов.
16. Современные подходы имитационного моделирования.
17. Распределенные системы имитационного моделирования.
18. Способы управления временем в имитационном моделировании.
19. Использование онтологий в имитационном моделировании.
20. Методы интеллектуального анализа данных.
21. Методы прогнозирования на основе нечетких временных рядов.
22. Определение и классификация неопределенностей в задачах моделирования систем.
23. Моделирование и анализ распределенных информационных систем.
24. Модификация сетей Петри для моделирования систем специального вида.
25. Обобщения сетей Петри.
26. Вложенные сети Петри и моделирование распределенных систем.
27. Классификация нечетких сетей Петри.
28. Модели информационного поиска в массиве документов.
29. Моделирование в условиях неопределенности, описываемой с позиции теории нечётких множеств.
30. Математическое моделирование в экономике

Требования и рекомендации к оформлению презентации

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, необходимо подготовить в программе MS PowerPoint. Презентация как электронный документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Демонстрация презентации проецируется на большом экране либо на компьютере.

Количество слайдов пропорционально содержанию и продолжительности выступления (не менее 15 слайдов).

На первом слайде представляется тема выступления и сведения об авторе. Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки: на слайды помещается фактический и иллюстративный материал (таблицы, графики, иллюстрации, фотографии и пр.), который является необходимым средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи реферата. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;
- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением.

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому).

Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Обычный слайд, без эффектов анимации, должен демонстрироваться на экране не менее 10 - 15 секунд.

Слайд с анимацией в среднем должен находиться на экране не меньше 40 – 60 секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение). В связи с этим лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим автором.

Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации – для информации не менее 18. В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Наилучшей цветовой гаммой для презентации являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.). Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации. Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

Заключительный слайд презентации, содержащий текст «Спасибо за внимание» или «Конец» не приемлем для презентации.

Таким образом:

- структура презентации должна включать титульный слайд, содержание с гиперссылками, выводы, источники информации;
- объем презентации должен быть в пределах 15-20 слайдов;
- должен соблюдаться единый стиль оформления слайдов;
- в одном слайде использовать не более 3 цветов;
- для фона и текста слайда следует выбирать контрастные цвета;
- использовать короткие слова и предложения в тексте;
- для написания заголовков использовать не менее 24 размера шрифта;
- располагать не более 2 рисунков на одном слайде;
- использовать звуковое сопровождение, соответствующее тематике презентации;
- текст в слайде должен быть выполнен без орфографических, пунктуационных и стилистических ошибок;

не рекомендуется:

- использовать стиль оформления слайда, отвлекающий внимание от презентации;
- злоупотреблять отвлекающими анимационными эффектами;
- располагать большой объем текста, написанный мелким шрифтом на одном слайде;
- оформлять текст в слайдах различными стилями.

Примерный вариант контрольных работ

Контрольные работы проводятся на заключительных аудиторных занятиях по изученной теме. Каждый студент лично получает свой вариант у преподавателя.

В ходе выполнения контрольных работ для решения предложенных задач студент должен выбрать необходимый метод исследования операций и найти оптимальное решение.

Контрольная работа № 1 по теме «Модели простых систем»

Задание 1. Найти аналитическое решение задачи $\min_{[a,b]} f(x)$, где $f(x)=\cos x$ на отрезке $[\pi/2, 3/2\pi]$. Реализовать методы с золотого сечения и дихотомии с точностью $\Delta=0,1$.

Задание 2 . Сетевая модель задана таблицей. Оценки продолжительности работ (минимальная и максимальная) заданы в сутках.

Работы (i, j)	(1, 2)	(1, 4)	(1, 5)	(2, 3)	(2, 8)	(3, 4)	(3, 6)	(4, 7)	(5, 7)	(6, 8)	(7, 8)
$t_{\min}(i, j)$	5	2	1	2	8	1	9	4	3	7	5
$t_{\max}(i, j)$	10	7	6	4,5	13	3,5	19	6,5	8	12	7,5

Требуется:

1. Отобразить сетевую модель в графической форме.
2. Вычислить табличным методом все основные характеристики работ и событий, найти критический путь и его продолжительность.
3. На основе коэффициента напряженности выявить резервные работы.
4. Оценить вероятность выполнения всего комплекса работ за 30 суток.
5. Оценить максимально возможный срок выполнения всего комплекса работ с надежностью 88 %.

Контрольная работа № 2 по теме «Математическое программирование»,

Задание . Решить задачу симплекс-методом:

$$f(x) = 30x_1 + 50x_2 + 40x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 + 2x_3 + S_1 = 120 \\ x_1 + 4x_2 + 3x_3 + S_2 = 100 \\ 3x_1 + 3x_3 + S_3 = 200 \\ x_j \geq 0 \quad j = 1, 2, 3 \quad S_i \geq 0 \quad i = 1, 2, 3 \end{cases}$$

Задание . В городе имеются четыре домостроительных комбината (ДСК): A_1, A_2, A_3, A_4 , и строятся четыре микрорайона: B_1, B_2, B_3, B_4 . Известны ресурсы каждого ДСК, которые составляют соответственно 14, 20, 26, 41 условных единиц продукции. Известна также потребность в комплектах унифицированных изделий каждого микрорайона, их число составляет 30, 22, 15 и 34 условных единицы соответственно. Известны затраты, связанные с доставкой одного комплекта унифицированных изделий из каждого ДСК в каждый микрорайон, которые заданы матрицей C :

$$C = \begin{pmatrix} 70 & 38 & 24 & 92 \\ 58 & 18 & 56 & 72 \\ 19 & 10 & 100 & 30 \\ 3 & 36 & 121 & 8 \end{pmatrix}.$$

Требуется так распределить продукцию ДСК по строящимся микрорайонам, чтобы суммарные затраты, связанные с доставкой всего груза от отправителя к потребителю, были минимальными.

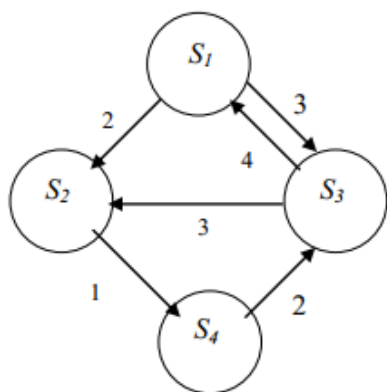
Контрольная работа № 3 по теме «Оптимизация в условиях неопределенности и риска».

Задача 1. Магазин может закупить для продажи в различных пропорциях товары четырех типов (A_1, A_2, A_3, A_4). Доход магазина зависит от типа товара и состояния спроса. Установлено, что спрос может иметь три состояния (B_1, B_2, B_3). Данные о доходах от продажи товаров при различных состояниях спроса, представлены матрицей A (a_{ij} (руб.) – прибыль на вложенный рубль, i – номер товара, j – номер состояния спроса).

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 1 \\ 4 & 2 & 3 \\ 2 & 5 & 4 \\ 0 & 4 & 2 \end{pmatrix}$$

Цель магазина – максимизация среднего дохода на вложенный рубль. Определить оптимальные пропорции закупки товаров для продажи и оценить вероятности различных состояний спроса на товары.

Задача 2. По заданному графу состояний найти с помощью уравнений Колмогорова предельные вероятности состояний системы массового обслуживания.



Задача 3. Рассматриваются торговые ряды с продавцами, предлагающими покупателям продукты одного ассортимента. В течение часа торговые ряды посещают в среднем λ покупателей. Все продавцы обслуживают покупателя в среднем t минут. Один покупатель приобретает

продукты в среднем на c руб. Покупатели, увидев продавцов, занятых обслуживанием, в очередь не становятся. Владелец торговых рядов отдает i выручки продавцам и оплачивает им вынужденный простой b руб. за час. Определить оптимальное количество продавцов, обеспечивающее владельцу торговых рядов максимальный доход.

Письменные задания

Предлагается выполнить три письменных работы – разработать кроссворд, тестовое задание на установление соответствия и структурно-логическую схему или сравнительную таблицу. Каждый раздел в семестре должен быть представлен одной работой. При этом каждая из трех работ должна охватывать материал одной темы выбранного раздела. Отдельно взятая письменная работа оценивается по пятибалльной шкале.

Тематика письменных заданий

Раздел 1. Введение в экономико-математическое моделирование.

1. Метод математического моделирования. Классификация математических моделей.
2. Исследование операций. Цели и задачи. Классификация моделей исследования операций
3. Численное моделирование (численные методы решения уравнений, численное интегрирование, численные методы безусловной оптимизации)
4. Статистическое моделирование в прогнозировании
5. Непрерывно-детерминированные модели простых систем
6. Аналитические методы безусловной оптимизации
7. Элементы теории графов
8. Сетевое планирование и управление.

Раздел 2. Математическое программирование.

1. Линейное программирование
2. Теория двойственности
3. Транспортная задача
4. Динамическое программирование
5. Целочисленное программирование
7. Выпуклое программирование

Раздел 3. Моделирование в условиях неопределенности и риска

1. Игровые модели. Решение игр в чистых стратегиях
2. Решение игр в смешанных стратегиях
3. Игры с «природой»
4. Структура и классификация СМО
5. Основные показатели эффективности работы СМО.
6. Имитационное моделирование.
7. Многокритериальная оптимизация.

Требования к выполнению задания на составление кроссворда

При составлении кроссвордов необходимо придерживаться принципов наглядности и доступности:

- Не допускается наличие "плашек" (незаполненных клеток) в сетке кроссворда;
- Не допускаются случайные буквосочетания и пересечения;
- Загаданные слова должны быть именами существительными в именительном падеже единственного числа;
- Не допускаются аббревиатуры (ЛПУ и т.д.), сокращения (детдом и др.);
- Не рекомендуется большое количество двухбуквенных слов.

Требования к оформлению кроссворда:

- На каждом листе должна быть фамилия автора, а также название данного кроссворда по выбранной теме.
- Рисунок кроссворда должен быть четким;
- Сетки всех кроссвордов должны быть выполнены в двух экземплярах:
1-й экз. – только с цифрами позиций.
2-й экз. – с заполненными словами;
- Ответы предназначены для проверки правильности решения кроссворда
- Оформление ответов на кроссворды:*
 - Для типовых кроссвордов и чайнвордов: на отдельном листе;
 - Для скандинавских кроссвордов: только заполненная сетка;

Требования к выполнению задания на восстановление соответствия

К заданиям данного типа относятся задания на восстановление соответствия между элементами двух списков, порядка ряда. Состоит из двух групп элементов и четкой формулировки критерия выбора соответствия между ними.

- 1.Соответствие устанавливается по принципу 1:1 (одному элементу первой группы соответствует только один элемент второй группы) или 1:М (одному элементу первой группы соответствует М элементов второй группы).
- 2.Внутри каждой группы элементы должны быть однородными.
- 3.Количество элементов во второй группе должно превышать количество элементов первой группы, но не более чем в 1,5 раза. Максимально допустимое количество элементов во второй группе не должно превышать 10. Количество элементов в первой группе должно быть не менее четырех.
- 4.Содержание вопросов должно быть ориентировано на получение от тестируемого однозначного заключения.
- 5.Основные термины тестового задания должны быть явно и ясно определены.
- 6.Тестовые задания должны быть прагматически корректными и рассчитаны на оценку уровня учебных достижений по выбранной теме.
- 7.Тестовые задания должны формулироваться в виде свернутых кратких суждений.
- 8.В содержании тестового задания определяющий признак должен быть необходимым и достаточным.
- 9.Наличие аргументированного выбора ответов к заданиям на установление соответствия.

Требования к оформлению задания на восстановление соответствия

- 1.На листе должна быть фамилия автора, а также название задания по выбранной теме.
2. Форма представления заданий на восстановление соответствия:

Инструкция: Соотнесите написанное в столбцах 1 и 2.

Вопрос:

Варианты ответа:

Столбец 1	Столбец 2
A	1
B	2
C	3
D	4
	5
	6

Ответ: A. 3. B. 2. C. 5. D. 1, 4,6

3. При конструировании тестовых ситуаций можно применять различные формы их представления (рисунки, графики, схемы) с целью рационального предъявления содержания учебного материала.

Общие требования к оформлению задания к составлению структурно-логических схем (СЛС) и сравнительных таблиц

1. Работа должна быть представлена на бумаге формата А4 в печатном (компьютерном) или рукописном варианте.
2. Схема (таблица) должна быть достаточно простой, лаконичной и помещаться на одной странице.
3. Автофигуры должны быть эстетически правильно оформлены (вид, размер, цвет, расположение на листе).
3. Схема (таблица) должна быть наглядной, для чего можно использовать символы, графический материал, цветовые оттенки.

Требования к выполнению задания на составление структурно-логических схем (СЛС)

1. Структурно-логическая схема (таблица) должна содержать ключевые понятия, фразы, формулы, иллюстрации, расположенные в определенной логической последовательности, позволяющей представить изучаемый объект по выбранной теме в целостном виде.
2. В качестве элементов схемы должны быть выделены основные и достаточные понятия по теме.
3. Элементы схемы (понятия) должны быть расположены так, чтобы была ясна их иерархия (например, родовые и видовые понятия, общие и конкретные - в центре, на периферии - вспомогательные).
3. Элементами схемы могут быть:
 - информационные блоки, соединенные стрелками или выносками, текстовыми связками;
 - столбцы и строки, на пересечении которых в ячейке сконцентрирована информация, строки и столбцы обязательно имеют названия (характеристики).

Требования к выполнению задания на составление сравнительных таблиц

1. Разделить текст выбранной темы на основные смысловые части, В левой части таблицы сформулировать названия пунктов, в правую часть таблицы вписать информацию, которая раскрывает пункты левой части.
2. В таблицу вносить наиболее существенные положения изучаемого материала, последовательно и кратко излагая их суть своими словами или в виде цитат.
- 3 Включать в таблицу не только основные положения, но и обосновывающие их выводы, конкретные факты и примеры (без подробного описания).

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1.

Введение в экономико-математическое моделирование

Задача 1. Аналитическое и численное решение задачи потребительского выбора

Имеется *функция* в общем виде:

$$R(x) = ax_1^2 + bx_2^2 + cx_1 \cdot x_2$$

коэффициенты a , b и c которой для различных вариантов заданы в табл 1. (см. столбцы 2 – 4). Используя исходные данные, необходимо определить минимум производственной функции аналитическим и численным методом при условии, что координаты начальной точки равны $x_1^0 = x_2^0$ и задана точность поиска Δ . Обоснуйте выбор соответствующего метода исследования операций.

Таблица 1.

№ вар.	a	b	c	x_1^0	x_2^0	Δ
1	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2
2	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0	0,1
3	1,0	1,0	2,0	1,5	1,5	0,3
4	2,0	1,0	2,0	1,5	1,5	0,4
5	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,5
6	1,5	2,0	1,0	1,5	1,5	0,1
7	1,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,2
8	1,5	2,0	2,0	1,5	2,0	0,3
9	1,5	1,5	2,0	2,0	1,5	0,4
10	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5
11	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	0,1
12	1,5	2,0	1,5	1,5	2,5	0,2
13	2,0	1,5	2,0	3,0	2,5	0,3
14	2,0	1,5	1,5	2,5	3,0	0,4
15	1,0	1,5	2,0	2,5	2,5	0,05
16	1,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,01
17	2,0	1,5	1,0	2,1	2,1	0,01
18	1,0	1,0	2,5	2,5	2,5	0,02
19	2,5	1,0	1,0	2,7	2,7	0,03
20	2,5	1,5	1,5	2,8	2,8	0,04
21	1,5	2,5	1,5	3,0	3,0	0,05
22	1,5	1,5	2,5	2,0	2,1	0,04
23	2,5	1,5	2,5	2,5	2,0	0,02
24	2,7	1,0	2,7	2,0	2,5	0,03
25	1,0	2,7	2,7	1,5	3,0	0,04
26	2,7	2,7	1,0	3,0	1,5	0,05
27	1,0	1,0	2,7	1,5	2,0	0,01

Задача 2.

Прогнозирование спроса на рынке методом экономико-математического моделирования

Производственная ситуация:

В результате проведения маркетинговых исследований спроса на рынке были получены следующие данные (таблица 1), характеризующие интервал времени (x_i) и величину спроса (y_i).

Таблица 1 РЕЗУЛЬТАТЫ МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

X_i	2	4	6	8	10	14	16
Y_i	$4 \cdot N$	$18 \cdot N$	$34 \cdot N$	$67 \cdot N$	$81 \cdot N$	$30 \cdot N$	$20 \cdot N$

где N- номер последней цифры зачетной книжке

Требуется применить метод статистического моделирования в прогнозировании:

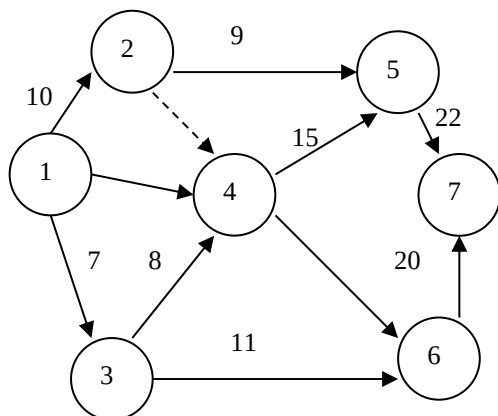
1. По исходным данным определить параметры прогнозирующей функции и построить график.
2. Определить максимальное значение спроса.
3. Построить график если коэффициент b в прогнозирующей функции измениться на 7%

Задача 2. Задачи сетевого планирования и управления

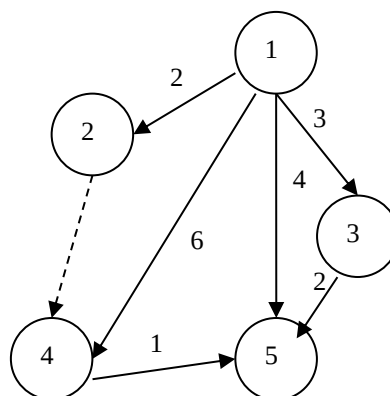
Имеется некоторый комплекс работ, представленный сетевым графиком. Требуется применить методы сетевого моделирования для автоматизации задачи принятия решения:

1. Определить исходное и завершающее событие.
2. Определить ранний срок наступления каждого события.
3. Определить поздний срок наступления каждого события.
4. Найти резерв времени каждого события.
5. Найти критические пути и выделить их на графике.

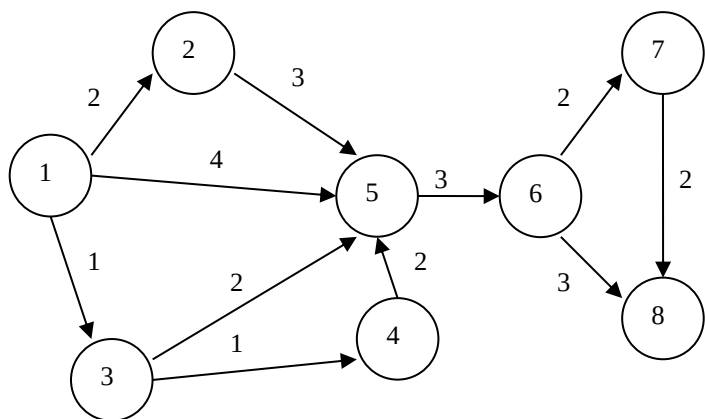
Вариант 1



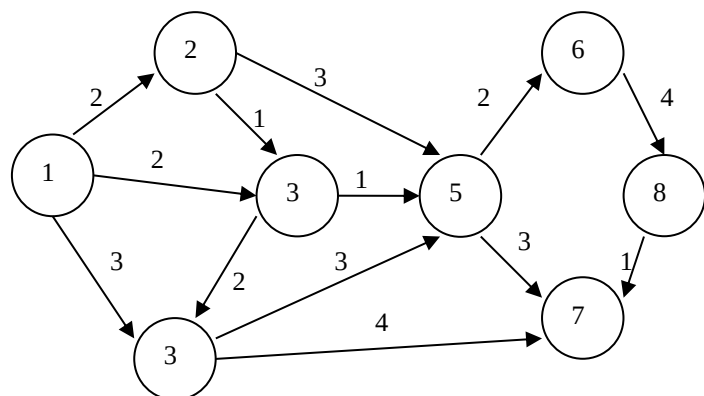
Вариант 2



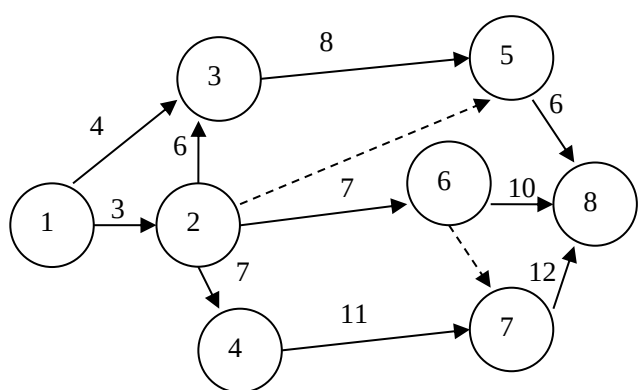
Вариант 3



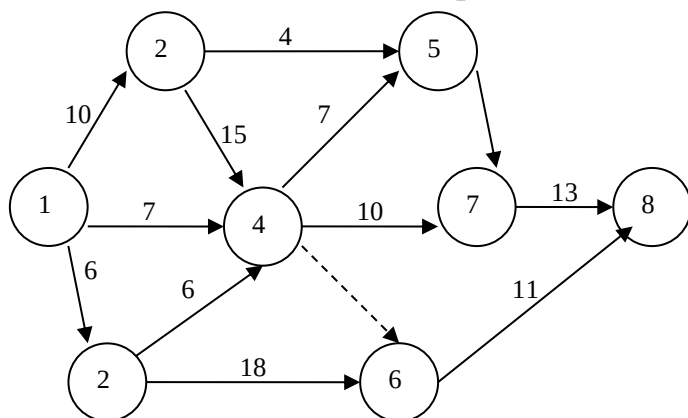
Вариант 4



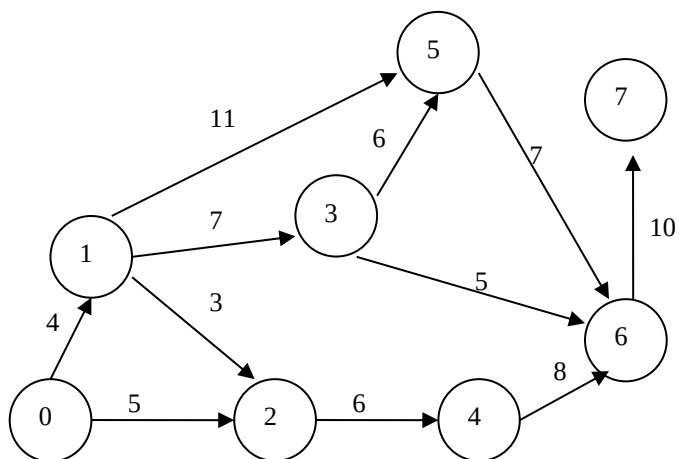
Вариант 5



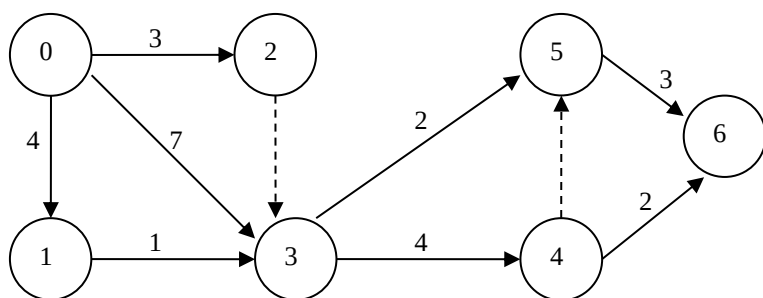
Вариант 6



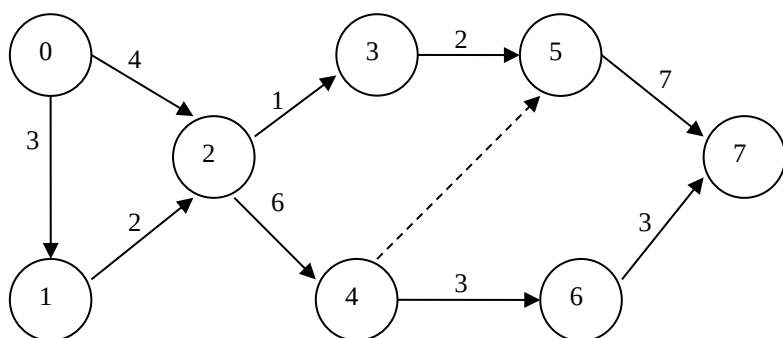
Вариант 7



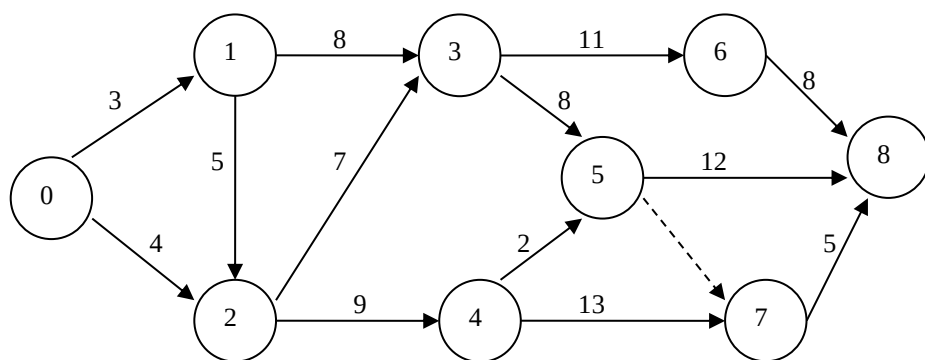
Вариант 8



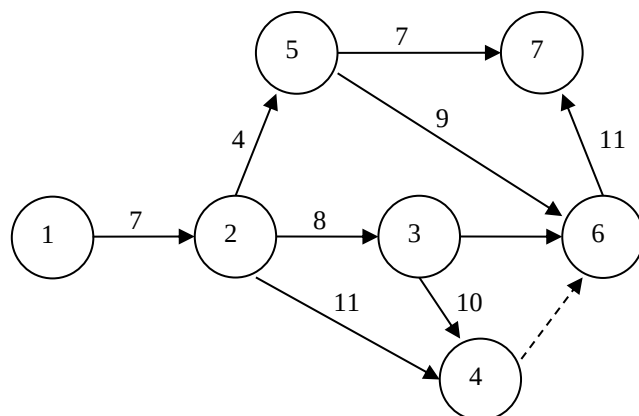
Вариант 9



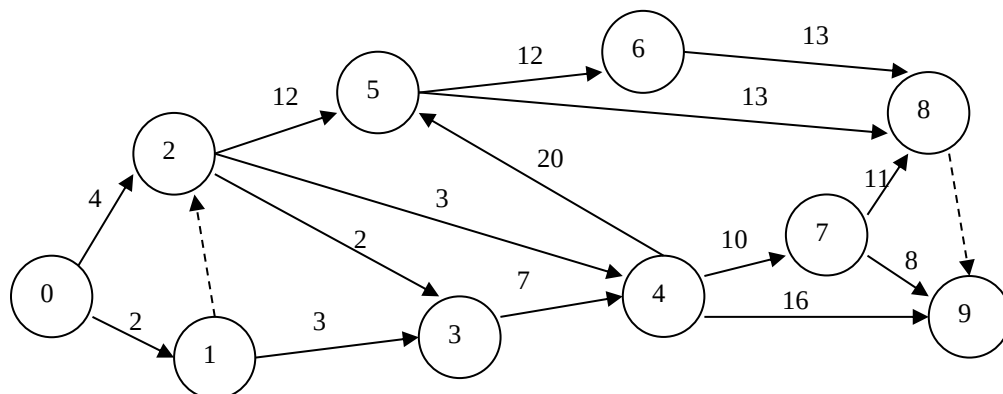
Вариант 10



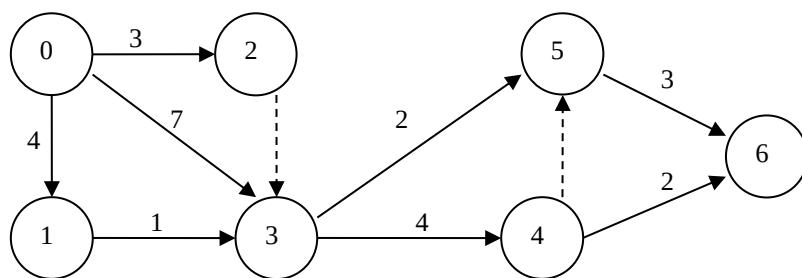
Вариант 11



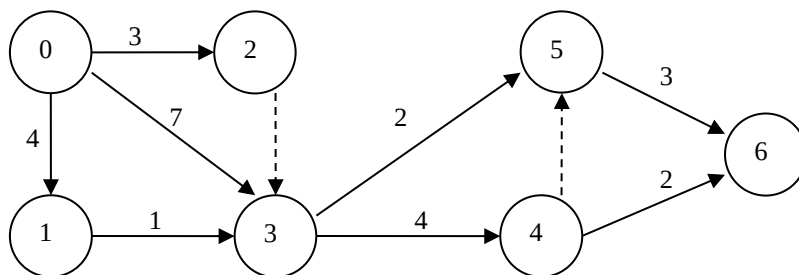
Вариант 12



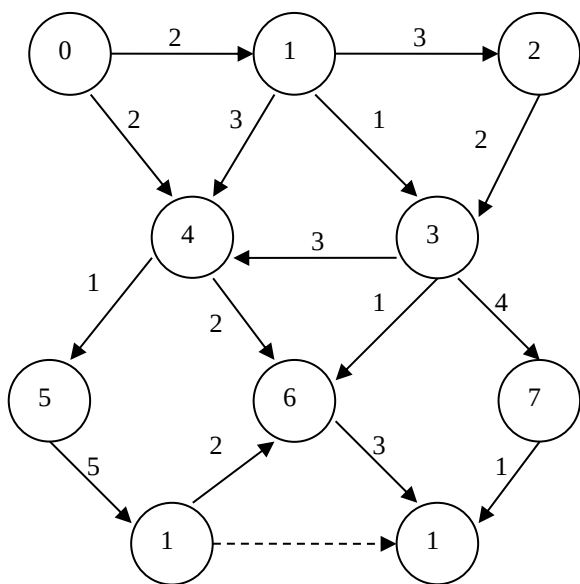
Вариант 13



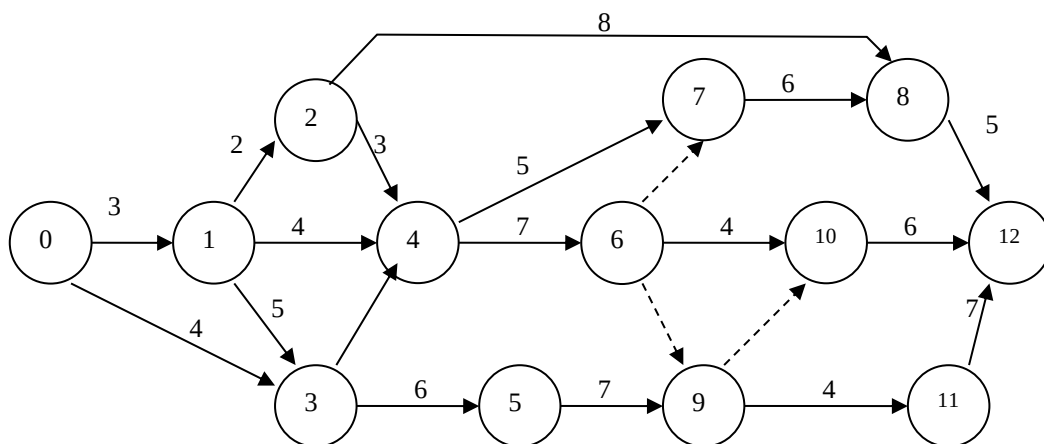
Вариант 14



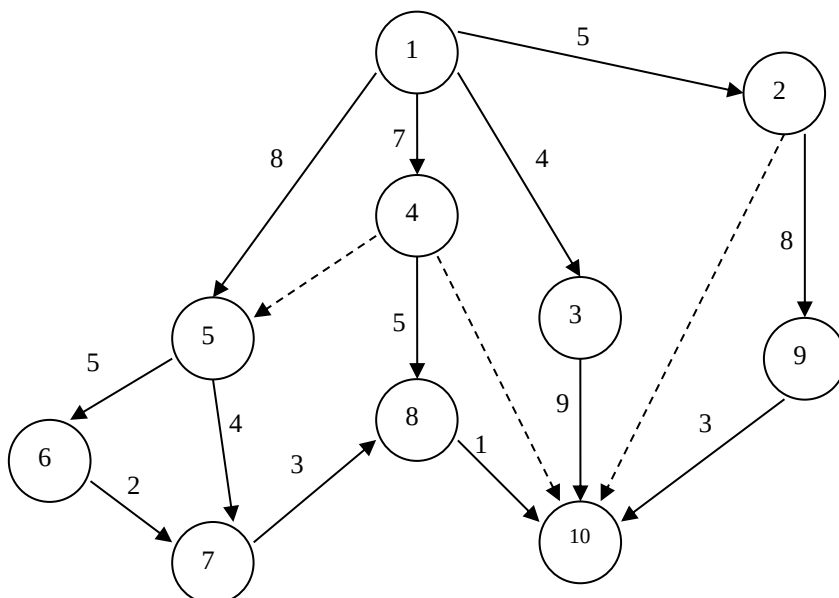
Вариант 15



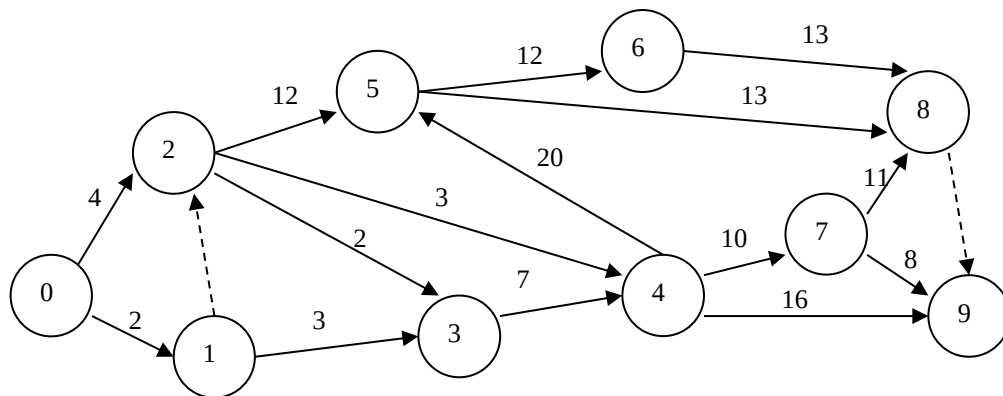
Вариант 16



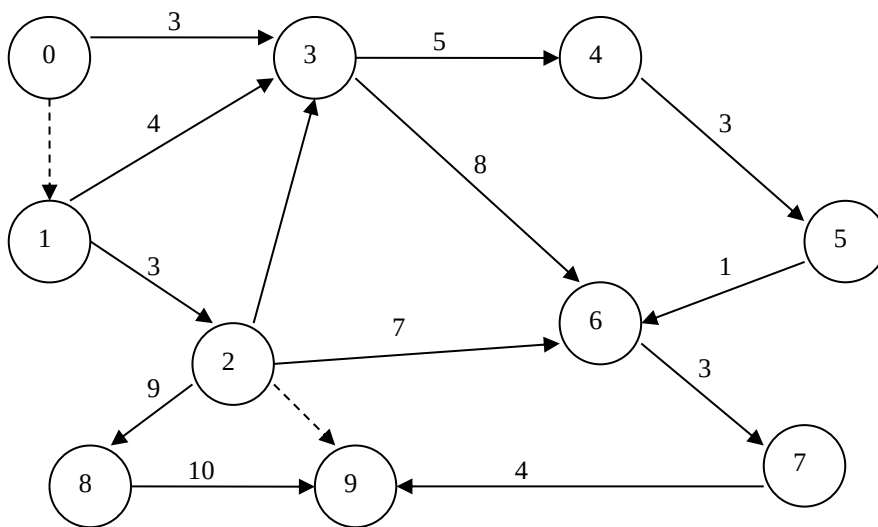
Вариант 17



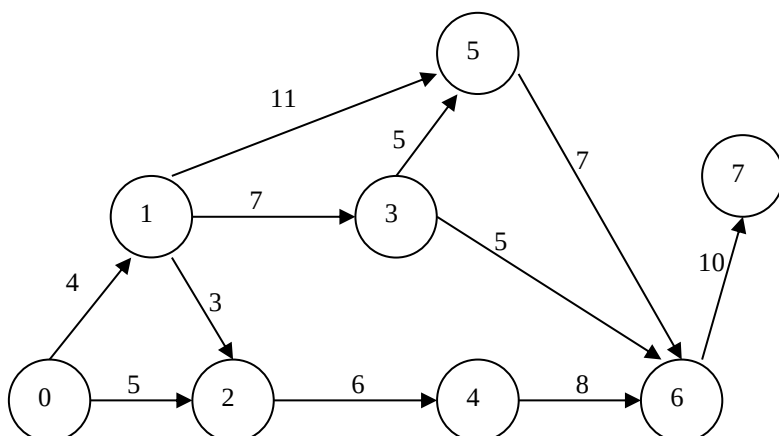
Вариант 18



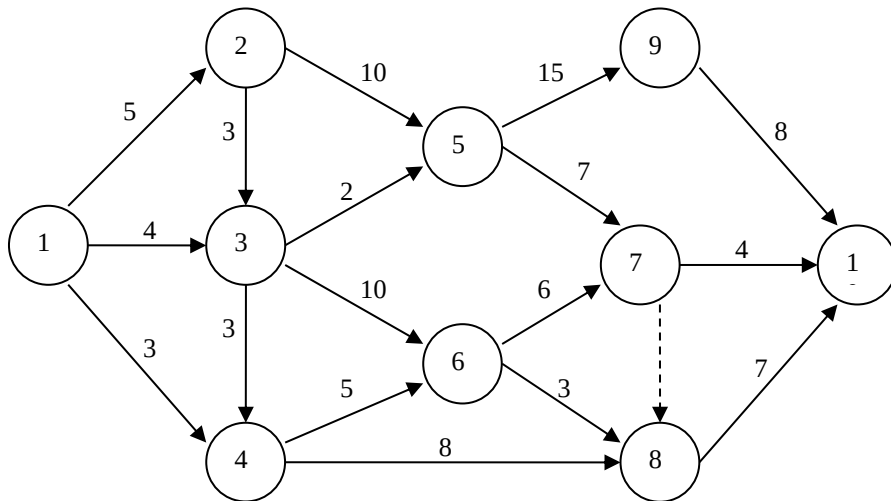
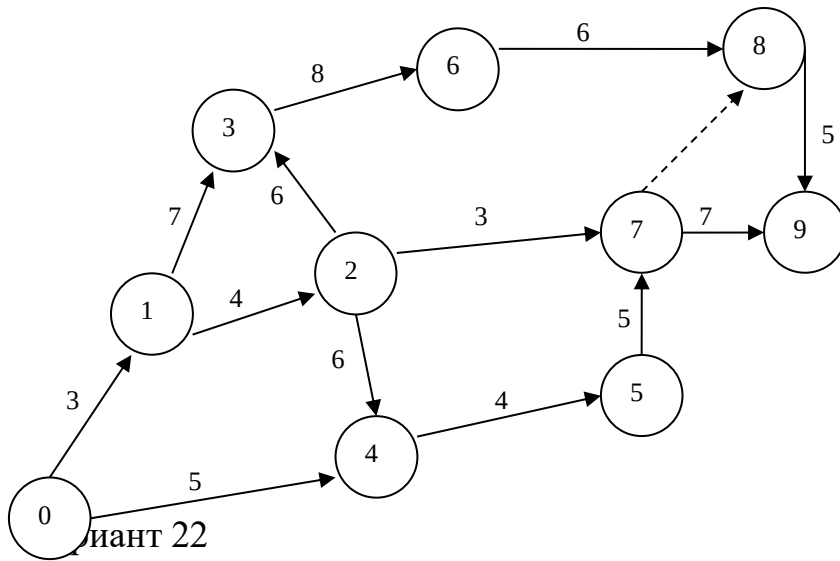
Вариант 19



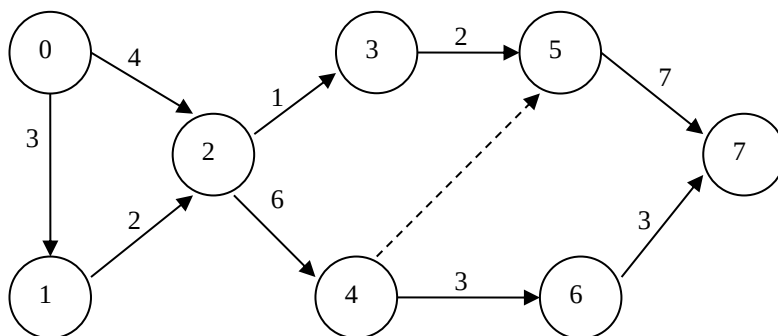
Вариант 20



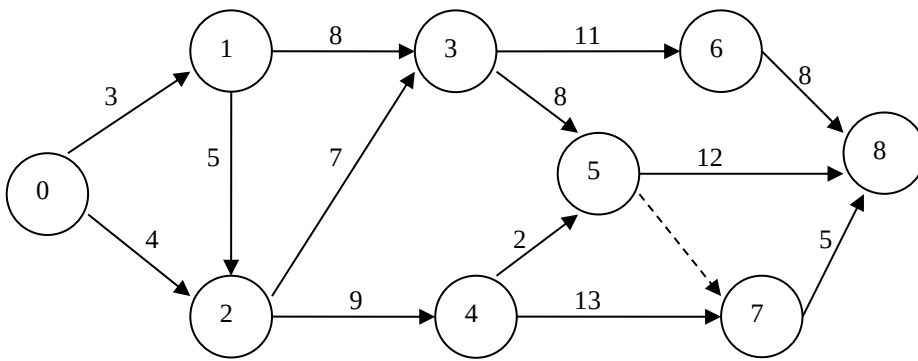
Вариант 21



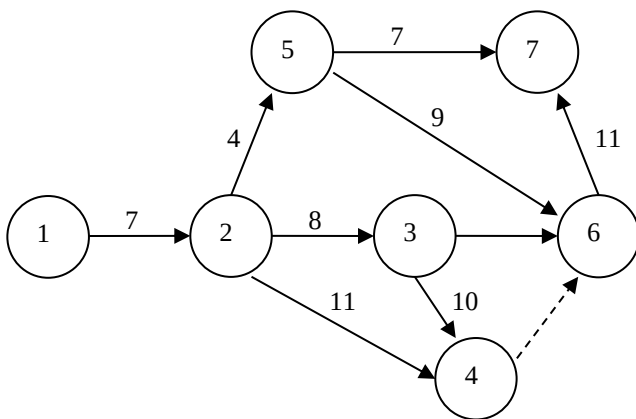
Вариант 23



Вариант 24



Вариант 25



Практическая работа № 2. Задачи принятий решений в условиях определенности

Задача 1

Применить методы линейного программирования (графический метод и симплекс-метод) для автоматизации задачи принятия оптимального решения по выпуску продукции

Задача: Для изготовления двух видов продукции используются три вида сырья. При производстве единицы продукции первого вида затрачивается:

- a_1 кг сырья первого вида,
- b_1 кг сырья второго вида ,
- c_1 кг сырья третьего вида.

При производстве единицы продукции второго вида затрачивается:

- a_2 кг сырья первого вида,
- b_2 кг сырья второго вида,
- c_2 кг сырья третьего вида.

Запасы сырья первого вида составляют A кг, второго – B кг, третьего C кг.

Прибыль от реализации единицы продукции первого вида составляет P_1 руб., от реализации единицы продукции второго вида – P_2 руб.

Конкретные данные приведены в нижеследующей таблице.

№	a_1	b_1	c_1	a_2	b_2	c_2	A	B	C	P_1	P_2
1	14	14	6	5	8	12	350	392	408	10	5
2	16	9	6	4	9	12	400	333	360	9	12
3	12	4	3	3	5	14	284	136	266	6	4
4	14	4	3	4	4	12	252	120	240	30	40
5	15	4	4	2	3	14	285	113	322	15	9
6	16	3	3	2	2	15	304	83	375	10	12
7	13	4	3	2	4	14	260	124	280	12	10
8	9	7	4	5	8	16	1431	1224	1328	3	2
9	6	5	3	3	10	12	714	910	948	3	9
10	15	5	4	4	3	8	225	100	192	6	8
11	2	3	4	5	6	36	80	102	91	5	11
12	10	8	6	4	6	12	196	168	182	18	10
13	3	2	1	6	5	5	102	80	75	3	10
14	4	2	6	10	10	12	166	138	182	6	20
15	3	4	2	4	7	8	182	807	768	3	2
16	3	4	3	5	8	11	453	616	627	2	5
17	3	4	5	6	3	2	102	91	105	7	9
18	5	3	2	2	3	3	505	393	348	7	4
19	5	4	3	3	3	4	750	630	700	5	6
20	6	4	3	2	3	4	600	520	600	6	3
21	4	7	6	3	5	3	552	607	476	3	6
22	5	5	9	7	1	5	446	503	333	10	12
23	8	7	2	9	9	4	252	321	450	13	7
24	6	5	4	7	2	8	267	44	650	7	12
25	4	5	6	7	8	9	765	655	546	4	3

Задача 2

Имеются три пункта отправления A_1, A_2, A_3 , в которых сосредоточены запасы каких-то однородных грузов в количестве соответственно a_1, a_2 и a_3 единиц. Имеются три пункта назначения B_1, B_2, B_3 , подавших заявки соответственно на b_1, b_2 и b_3 единиц груза. c_{ij} – известная стоимость перевозки единицы груза от каждого A_i поставщика до каждого B_j потребителя ($i=1,2,3; j=1,2,3$).

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	c_{11}	c_{12}	c_{13}	a_1
A_2	c_{21}	c_{22}	c_{23}	a_2

A_3	c_{31}	c_{32}	c_{33}	a_3
Потребности	b_1	b_2	b_3	

Используя метод потенциалов, требуется составить такой план перевозок, чтобы все заявки были выполнены, а общая стоимость перевозок была минимальна. Найти также остатки продукта, остающиеся при этом у поставщиков.

Вариант 1

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	3	5	8	139
A_2	4	6	5	251
A_3	7	4	3	234
Потребности	237	225	134	

Вариант 2

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	5	8	4	224
A_2	4	6	7	327
A_3	5	9	6	285
Потребности	276	220	315	

Вариант 3

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	9	4	5	554
A_2	4	8	6	465
A_3	7	6	9	632
Потребности	457	545	624	

Вариант 4

	Стоимость перевозок	Запасы
--	---------------------	--------

Потребители Поставщики	B_1	B_2	B_3	продукта
A_1	6	3	8	228
A_2	7	5	3	346
A_3	4	9	7	663
Потребности	256	354	582	

Вариант 5

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	2	6	4	117
A_2	8	5	2	332
A_3	3	9	4	254
Потребности	122	221	311	

Вариант 6

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	6	3	8	568
A_2	2	9	6	835
A_3	7	2	4	654
Потребности	645	545	840	

Вариант 7

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	6	3	9	765
A_2	4	8	5	675
A_3	3	5	4	544
Потребности	522	756	657	

Вариант 8

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	5	9	4	493
A_2	3	6	8	615
A_3	9	3	4	529
Потребности	605	513	458	

Вариант 9

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	9	3	7	444
A_2	8	4	6	555
A_3	3	7	3	666
Потребности	505	606	403	

Вариант 10

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	7	2	1	398
A_2	4	6	2	401
A_3	2	5	4	265
Потребности	254	365	386	

Вариант 11

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	6	2	8	117
A_2	2	7	5	223
A_3	9	4	6	276
Потребности	265	215	101	

Вариант 12

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B ₁	B ₂	B ₃	
A ₁	5	1	6	867
A ₂	2	7	3	654
A ₃	8	2	4	365
Потребности	370	640	750	

Вариант 13

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B ₁	B ₂	B ₃	
A ₁	7	2	5	534
A ₂	3	8	2	448
A ₃	5	4	7	328
Потребности	342	425	515	

Вариант 14

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B ₁	B ₂	B ₃	
A ₁	4	2	7	921
A ₂	8	9	2	701
A ₃	3	5	6	354
Потребности	451	803	684	

Вариант 15

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B ₁	B ₂	B ₃	
A ₁	5	2	8	576
A ₂	1	7	4	438
A ₃	9	4	2	321
Потребности	350	401	525	

Вариант 16

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	3	1	7	257
A_2	6	8	5	345
A_3	2	4	1	383
Потребности	260	352	375	

Вариант 17

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	2	6	3	176
A_2	7	2	5	934
A_3	4	5	2	562
Потребности	453	726	456	

Вариант 18

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	5	2	8	564
A_2	3	9	4	225
A_3	6	6	3	732
Потребности	457	623	416	

Вариант 19

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	7	2	5	345
A_2	2	6	4	923
A_3	6	3	8	765
Потребности	541	798	653	

Вариант 20

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	7	6	2	457
A_2	3	5	8	337
A_3	5	2	3	654
Потребности	405	384	621	

Вариант 21

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	6	2	5	560
A_2	3	9	4	923
A_3	7	2	6	756
Потребности	576	741	919	

Вариант 22

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	5	6	2	365
A_2	1	3	7	845
A_3	3	1	2	456
Потребности	380	830	450	

Вариант 23

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	2	6	9	303
A_2	8	5	3	707
A_3	3	4	6	505
Потребности	493	502	501	

Вариант 24

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	6	1	2	909
A_2	3	9	5	123
A_3	4	2	6	503
Потребности	693	223	468	

Вариант 25

Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
	B_1	B_2	B_3	
A_1	2	7	6	459
A_2	5	3	4	681
A_3	3	1	1	143
Потребности	341	576	356	

Задача 3. Используя метод динамического программирования, составить модель и найти решение задачи оптимального распределения средств " S_0 " между " n " предприятиями. Критерий – максимальная прибыль. Средства " X " выделенные k – тому предприятию приносят прибыль " $f_k(X)$ ", вложенные средства кратны " ΔX " и не превышают " d " для k – го предприятия. Задания представлены в таблицах.

Вариант 1

$S_0=15; n=3; \Delta x=3; d=9$			
x	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$
3	18	20	22
6	30	28	26
9	35	33	37

Вариант 2

$S_0=5; n=3; \Delta x=1; d=3$			
x	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$
1	12	12	18
2	14	14	18
3	15	20	22

Вариант 3

$S_0=10; n=3; \Delta x=2; d=6$			
x	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$
3	18	20	12
6	36	40	16
9	62	55	17

Вариант 4

$S_0=20; n=3; \Delta x=4; d=12$			
x	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$
4	28	20	25
8	40	50	45
12	62	75	65

Вариант 5

$S_0=23; n=3; \Delta x=5; d=15$			
x	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$
5	8	10	12
10	20	18	16
15	25	23	27

Вариант 6

$S_0=15; n=3; \Delta x=5; d=15$			
x	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$
5	28	20	20
10	33	24	29
15	36	32	37

Вариант 7

$S_0=5; n=3; \Delta x=1; d=3$			
x	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$
1	7	11	9
2	14	14	12
3	21	25	23

Вариант 8

$S_0=12; n=3; \Delta x=3; d=9$			
x	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$
3	26	19	21
6	31	23	26
9	34	35	38

Вариант 9

$S_0=12; n=3; \Delta x=2; d=6$			
x	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$
2	10	12	9
4	14	14	16
6	28	25	23

Вариант 10

$S_0=0,3; n=3; \Delta x=0,1; d=0,3$			
x	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$
0,1	8	10	12
0,2	10	18	16
0,3	15	23	17

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И РИСКА

Задача 1.

Используя теорию игр, определить оптимальные стратегии игроков.

В распоряжении ремонтной мастерской имеются три бригады: А1, А2, А3. Мастерская проводит ремонт трех марок машин: В1, В2, В3. На каждой машине после выхода из строя каких-либо элементов или прохождения определенного числа километров требуется проводить ремонтные работы. Вероятность эффективности ремонта техники данной бригадой дана в таблице. Найти оптимальные стратегии игроков и цену игры.

- 1) Применив принцип минимакса, установить, что игра неразрешима в чистых стратегиях.
- 2) Упростить матрицу игры до матрицы 2x2, вычеркнув доминируемые чистые стратегии.

Найти решение игры в смешанных стратегиях графическим методом и сведением к задаче линейного программирования.

Вариант 1

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,3	0,5	0,6
A ₂	0,2	0,3	0,4
A ₃	0,8	0,1	0,4

Вариант 2

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,4	0,3	0,5
A ₂	0,5	0,6	0,1
A ₃	0,9	0,5	0,8

Вариант 3

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,2	0,3	0,4
A ₂	0,6	0,4	0,5
A ₃	0,1	0,7	0,4

Вариант 4

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,1	0,4	0,9
A ₂	0,2	0,7	0,2
A ₃	0,4	0,8	0,3

Вариант 5

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,1	0,7	0,6
A ₂	0,4	0,6	0,2
A ₃	0,5	0,8	0,3

Вариант 6

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,1	0,8	0,3
A ₂	0,6	0,2	0,3
A ₃	0,7	0,4	0,9

Вариант 7

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,2	0,5	0,1
A ₂	0,3	0,6	0,4
A ₃	0,8	0,3	0,9

Вариант 8

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,3	0,9	0,7
A ₂	0,1	0,8	0,4
A ₃	0,6	0,5	0,8

Вариант 9

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,4	0,3	0,5
A ₂	0,5	0,6	0,1
A ₃	0,9	0,5	0,8

Вариант 10

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,3	0,5	0,6
A ₂	0,2	0,3	0,4
A ₃	0,8	0,1	0,4

Вариант 11

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,1	0,4	0,9
A ₂	0,2	0,7	0,2
A ₃	0,4	0,8	0,3

Вариант 12

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,4	0,5	0,1
A ₂	0,2	0,6	0,3
A ₃	0,1	0,3	0,2

Вариант 13

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,1	0,8	0,3
A ₂	0,6	0,2	0,3
A ₃	0,7	0,4	0,9

Вариант 14

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,1	0,7	0,6
A ₂	0,4	0,6	0,2
A ₃	0,5	0,8	0,3

Вариант 15

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,3	0,9	0,7
A ₂	0,1	0,8	0,4
A ₃	0,6	0,5	0,8

Вариант 16

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,5	0,6	0,7
A ₂	0,8	0,3	0,9
A ₃	0,4	0,3	0,2

Вариант 17

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,9	0,4	0,7
A ₂	0,8	0,6	0,5
A ₃	0,3	0,1	0,4

Вариант 18

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,2	0,5	0,1
A ₂	0,3	0,6	0,4
A ₃	0,8	0,3	0,9

Вариант 19

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,4	0,5	0,1
A ₂	0,2	0,6	0,3
A ₃	0,1	0,3	0,2

Вариант 20

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,3	0,5	0,6
A ₂	0,2	0,3	0,4
A ₃	0,8	0,1	0,4

Вариант 21

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,9	0,4	0,7
A ₂	0,8	0,6	0,5
A ₃	0,3	0,1	0,4

Вариант 22

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,2	0,5	0,1
A ₂	0,3	0,6	0,4
A ₃	0,8	0,3	0,9

Вариант 23

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,1	0,7	0,6
A ₂	0,4	0,6	0,2
A ₃	0,5	0,8	0,3

Вариант 24

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,3	0,9	0,7
A ₂	0,1	0,8	0,4
A ₃	0,6	0,5	0,8

Вариант 25

	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	0,5	0,6	0,7
A ₂	0,8	0,3	0,9
A ₃	0,4	0,3	0,2

Задача 2.

Используя теорию случайных процессов, построить граф состояний системы, найти предельные вероятности состояний системы. Интенсивности потоков событий, переводящих систему из одного в другое из имеющихся четырех состояний системы, заданы матрицами λ .

Вариант1.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 5 \\ 4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 6 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант2.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 5 & 1 \\ 4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 6 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант3.**Вариант4.**

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 5 & 1 \\ 4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 6 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & 6 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 4 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант5.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 3 & 2 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 5 & 6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант6.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 3 \\ 4 & 5 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант7.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 1 & 0 & 3 \\ 4 & 5 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант8.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & 6 \\ 4 & 5 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант9.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 1 & 0 & 3 \\ 5 & 4 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант10.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 6 & 0 & 3 \\ 4 & 4 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант11.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 5 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант 12.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 4 & 2 \\ 4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант 13.

Вариант 14.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & 0 & 0 \\ 0 & 6 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 3 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 2 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант 15.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 4 & 2 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант 16.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 3 & 8 \\ 0 & 0 & 0 & 5 \\ 4 & 5 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант 17.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 5 \\ 0 & 4 & 0 & 3 \\ 3 & 5 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант 18.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 4 & 0 & 6 \\ 4 & 2 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант 19.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 2 & 0 & 3 \\ 6 & 4 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант 20.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 6 & 0 & 3 \\ 4 & 2 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант 21.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 & 2 \\ 3 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант 22.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 4 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \\ 1 & 5 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант 23.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 2 & 0 & 3 \\ 2 & 5 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант 24.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \\ 0 & 2 & 0 & 6 \\ 8 & 5 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант 25.

.

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \\ 0 & 2 & 0 & 3 \\ 1 & 4 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Задача 3. Оценка работы СМО

Используя теорию массового обслуживания, провести расчет СМО.

Имеется телефонная станция с n каналами связи. На станцию поступает простейший поток вызовов абонентов с плотностью λ вызовов в минуту, средняя продолжительность разговора τ мин. Найти финальные характеристики состояний и характеристики СМО. Сколько потребуется каналов для того, чтобы удовлетворить не менее 80 % поступающих заявок? Какая доля каналов при этом будет простаивать?

Исходные данные представлены в табл.2.

Таблица 2

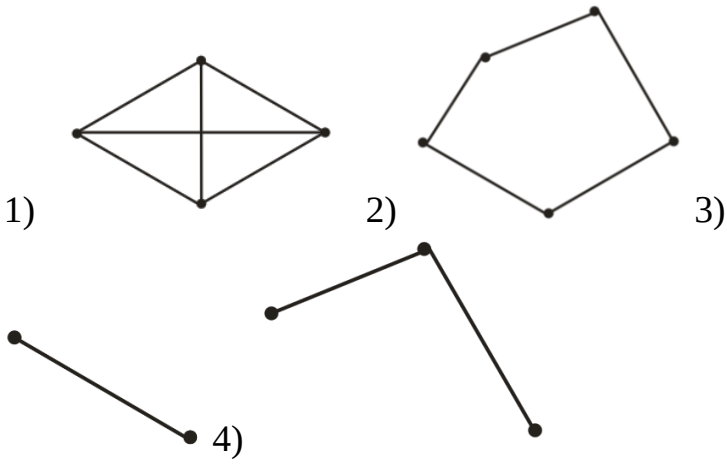
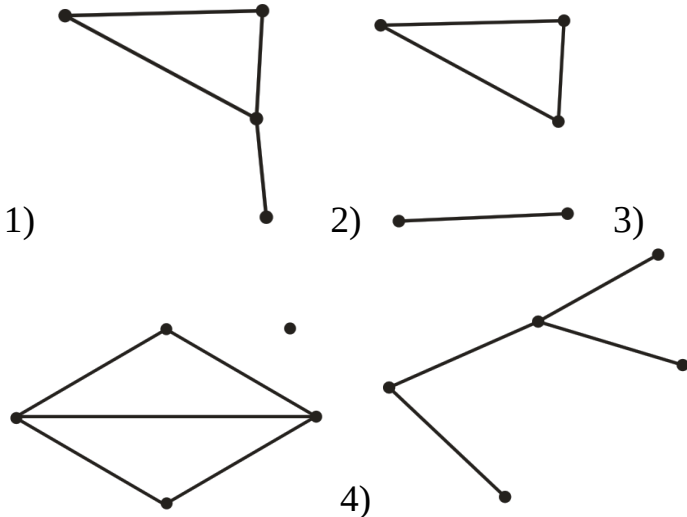
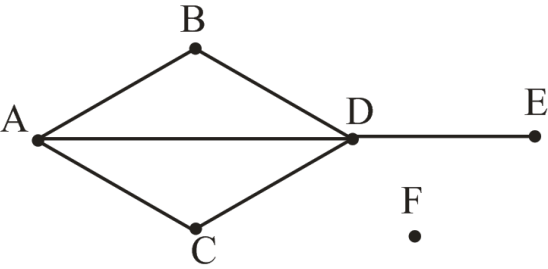
№ вар.	n	λ	τ		№ вар.	n	λ	τ
1	4	4	2		14	5	3,5	3
2	3	1,5	2		15	5	3	2,5
3	4	2	3		16	4	2	2,5
4	4	2,5	2		17	3	2	2
5	3	2	2,5		18	3	2,5	2,5
6	3	1,5	3		19	4	2,5	2,5
7	5	3	3		20	4	3,5	3
8	5	3	4		21	5	3,5	2,5
9	4	3	2		22	3	1,5	1,5
10	5	4	3,5		23	5	4	3
11	4	1,5	3		24	4	3,5	2,5
12	3	2,5	2		25	3	2,5	1,5

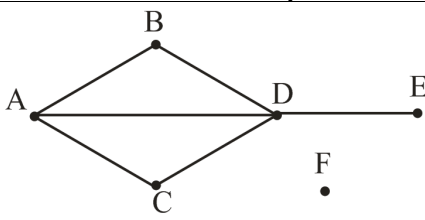
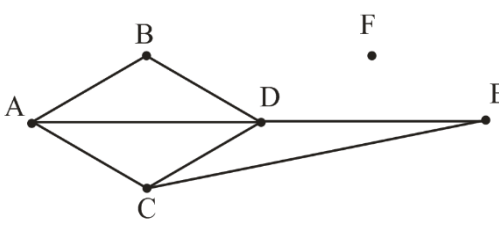
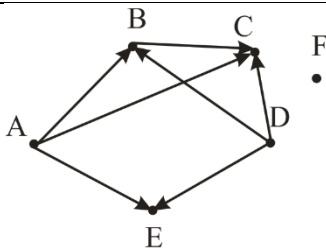
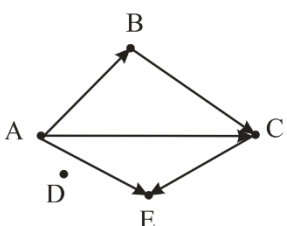
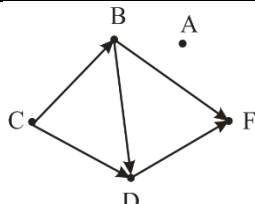
Тест по дисциплине
«Математическое моделирование»

№	Содержание вопроса	Варианты ответа
1	Категория 1. Предмет и задачи математического моделирования	
1	Основной недостаток метода математического моделирования - это:	1. Неразработанность математического аппарата; 2. Возможность сильных искажений реальных проблем, связанных с привнесением в проблему моделей, неадекватных изучаемой реальности; 3. Невозможность получения точных аналитических решений сложных реальных проблем; Подходят все варианты ответа.
2	Объект изучения в математическом моделировании - это:	1. Рассматриваемый экономический субъект; 2. Те компоненты реальности, которые содержат совокупность проблем, подлежащих исследованию; 3. Те свойства и стороны экономического объекта, которые наиболее точно отражают реальные проблемы; Все перечисленные варианты ответа.
3	Предмет изучения в математическом моделировании - это:	1. Рассматриваемый экономический субъект; 2. Те компоненты реальности, которые содержат совокупность проблем, подлежащих исследованию; 3. Те свойства и стороны экономического объекта, которые наиболее точно отражают реальные проблемы; Все перечисленные варианты ответа.
4	Цели экономического моделирования состоят в использовании моделей для:	1. Описания экономических систем и процессов; для получения количественных оценок их состояния, для анализа и

№	Содержание вопроса	Варианты ответа
		прогнозирования этих процессов и для обеспечения возможностей интерпретации результатов моделирования специалистами в данной предметной области; 2. Принятия управленческих решений; 3. Исследования свойств реальной системы; Повышения квалификации в предметной области экономики.
5	Математическая модель экономического объекта - это:	1. Набор уравнений и неравенств; 2. Описание алгоритмов, пригодное для программирования на ЭВМ; 3. Его упрощенный образ, представленный с помощью различных математических терминов: уравнений, неравенств, логических отношений и графиков; Формализованное представление основных экономических законов.
6	Последовательными этапами моделирования являются:	1. Составление экономических уравнений и оценка их параметров; 2. Содержательный анализ проблемы и графическое моделирование; 3. Содержательный анализ проблемы и математическое моделирование полученных зависимостей; Описание, оценка, анализ, прогнозирование и интерпретация.
Категория 2. Моделирование простых систем теория		
1	Графом $G(X, V)$ называется...	1) любое множество X вершин и любое множество V ребер, концы которых

№	Содержание вопроса	Варианты ответа								
		принадлежат заданному множеству точек 2) непустое множество X вершин и любое множество V ребер, концы которых принадлежат заданному множеству точек 3) любое множество X вершин и непустое множество V ребер, концы которых принадлежат заданному множеству точек								
2	Граф, все ребра которого ориентированы, называется...	1) ориентированным 2) связным 3) плоским								
3	22. Сетевой график – это...	1) граф, не имеющий циклов 2) орграф с одним источником и одним стоком 3) орграф, не имеющий циклов, с одним источником и одним стоком								
4	Установите соответствие. <table><tr><td>1. полный путь</td><td>А. время, необходимое для выполнения всех работ полного пути</td></tr><tr><td>2. критический путь</td><td>Б. путь от исходного до завершающего события</td></tr><tr><td>3. критическое время</td><td>В. путь, имеющий наибольшую продолжительность</td></tr><tr><td>4. продолжительность пути</td><td>Г. продолжительность критического пути</td></tr></table>		1. полный путь	А. время, необходимое для выполнения всех работ полного пути	2. критический путь	Б. путь от исходного до завершающего события	3. критическое время	В. путь, имеющий наибольшую продолжительность	4. продолжительность пути	Г. продолжительность критического пути
1. полный путь	А. время, необходимое для выполнения всех работ полного пути									
2. критический путь	Б. путь от исходного до завершающего события									
3. критическое время	В. путь, имеющий наибольшую продолжительность									
4. продолжительность пути	Г. продолжительность критического пути									
2	Категория 3. Моделирование простых систем практика									
1	Указать полные графы.	1,3								

№	Содержание вопроса	Варианты ответа
	 1) 2) 3) 4)	
2	Указать связные графы.  1) 2) 3) 4)	1,4
3	Для графа указать цикл(возможно несколько вариантов ответа). 	1) A-B-D-A 2) C-D-A-C 3) A-C-D-E 4) A-C-D-A-B-D-E
4	Для графа указать простой путь от A до E(возможно несколько вариантов ответа)	1) A-D-E 2) A-C-D-B-A-D-E 3) A-B-C-D-E 4) A-B-D-E

№	Содержание вопроса	Варианты ответа
		
5	Количество мостов графа  равно...	3
6	Степень вершины A графа  равна...	3
7	 Установите соответствие. 1. вершина A А. сток 2. вершина F Б. источник 3. вершина C В. изолированная вершина	
8	Какие вершины не достижимы ни из одной вершины графа? (возможно несколько вариантов ответа) 	1) A 2) B 3) C 4) D
9	 В орграфе установите соответствие. 1. вершина A А. сток 2. вершина F Б. источник 3. вершина C В. изолированная вершина	

№	Содержание вопроса	Варианты ответа
10	Определите число путей от А до Е в графе	0
11	Через какие события проходит критический путь?	1) 0-2-5-6 2) 0-1-3-4-6 3) 0-1-3-4-6
12	Через какие события проходит критический путь?	1) 0-1-3-5 2) 0-3-5 3) 0- 1-2-4-5
13	Наибольший резерв времени имеет событие... (указать номер события)	4
14		8

№	Содержание вопроса	Варианты ответа
	Продолжительность критического пути равна...	
15	Установите соответствие. 1. ранний срок наступления события 2. поздний срок наступления события 3. резерв времени события 4. критическое время	А. $t_n(i) = \min_k \{-t(i; k) + t_n(k)\}$ Б. $T_{кр} = t_p(n) = t_n(n)$, где n – завершающее событие В. $t_p(i) = \max_k \{t(i; k) + t_p(k)\}$ Г. $P(i) = t_n(i) - t_p(n)$
4	Категория 4. Линейное программирование. Теория.	
1	Какие задачи относятся к задачам линейного программирования (правильных ответов несколько)...	1)у которых целевая функция является линейной; 2)у которых ограничения выражены в виде линейных равенств; 3)у которых неизвестные положительные; 4)у которых заданные постоянные величины положительные.
2	Какие из перечисленных задач относятся к задачам линейного программирования...	1)транспортные задачи; 2)задачи о динамическом распределении ресурсов; 3)задачи коммивояжера; 4)задачи о смеси.
3	К какому типу относится задача «На двух торговых базах A и B имеется m гарнитуров мебели, по m_1 на каждой. Всю мебель требуется доставить в два мебельных магазина, C и D причем в C надо доставить n_1 гарнитуров, а в D – n_2 . Известно, что доставка одного гарнитура с базы A в магазин C обходится в одну денежную единицу, в магазин D – в три денежных единицы. Соответственно с базы B в магазины C и D : две и пять денежных единиц. Составить план перевозок так, чтобы стоимость всех перевозок была наименьшей»	1)транспортные задачи; 2)задачи о динамическом распределении ресурсов; 3)задачи коммивояжера; 4)задачи о смеси.

№	Содержание вопроса	Варианты ответа
4	Какие задачи линейного программирования могут быть решены графически (верных ответов несколько):	1)содержащие две неизвестных переменных; 2)содержащие три неизвестных переменные; 3)содержащие не более двух неизвестных переменных; 4)содержащие более трех неизвестных переменных.
5	Какое решение системы уравнений называется допустимым решением задачи линейного программирования...	1)которое лежит внутри области решений системы ограничений; 2)которое лежит на границе области решений системы ограничений; 3)которое лежит вне области решений системы ограничений; 4)которое лежит внутри и на границе области решений системы ограничений.
6	Задача линейного программирования имеет каноническую форму, если...	1)все ограничения системы состоят только из неравенств и целевую функцию необходимо минимизировать; 2)все ограничения системы состоят только из уравнений (кроме неравенств, выражающих неотрицательность переменных) и целевую функцию необходимо минимизировать; 3)все ограничения системы состоят только из уравнений и целевую функцию необходимо минимизировать; 4)все ограничения системы состоят только из уравнений (кроме неравенств, выражающих неотрицательность переменных) и целевую

№	Содержание вопроса	Варианты ответа
		функцию необходимо максимизировать.
7	Какой из перечисленных методов относится к аналитическим методам решения задач линейного программирования...	1)графический метод; 2)метод Монте-Карло; 3)метод подстановки; 3)симплекс-метод.
8	Какое условие должно быть выполнено, чтобы опорный план считался оптимальным (возможны несколько вариантов ответов): в индексной строке...	1) нет отрицательных элементов; 2)В индексной строке есть отрицательный элемент, в столбце которого есть хотя бы один положительный; 3) нет положительных элементов; 4) есть положительный элемент, в столбце которого есть хотя бы один положительный.
9	Чему равно количество переменных в двойственной задаче по отношению к исходной задаче...	1)количеству равенств; 2)одинаковое; 3)количеству неравенств; 4)количеству неизвестных.
10	О чем гласит первая теорема двойственности...	1)Если одна из пары двойственных задач разрешима, то разрешима и другая, причем значения целевых функций на оптимальных планах совпадают. 2)Планы x^* и y^* оптимальны в задачах прямой и двойственной задачах тогда и только тогда, когда при подстановке их в систему ограничений задач хотя бы одно из любой пары сопряженных неравенств обращается в равенство. 3)Условиям неотрицательности переменных исходной задачи соответствуют

№	Содержание вопроса	Варианты ответа
		неравенства-ограничения двойственной, направленные в другую сторону; 4) Планы x^* и y^* оптимальны в задачах прямой и двойственной задачах тогда и только тогда, когда при подстановке их в систему ограничений задач хотя бы одно из любой пары сопряженных равенств обращаются в неравенства.
11	Какое определение соответствует понятию «план перевозок»:	1) количество товара, имеющегося у i-го поставщика; 2) количество товара, которое необходимо перевезти от i-го поставщика к j-му потребителю; 3) количество товара, необходимого j-му потребителю; 4) стоимость товара, перевозимого от i-го поставщика к j-му потребителю.
12	При каком условии модель транспортной задачи будет закрытой:	1) $f(\bar{x}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min;$ 2) $\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, j = 1, \dots, m;$ 3) $\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_i, j = 1, \dots, n, x_{ij} \geq 0;$ 4) $\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$
13	Какие методы существуют для построения опорного плана перевозок (возможно несколько правильных ответов):	1) Метод «северо-западного» угла; 2) Метод Монте-Карло; 3) Симплекс-метод;

№	Содержание вопроса	Варианты ответа																							
		4)Метод «минимального элемента».																							
14	Какое из условий соответствует оптимальному плану перевозок согласно методу потенциалов в транспортной задаче (возможно несколько вариантов правильных ответов):	1) $u_i + v_j \leq c_{ij}$ для всех $i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}$, 2) $u_i + v_j = c_{ij}$ для всех $x_{ij} > 0$ 3) $u_i + v_j > c_{ij}$ для всех $i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}$, 4) $u_i + v_j \geq c_{ij}$ для всех $i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}$,																							
15	План перевозок оптимальный, если в таблице уклонений...	1) нет положительных элементов 2) нет отрицательных элементов 3) все элементы равны нулю																							
17	Начальный план перевозок ЗТЗ, полученный методом наименьшей стоимости, является....	1) оптимальным 2) базисным 3) близким к оптимальному																							
16	Начальный план перевозок ЗТЗ, полученный методом северо-западного угла, является....	1) оптимальным 2) базисным 3) близким к оптимальному																							
17	Для оптимизации решения транспортной задачи используют...	1) симплекс-метод 2) графический метод 3) метод потенциалов																							
5	Категория 5. Линейное программирование. Практика																								
1	Исходные величины ТЗ заданы в таблице <table><tr><th rowspan="2">Потребители Поставщики</th><th colspan="3">Стоимость перевозок</th><th rowspan="2">Запасы продукта</th></tr><tr><th>B_1</th><th>B_2</th><th>B_3</th></tr><tr><td>A_1</td><td>2</td><td>5</td><td>3</td><td>25</td></tr><tr><td>A_2</td><td>1</td><td>4</td><td>6</td><td>40</td></tr><tr><td>Потребности</td><td>20</td><td>15</td><td>30</td><td></td></tr></table>	Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта	B_1	B_2	B_3	A_1	2	5	3	25	A_2	1	4	6	40	Потребности	20	15	30		285
Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта																					
	B_1	B_2	B_3																						
A_1	2	5	3	25																					
A_2	1	4	6	40																					
Потребности	20	15	30																						

№	Содержание вопроса	Варианты ответа																																																															
	Тогда суммарная стоимость перевозки методом северо-западного угла равна....																																																																
2	Исходные величины ТЗ заданы в таблице<table><tr><th rowspan="2">Потребители Поставщики</th><th colspan="2">Стоимость перевозок</th><th rowspan="2">Запасы продукта</th></tr><tr><th>B_1</th><th>B_2</th></tr><tr><td>A_1</td><td>3</td><td>2</td><td>20</td></tr><tr><td>A_2</td><td>1</td><td>5</td><td>35</td></tr><tr><td>A_3</td><td>7</td><td>3</td><td>40</td></tr><tr><td>Потребности</td><td>65</td><td>30</td><td></td></tr></table> Тогда суммарная стоимость перевозки методом наименьшей стоимости равна....	Потребители Поставщики	Стоимость перевозок		Запасы продукта	B_1	B_2	A_1	3	2	20	A_2	1	5	35	A_3	7	3	40	Потребности	65	30		315																																									
Потребители Поставщики	Стоимость перевозок		Запасы продукта																																																														
	B_1	B_2																																																															
A_1	3	2	20																																																														
A_2	1	5	35																																																														
A_3	7	3	40																																																														
Потребности	65	30																																																															
3	Укажите открытые транспортные задачи (более одного правильного ответа) 1) <table><tr><th rowspan="2">Потребители Поставщики</th><th colspan="3">Стоимость перевозок</th><th rowspan="2">Запасы продукта</th></tr><tr><th>B_1</th><th>B_2</th><th>B_3</th></tr><tr><td>A_1</td><td>2</td><td>5</td><td>3</td><td>158</td></tr><tr><td>A_2</td><td>1</td><td>4</td><td>6</td><td>874</td></tr><tr><td>Потребности</td><td>325</td><td>278</td><td>429</td><td></td></tr></table> 2) <table><tr><th rowspan="2">Потребители Поставщики</th><th colspan="2">Стоимость перевозок</th><th rowspan="2">Запасы продукта</th></tr><tr><th>B_1</th><th>B_2</th></tr><tr><td>A_1</td><td>2</td><td>6</td><td>148</td></tr><tr><td>A_2</td><td>3</td><td>1</td><td>324</td></tr><tr><td>A_3</td><td>5</td><td>4</td><td>251</td></tr><tr><td>Потребности</td><td>245</td><td>324</td><td></td></tr></table> 3) <table><tr><th rowspan="2">Потребители Поставщики</th><th colspan="3">Стоимость перевозок</th><th rowspan="2">Запасы продукта</th></tr><tr><th>B_1</th><th>B_2</th><th>B_3</th></tr><tr><td>A_1</td><td>2</td><td>5</td><td>3</td><td>157</td></tr><tr><td>A_2</td><td>1</td><td>4</td><td>6</td><td>369</td></tr></table>	Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта	B_1	B_2	B_3	A_1	2	5	3	158	A_2	1	4	6	874	Потребности	325	278	429		Потребители Поставщики	Стоимость перевозок		Запасы продукта	B_1	B_2	A_1	2	6	148	A_2	3	1	324	A_3	5	4	251	Потребности	245	324		Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта	B_1	B_2	B_3	A_1	2	5	3	157	A_2	1	4	6	369	
Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта																																																													
	B_1	B_2	B_3																																																														
A_1	2	5	3	158																																																													
A_2	1	4	6	874																																																													
Потребности	325	278	429																																																														
Потребители Поставщики	Стоимость перевозок		Запасы продукта																																																														
	B_1	B_2																																																															
A_1	2	6	148																																																														
A_2	3	1	324																																																														
A_3	5	4	251																																																														
Потребности	245	324																																																															
Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта																																																													
	B_1	B_2	B_3																																																														
A_1	2	5	3	157																																																													
A_2	1	4	6	369																																																													

№	Содержание вопроса			Варианты ответа		
4)		A_3	2	4	5	246
		Потребности	401	121	220	
		Потребители Поставщики	Стоимость перевозок			Запасы продукта
			B_1	B_2	B_3	
		A_1	2	5	3	145
		A_2	1	4	6	891
		Потребности	647	224	165	
6	Категория 6. Теория игр. Теория.					
1	В графическом методе решения игр $2 \times m$ непосредственно из графика находят			1) оптимальные стратегии обоих игроков. 2) цену игры и оптимальную стратегию 2-го игрока. 3) цену игры и оптимальную стратегию 1-го игрока		
2	График нижней огибающей для графического метода решения игр $2 \times m$ представляет собой в общем случае:			1) ломаную. 2) прямую. 3) параболу.		
3	Чем можно задать матричную игру:			1) одной матрицей. 2) двумя матрицами. 3) ценой игры.		
4	В матричной игре произвольной размерности смешанная стратегия любого игрока – это:			1) число. 2) множество. 3) вектор, или упорядоченное множество. 4) функция.		
5	В матричной игре 2×2 две компоненты смешанной стратегии игрока.			1) определяют значения друг друга 2) независимы.		
6	Игрой с нулевой суммой называется игра, в которой для любых $x \in X$ и $y \in Y$ выполняется условие:			1) $H_1(x, y) + H_2(x, y) = 1$ 2) $H_1(x, y) + H_2(x, y) = 0$ 3) $H_1(x, y) - H_2(x, y) = 0$		
7	В матричной игре элемент a_{ij} представляет собой:			1) выигрыш 1-го игрока при использовании им i -й стратегии, а 2-м – j -й стратегии. 2) оптимальную стратегию 1-го игрока при		

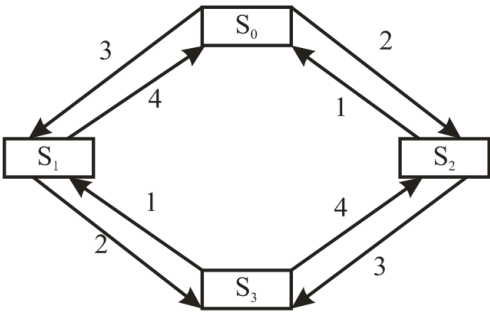
№	Содержание вопроса	Варианты ответа
		использовании противником i -й или j -й стратегии. 3) проигрыш 1-го игрока при использовании им j -й стратегии, а 2-м – i -й стратегии
8	Элемент матрицы a_{ij} соответствует седловой точке. Возможны следующие ситуации:	1) этот элемент строго меньше всех в строке. 2) этот элемент второй по порядку в строке. 3) в строке есть элементы и больше, и меньше, чем этот элемент.
9	По критерию математического ожидания каждый игрок исходит из того, что:	1) случится наихудшая для него ситуация. 2) все ситуации равновозможны. 3) все или некоторые ситуации возможны с некоторыми заданными вероятностями
10	Цена игры - это:	1) число. 2) вектор. 3) матрица.
11	Принцип доминирования позволяет удалять из матрицы за один шаг:	1) целиком столбцы, 2) отдельные числа. 3) подматрицы меньших размеров.
12	В матричной игре 3×3 две компоненты смешанной стратегии игрока:	а) определяют третью. б) не определяют.
13	Элемент матрицы a_{ij} соответствует седловой точке. Возможны следующие ситуации:	1) этот элемент строго больше всех в столбце. 2) этот элемент строго больше всех по порядку в строке. 3) в строке есть элементы и больше, и меньше, чем этот элемент.
14	Платежная матрица имеет седловую точку, если...	1) $u^0 = v^0$ 2) $u^0 > v^0$ 3) $u^0 < v^0$

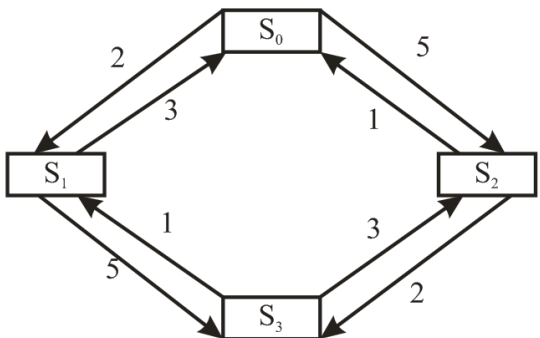
№	Содержание вопроса	Варианты ответа																
15	Чистая стратегия i первого игрока доминирует его чистую стратегию k , если...	1) $a_{ij} \leq a_{kj}$ 2) $a_{ij} \geq a_{kj}$ 3) $a_{ij} < a_{kj}$																
16	Чистая стратегия j второго игрока доминирует его чистую стратегию l , если...	1) $a_{ij} \leq a_{il}$ 2) $a_{ij} \geq a_{il}$ 3) $a_{ij} > a_{il}$																
7	Категория 7. Теория игр. Практика																	
1	Применяя принцип минимакса, определить оптимальные стратегии игроков <table><tr><td>II \ I</td><td>B₁</td><td>B₂</td><td>B₃</td></tr><tr><td>A₁</td><td>0,5</td><td>0,8</td><td>0,4</td></tr><tr><td>A₂</td><td>0,3</td><td>0,7</td><td>0,2</td></tr><tr><td>A₃</td><td>0,9</td><td>0,6</td><td>0,1</td></tr></table>	II \ I	B ₁	B ₂	B ₃	A ₁	0,5	0,8	0,4	A ₂	0,3	0,7	0,2	A ₃	0,9	0,6	0,1	1) A ₃ B ₂ 2) A ₂ B ₃ 3) A ₁ B ₃
II \ I	B ₁	B ₂	B ₃															
A ₁	0,5	0,8	0,4															
A ₂	0,3	0,7	0,2															
A ₃	0,9	0,6	0,1															
2	Применяя принцип минимакса, определить оптимальные стратегии игроков <table><tr><td>II \ I</td><td>B₁</td><td>B₂</td><td>B₃</td></tr><tr><td>A₁</td><td>0,8</td><td>0,6</td><td>0,7</td></tr><tr><td>A₂</td><td>0,9</td><td>0,4</td><td>0,8</td></tr><tr><td>A₃</td><td>0,3</td><td>0,5</td><td>0,5</td></tr></table>	II \ I	B ₁	B ₂	B ₃	A ₁	0,8	0,6	0,7	A ₂	0,9	0,4	0,8	A ₃	0,3	0,5	0,5	1) A ₁ B ₂ 2) A ₂ B ₃ 3) A ₃ B ₂
II \ I	B ₁	B ₂	B ₃															
A ₁	0,8	0,6	0,7															
A ₂	0,9	0,4	0,8															
A ₃	0,3	0,5	0,5															
3	Применяя принцип минимакса, определить оптимальные стратегии игроков <table><tr><td>II \ I</td><td>B₁</td><td>B₂</td><td>B₃</td></tr><tr><td>A₁</td><td>0,3</td><td>0,8</td><td>0,5</td></tr><tr><td>A₂</td><td>0,2</td><td>0,9</td><td>0,6</td></tr><tr><td>A₃</td><td>0,5</td><td>0,7</td><td>0,6</td></tr></table>	II \ I	B ₁	B ₂	B ₃	A ₁	0,3	0,8	0,5	A ₂	0,2	0,9	0,6	A ₃	0,5	0,7	0,6	1) A ₃ B ₂ 2) A ₂ B ₃ 3) A ₃ B ₁
II \ I	B ₁	B ₂	B ₃															
A ₁	0,3	0,8	0,5															
A ₂	0,2	0,9	0,6															
A ₃	0,5	0,7	0,6															
4	Применяя принцип минимакса, определить оптимальные стратегии игроков <table><tr><td>II \ I</td><td>B₁</td><td>B₂</td><td>B₃</td></tr><tr><td>A₁</td><td>0,2</td><td>0,8</td><td>0,4</td></tr><tr><td>A₂</td><td>0,7</td><td>0,8</td><td>0,9</td></tr><tr><td>A₃</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,6</td></tr></table>	II \ I	B ₁	B ₂	B ₃	A ₁	0,2	0,8	0,4	A ₂	0,7	0,8	0,9	A ₃	0,5	0,3	0,6	1) A ₁ B ₂ 2) A ₂ B ₁ 3) A ₃ B ₂
II \ I	B ₁	B ₂	B ₃															
A ₁	0,2	0,8	0,4															
A ₂	0,7	0,8	0,9															
A ₃	0,5	0,3	0,6															
5	Укажите верное высказывание. <table><tr><td>II \ I</td><td>B₁</td><td>B₂</td><td>B₃</td></tr></table>	II \ I	B ₁	B ₂	B ₃	1) A ₁ доминирует над A ₃ 2) A ₂ доминирует над A ₁												
II \ I	B ₁	B ₂	B ₃															

№	Содержание вопроса					Варианты ответа																	
		<table><tr><td>II \ I</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>A₁</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,3</td></tr><tr><td>A₂</td><td>0,8</td><td>0,6</td><td>0,7</td></tr><tr><td>A₃</td><td>0,4</td><td>0,9</td><td>0,5</td></tr></table>	II \ I				A ₁	0,5	0,6	0,3	A ₂	0,8	0,6	0,7	A ₃	0,4	0,9	0,5				3) A ₂ доминирует над A ₃	
II \ I																							
A ₁	0,5	0,6	0,3																				
A ₂	0,8	0,6	0,7																				
A ₃	0,4	0,9	0,5																				
6	Укажите верное высказывание. <table><tr><td>II \ I</td><td>B₁</td><td>B₂</td><td>B₃</td></tr><tr><td>A₁</td><td>0,5</td><td>0,8</td><td>0,1</td></tr><tr><td>A₂</td><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,9</td></tr><tr><td>A₃</td><td>0,7</td><td>0,7</td><td>0,6</td></tr></table>					II \ I	B ₁	B ₂	B ₃	A ₁	0,5	0,8	0,1	A ₂	0,3	0,4	0,9	A ₃	0,7	0,7	0,6	1) B ₁ доминирует над B ₂ 2) B ₂ доминирует над B ₁ 3) B ₃ доминирует над B ₂	
II \ I	B ₁	B ₂	B ₃																				
A ₁	0,5	0,8	0,1																				
A ₂	0,3	0,4	0,9																				
A ₃	0,7	0,7	0,6																				
7	Укажите верное высказывание. <table><tr><td>II \ I</td><td>B₁</td><td>B₂</td><td>B₃</td></tr><tr><td>A₁</td><td>0,6</td><td>0,3</td><td>0,9</td></tr><tr><td>A₂</td><td>0,7</td><td>0,8</td><td>0,2</td></tr><tr><td>A₃</td><td>0,5</td><td>0,3</td><td>0,8</td></tr></table>					II \ I	B ₁	B ₂	B ₃	A ₁	0,6	0,3	0,9	A ₂	0,7	0,8	0,2	A ₃	0,5	0,3	0,8	1) A ₁ доминирует над A ₃ 2) A ₂ доминирует над A ₁ 3) A ₂ доминирует над A ₃	
II \ I	B ₁	B ₂	B ₃																				
A ₁	0,6	0,3	0,9																				
A ₂	0,7	0,8	0,2																				
A ₃	0,5	0,3	0,8																				
8	Укажите верное высказывание. <table><tr><td>II \ I</td><td>B₁</td><td>B₂</td><td>B₃</td></tr><tr><td>A₁</td><td>0,2</td><td>0,9</td><td>0,4</td></tr><tr><td>A₂</td><td>0,8</td><td>0,7</td><td>0,1</td></tr><tr><td>A₃</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,6</td></tr></table>					II \ I	B ₁	B ₂	B ₃	A ₁	0,2	0,9	0,4	A ₂	0,8	0,7	0,1	A ₃	0,5	0,6	0,6	1) B ₁ доминирует над B ₃ 2) B ₃ доминирует над B ₂ 3) B ₂ доминирует над B ₃	
II \ I	B ₁	B ₂	B ₃																				
A ₁	0,2	0,9	0,4																				
A ₂	0,8	0,7	0,1																				
A ₃	0,5	0,6	0,6																				
9	Укажите верное высказывание. <table><tr><td>II \ I</td><td>B₁</td><td>B₂</td><td>B₃</td></tr><tr><td>A₁</td><td>0,7</td><td>0,1</td><td>0,8</td></tr><tr><td>A₂</td><td>0,9</td><td>0,6</td><td>0,5</td></tr><tr><td>A₃</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,3</td></tr></table>					II \ I	B ₁	B ₂	B ₃	A ₁	0,7	0,1	0,8	A ₂	0,9	0,6	0,5	A ₃	0,5	0,6	0,3	1) A ₁ доминирует над A ₃ 2) A ₂ доминирует над A ₁ 3) A ₂ доминирует над A ₃	
II \ I	B ₁	B ₂	B ₃																				
A ₁	0,7	0,1	0,8																				
A ₂	0,9	0,6	0,5																				
A ₃	0,5	0,6	0,3																				
8	Категория 8 СМО. Теория																						
1	Каждая система массового обслуживания (СМО) состоит из одного или нескольких обслуживающих устройств, которые называются:					1) очередь; 2) входящим потоком заявок; 3) каналами обслуживания; 4) выходящим потоком обслуженных заявок.																	
2	Вероятностной характеристикой случайного потока заявок служит:					1) время поступления заявок; 2) интенсивность поступления заявок;																	

№	Содержание вопроса	Варианты ответа
		3) количество поступивших заявок
3	Признаками классификации СМО не являются:	1) число каналов обслуживания; 2) время обслуживания; 3) длина очереди
4	Какие примеры потоков событий Вы знаете?	1) поток вызовов на телефонной станции; 2) поток отказов (сбоев) ЭВМ; 3) поток железнодорожных составов, поступающих на сортировочную станцию; 4) поток частиц, попадающих на счетчик Гейгера; 5) все вышеназванные
5	Какие примеры систем массового обслуживания Вы знаете?	1) телефонные станции; 2) ремонтные мастерские; 3) билетные кассы, справочные бюро; 4) магазины, парикмахерские; 5) все вышеназванные.
6	Что может служить в качестве каналов системы массового обслуживания?	1) линии связи; 2) кассиры, продавцы; 3) лифты; 4) автомашины; 5) все вышеназванное.
7	Что можно выбрать в качестве показателей эффективности системы массового обслуживания?	1) среднее число заявок, обслуживаемых СМО в единицу времени; 2) среднее число занятых каналов; 3) среднее число заявок в очереди и среднее время ожидания обслуживания;

№	Содержание вопроса	Варианты ответа
		4) вероятность того, что число заявок в очереди превысит какое-то значение; 5) все вышеназванные.
8	Какие одноканальные СМО с очередью Вы знаете?	1) врач, обслуживающий пациентов; 2) телефон-автомат с одной будкой; 3) ЭВМ, выполняющая заказы пользователей; 4) содержимое п.п. а,б; 5) содержимое п.п. а,б,в.
9	Однородный дискретный марковский процесс с непрерывным временем исчерпывающе характеризуется	1) матрицей переходных интенсивностей 2) матрицей переходных вероятностей 3) корреляционной функцией 4) одномерной функцией распределения 5) спектральной плотностью мощности
10	Если для каждого момента времени t_0 вероятность любого состояния S_i системы в будущем (при $t > t_0$) зависит только от её состояния S_k в настоящем ($t = t_0$) и не зависит от того, когда и каким образом система S пришла в это состояние, то случайный процесс, протекающий в физической системе S называется...	1) ординарным 2) марковским 3) стационарным
11	Если вероятность попадания на элементарный участок Δt двух или более событий потока пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью попадания на Δt одного события потока, то поток событий называется...	1) ординарным 2) потоком без последствий 3) стационарным
12	Если вероятностные характеристики не зависят от времени, то поток событий называется...	1) ординарным 2) потоком без последствий 3) стационарным
13	Если для любых непересекающихся участков число событий, попадающих на один из них, не	1) ординарным

№	Содержание вопроса	Варианты ответа
	зависит от числа событий, попадающих на другие, то поток событий называется...	2) потоком без последствий 3) стационарным
9	Категория 9. СМО. Практика	
1	Определить тип системы массового обслуживания: Телефонная станция имеет 4 линии связи. На станцию поступает простейший поток вызовов абонентов с плотностью 4 вызова в минуту. Средняя продолжительность разговора 0,5 мин.	1) с ограниченным временем ожидания; 2) с ограниченной длиной очереди; 3) с неограниченной длиной очереди; 4) с отказами;
2	Определить тип системы массового обслуживания: В районе существует одна АЗС с двумя колонками, которая обслуживает поток машин с плотностью 0,8 машины в минуту. Среднее время обслуживания одной машины - 2 минуты.	1) с отказами; 2) с ограниченной длиной очереди; 3) с неограниченной длиной очереди; 4) с ограниченным временем ожидания;
3	Определить тип системы массового обслуживания : В ЭВМ по каналам связи поступает в среднем 8 равноценных сообщений в минуту. Машина одновременно может обрабатывать два сообщения, причем одно сообщение обрабатывается в среднем 15 секунд. Если в момент поступления очередного сообщения обрабатываются ранее поступившие, то вновь поступившие записываются в буферную память. Объем буферной памяти рассчитан в среднем на 300 сообщений.	1) с отказами 2) с неограниченной длиной очереди 3) с ограниченным временем ожидания 4) с ограниченной длиной очереди
4	1. Дан размеченный граф состояний системы  Тогда система дифференциальных уравнений Колмогорова имеет вид:	1) $\begin{cases} 5P_0 = 4P_1 + P_2 \\ 6P_1 = 3P_0 + P_3 \\ 4P_2 = 2P_0 + 4P_3 \\ 5P_3 = 2P_1 + 3P_2 \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 5P_0 = 3P_1 + 2P_2 \\ 4P_1 = 4P_0 + 2P_3 \\ 6P_2 = P_0 + 3P_3 \\ 5P_3 = P_1 + 4P_2 \end{cases}$ 3) $\begin{cases} 5P_0 = 4P_1 - P_2 \\ 6P_1 = 3P_0 - P_3 \\ 4P_2 = 2P_0 - 4P_3 \\ 5P_3 = 2P_1 - 3P_2 \end{cases}$

№	Содержание вопроса	Варианты ответа
5	Дан размеченный граф состояний системы  Тогда система дифференциальных уравнений Колмогорова имеет вид:	1) $\begin{cases} 4P_0 = 2P_1 + 5P_2 \\ 3P_1 = 3P_0 + 5P_3 \\ 8P_2 = P_0 + 2P_3 \\ 7P_3 = P_1 + 3P_2 \end{cases} \quad 2)$ 3) $\begin{cases} 4P_0 = 2P_1 - 5P_2 \\ 3P_1 = 3P_0 - 5P_3 \\ 8P_2 = P_0 - 2P_3 \\ 7P_3 = P_1 - 3P_2 \\ 7P_0 = 3P_1 + P_2 \\ 8P_1 = 2P_0 + P_3 \\ 3P_2 = 5P_0 + 3P_3 \\ 4P_3 = 5P_1 + 2P_2 \end{cases}$

Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Математическое моделирование»

Вопросы к экзамену

1. Модели и моделирование. Основные понятия, определения.
2. Сущность моделирования
3. Свойства моделей, цели моделирования.
4. Преимущества математического моделирования
5. Цели моделирования и принципы построения математических моделей
6. Классификация математических моделей.
7. Классификация математических моделей в зависимости от сложности объекта моделирования.
8. Классификация математических моделей в зависимости от оператора модели
9. Классификация математических моделей в зависимости от параметров модели
10. Классификация математических моделей в зависимости от целей моделирования и методов исследования
11. Этапы построения математической модели
12. Обследование объекта моделирования
13. Концептуальная и математическая постановка задачи моделирования.
14. Методики предварительной проверки корректности модели
15. Выбор и обоснование выбора метода решения задачи
16. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ.
16. Непрерывно-детерминированные модели (примеры)
17. Непрерывно-стохастические модели (примеры)
18. Основные понятия и принципы исследования операций. Прямые и обратные задачи исследования операций. Классификация задач.
19. Необходимые и достаточные условия экстремума функции одной и двух переменных.
20. Типы максимумов, теорема Вейерштрасса и геометрический комментарий
21. Прямые методы одномерной оптимизации (метод дихотомии, золотого сечения).
22. Градиентные методы решения задачи безусловной оптимизации
23. Основные понятия и определения теории графов. Маршруты, цепи, циклы. Эйлеровы и гамильтоновы пути и циклы.
24. Метрические характеристики графа. Способы задания графов.
25. Понятие сети. Поток в сети и его свойство. Понятие разреза в сети. Теорема о максимальном потоке и о минимальном разрезе. Построение максимального потока методом ненасыщенных путей.
26. Основные элементы сетевой модели. Правила построения сетевых графиков (СГ).
27. Временные параметры сетевых графиков.
28. Постановка классической задачи математического программирования.
29. Классификация оптимизационных задач.
30. Постановка задачи линейного программирования, целевая функция.
31. Стандартная и каноническая форма ЗЛП.
32. Графическое решение задачи линейного программирования с двумя неизвестными. Расположение решения. Единственное и неединственное решение.
33. Симплекс-метод. Базисные и свободные переменные. Идея симплекс-метода. Построение первого допустимого базисного решения (метод искусственного базиса, М-метод, двухшаговый симплекс-метод, двойственный симплекс-метод.

34. Двойственная задача линейного программирования. Построение двойственной задачи. Первая, вторая и третья теоремы двойственности. Экономический смысл двойственных переменных.

36. Постановка транспортной задачи. Методы нахождения первоначального опорного плана для транспортной задачи.

36. Метод потенциалов

37. Задача линейного целочисленного программирования. Метод отсекающих плоскостей (метод Гомори). Метод ветвей и границ.

38. Нелинейное программирование. Метод множителей Лагранжа.

30. Постановка выпуклой задачи математического программирования. Теорема Куна-Таккера.

40. Постановка задачи динамического программирования. Состояние системы, управления, целевая функция.

41. Принцип оптимальности. Уравнение Беллмана.

42. Примеры задач динамического программирования.

43. Матричные игры. Принцип минимакса.

44. Графический способ решения игры размерности 2×2

45. Сведение задач теории игр к задачам линейного программирования.

46. Потоки событий. Вероятностные характеристики простейшего потока.

47. Граф состояний системы.

48. Определение марковского случайного процесса. Дифференциальные уравнения Колмогорова. Установившийся режим обслуживания.

49. Предмет теории массового обслуживания. Классификация СМО.

50. Основные характеристики работы СМО.

51. СМО с отказами и ее характеристики.

52. Многоканальная СМО с отказами.

53. СМО с ограниченной длиной очереди.

54. СМО без ограничения длины очереди.

55. Имитационное моделирование. Метод Монте-Карло

Вариант итоговой контрольной работы

Задание 1 . Сетевая модель задана таблицей. Оценки продолжительности работ (минимальная и максимальная) заданы в сутках.

Работы (i, j)	(1, 2)	(1, 4)	(1, 5)	(2, 3)	(2, 8)	(3, 4)	(3, 6)	(4, 7)	(5, 7)	(6, 8)	(7, 8)
$t_{\min}(i, j)$	5	2	1	2	8	1	9	4	3	7	5
$t_{\max}(i, j)$	10	7	6	4,5	13	3,5	19	6,5	8	12	7,5

Требуется:

6. Отобразить сетевую модель в графической форме.

7. Вычислить табличным методом все основные характеристики работ и событий, найти критический путь и его продолжительность.

8. На основе коэффициента напряженности выявить резервные работы.

9. Оценить вероятность выполнения всего комплекса работ за 30 суток.

10. Оценить максимально возможный срок выполнения всего комплекса работ с надежностью 88 %.

Задание 2 . Решить задачу симплекс-методом:

$$f(x) = 30x_1 + 50x_2 + 40x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 + 2x_3 + S_1 = 120 \\ x_1 + 4x_2 + 3x_3 + S_2 = 100 \\ 3x_1 + 3x_3 + S_3 = 200 \\ x_j \geq 0 \quad j = 1, 2, 3 \quad S_i \geq 0 \quad i = 1, 2, 3 \end{cases}$$

Задание 3 . В городе имеются четыре домостроительных комбината (ДСК): A_1, A_2, A_3, A_4 , и строятся четыре микрорайона: B_1, B_2, B_3, B_4 . Известны ресурсы каждого ДСК, которые составляют соответственно 14, 20, 26, 41 условных единиц продукции. Известна также потребность в комплектах унифицированных изделий каждого микрорайона, их число составляет 30, 22, 15 и 34 условных единицы соответственно. Известны затраты, связанные с доставкой одного комплекта унифицированных изделий из каждого ДСК в каждый микрорайон, которые заданы матрицей C :

$$C = \begin{pmatrix} 70 & 38 & 24 & 92 \\ 58 & 18 & 56 & 72 \\ 19 & 10 & 100 & 30 \\ 3 & 36 & 121 & 8 \end{pmatrix}.$$

Требуется так распределить продукцию ДСК по строящимся микрорайонам, чтобы суммарные затраты, связанные с доставкой всего груза от отправителя к потребителю, были минимальными.

Задача 4. Магазин может закупить для продажи в различных пропорциях товары четырех типов (A_1, A_2, A_3, A_4). Доход магазина зависит от типа товара и состояния спроса. Установлено, что спрос может иметь три состояния (B_1, B_2, B_3). Данные о доходах от продажи товаров при различных состояниях спроса, представлены матрицей A (a_{ij} (руб.) – прибыль на вложенный рубль, i – номер товара, j – номер состояния спроса).

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 1 \\ 4 & 2 & 3 \\ 2 & 5 & 4 \\ 0 & 4 & 2 \end{pmatrix}$$

Цель магазина – максимизация среднего дохода на вложенный рубль. Определить оптимальные пропорции закупки товаров для продажи и оценить вероятности различных состояний спроса на товары.

Задача 5. По заданному графу состояний найти с помощью уравнений Колмогорова предельные вероятности состояний системы массового обслуживания.

