

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Макушев Андрей Евгеньевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 07.07.2025 14:00:35  
Уникальный программный ключ:  
4c46f2d9dda3fafb9e57683d11e5a4257b6ddfe

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

"Чувашский государственный аграрный университет"

(ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ)

Кафедра Математики, физики и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной  
и научной работе



Л.М. Иванова

17.04.2025 г.

**Б1.О.30**

**Математическое моделирование**

рабочая программа дисциплины (модуля)

Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль) Безопасность технологических процессов и производств

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 14

самостоятельная работа 121

часов на контроль 9

Виды контроля:

экзамен

**Распределение часов дисциплины по курсам**

Курс	2		Итого	
	уп	рп		
Лекции	4	4	4	4
Практические	10	10	10	10
В том числе инт.	6	6	6	6
Итого ауд.	14	14	14	14
Контактная работа	14	14	14	14
Сам. работа	121	121	121	121
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*канд. физ.-мат. наук, доц., Е.А. Деревянных*

При разработке рабочей программы дисциплины (модуля) "Математическое моделирование" в основу положены:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (приказ Минобрнауки России от 25.05.2020 г. № 680).
2. Учебный план: Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
Направленность (профиль) Безопасность технологических процессов и производств, одобренный Ученым советом ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ от 17.04.2025 г., протокол № 14.

Рабочая программа дисциплины (модуля) проходит согласование с использованием инструментов электронной информационно-образовательной среды Университета.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой Максимов А.Н.

Заведующий выпускающей кафедрой Мардарьев С.Н.

Председатель методической комиссии факультета Гаврилов В.Н.

Директор научно-технической библиотеки Викторова В.А.

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
1.1	овладение студентом математическими методами и моделями, необходимым для решения задач профессиональной области;
1.2	формирование необходимого уровня математической подготовки для понимания других дисциплин, изучаемых в рамках обучаемого профиля;
1.3	формирование у бакалавров знаний в области современных методов математического моделирования технических объектов, развитие навыков математической формализации инженерной постановки задач оптимизации проектных решений;
1.4	изучение основ теории математического моделирования для решения прикладных задач в техносферной безопасности, включая моделирование технологических процессов, эксплуатационных задач, элементов электроустановок и систем автоматики.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП</b>	
Цикл (раздел) ОПОП:	Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Введение в профессиональную деятельность
2.1.2	Информатика
2.1.3	Начертательная геометрия и инженерная графика
2.1.4	Химия
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Профессиональные компьютерные программы
2.2.2	Теплофизика
2.2.3	Электротехника и электроника
2.2.4	Основы гидравлики и гидромеханики
2.2.5	Производственная практика, преддипломная практика
2.2.6	Производственная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика

<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека;	
ОПК-1.1 Понимает современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники и применяет их в своей профессиональной деятельности	
ОПК-1.2 Применяет математический аппарат для решения типовых задач в области профессиональной деятельности	
ОПК-1.3 Разрабатывает простые математические модели объектов, процессов, явлений при заданных допущениях и ограничениях в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	общие понятия и этапы математического моделирования;
3.1.2	методы математического моделирования;
3.1.3	современные методы социально-экономического анализа, информационные технологии и вычислительные средства для обоснования принятия оптимальных решений;
3.1.4	основные приемы экономико-математического моделирования;
3.1.5	методы решения задач линейного программирования; оптимизационных задач дискретного типа и т.д.;
3.1.6	компьютерные технологии при экономико-математическом моделировании социально-экономических с использованием мировых информационных ресурсов;
3.1.7	основные алгоритмы рассматриваемых оптимизационных задач.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	осуществлять поиск информации по полученному заданию, сбор, анализ данных, необходимых для решения поставленных задач;
3.2.2	строить математические модели, используя собранную и обработанную информацию;
3.2.3	использовать математические методы и модели в технических приложениях;
3.2.4	классифицировать модели;

3.2.5	выбирать методы математического программирования;
3.2.6	выбирать конкретное математическое обеспечение для рассматриваемых типов математических моделей;
3.2.7	решать задачи на основе сформулированных моделей, как аналитическими методами, так и с использованием ПК;
3.2.8	применять найденное решение на практике;
3.2.9	давать экономическую интерпретацию, как параметров модели, так и полученных результатов;
3.2.10	использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
3.2.11	применять методы математического анализа и моделирования;
3.2.12	применять методы теоретического и экспериментального исследования;
3.2.13	применять вероятностно-статистический подход к оценке точности измерений, испытаний и качества продукции и технологических процессов.
<b>3.3</b>	<b>Иметь навыки и (или) опыт деятельности:</b>
3.3.1	применения современного математического инструментария для решения прикладных задач, с использованием современных пакетов прикладных программ и мировых информационных ресурсов.
3.3.2	применения методики постановки задач оптимизации;
3.3.3	сбора, корректировки и хранения информации;
3.3.4	владения математическим аппаратом теории оптимизации;
3.3.5	построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния, и прогнозирования экономических явлений и процессов;
3.3.6	решения оптимизационных задач и задач математико-статистического анализа экономических процессов;
3.3.7	работы с учебной и научной литературой;
3.3.8	решения задач повышенной сложности;
3.3.9	применения статистических методов обработки экспериментальных данных.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Прак. подг.	Примечание
<b>Раздел 1. Основы математического моделирования</b>							
Основы математического моделирования. Программное обеспечение для составления математических моделей /Лек/	2	1	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	1	0	- тестирование; - проблемная лекция
Основы математического моделирования. Программное обеспечение для составления математических моделей /Пр/	2	0	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- выполнение практических работ; - защита практических работ; - тестирование
Основы математического моделирования. Программное обеспечение для составления математических моделей /Ср/	2	6	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- индивидуальные домашние задания (расчетные задания)
<b>Раздел 2. Модели линейного программирования и его приложения</b>							
Графический метод решения задач линейного программирования /Лек/	2	1	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	1	0	- тестирование; - лекция-визуализация
Графический метод решения задач линейного программирования /Пр/	2	2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- выполнение практических работ; - защита практических работ; - тестирование

Графический метод решения задач линейного программирования /Ср/	2	10	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- индивидуальн ые домашние задания (расчетные задания)
Симплексный метод решения задач линейного программирования /Лек/	2	0	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- тестирование
Симплексный метод решения задач линейного программирования /Пр/	2	0	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- выполнение практических работ; - защита практических работ; - тестирование
Симплексный метод решения задач линейного программирования /Ср/	2	10	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- индивидуальн ые домашние задания (расчетные задания)
Теория двойственности /Лек/	2	0	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- тестирование
Теория двойственности /Пр/	2	0	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- выполнение практических работ; - защита практических работ; - тестирование
Теория двойственности /Ср/	2	10	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- индивидуальн ые домашние задания (расчетные задания)
Транспортная задача линейного программирования /Лек/	2	1	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- тестирование
Транспортная задача линейного программирования /Пр/	2	2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	2	0	- разбор конкретных ситуация (метод кейсов); - выполнение практических работ; - защита практических работ; - тестирование
Транспортная задача линейного программирования /Ср/	2	12	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- индивидуальн ые домашние задания (расчетные задания)
Задача о назначениях /Лек/	2	1	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- тестирование

Задача о назначениях /Пр/	2	2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- выполнение практических работ; - защита практических работ; - тестирование
Задача о назначениях /Ср/	2	8	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- индивидуальные домашние задания (расчетные задания)
Целочисленное программирование /Лек/	2	0	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- тестирование
Целочисленное программирование /Пр/	2	0	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- выполнение практических работ; - защита практических работ; - тестирование
Целочисленное программирование /Ср/	2	12	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- индивидуальные домашние задания (расчетные задания)
<b>Раздел 3. Модели нелинейного программирования</b>							
Параметрическое программирование /Лек/	2	0	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- тестирование
Параметрическое программирование /Пр/	2	0	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- выполнение практических работ; - защита практических работ; - тестирование
Параметрическое программирование /Ср/	2	12	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- индивидуальные домашние задания (расчетные задания)
Динамическое программирование /Лек/	2	0	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- тестирование
Динамическое программирование /Пр/	2	2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- выполнение практических работ; - защита практических работ; - тестирование
Динамическое программирование /Ср/	2	12	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- индивидуальные домашние задания (расчетные задания)

<b>Раздел 4. Специальные модели исследования операций</b>							
Модели сетевого планирования и управления /Лек/	2	0	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- тестирование
Модели сетевого планирования и управления /Пр/	2	2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	2	0	- разбор конкретных ситуаций (метод кейсов); - выполнение практических работ; - защита практических работ; - тестирование
Модели сетевого планирования и управления /Ср/	2	15	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- индивидуальные домашние задания (расчетные задания)
Элементы теории массового обслуживания /Лек/	2	0	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- тестирование
Элементы теории массового обслуживания /Пр/	2	0	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- выполнение практических работ; - защита практических работ; - тестирование
Элементы теории массового обслуживания /Ср/	2	14	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	- индивидуальные домашние задания (расчетные задания)
<b>Раздел 5. Экзамен</b>							
Экзамен /Экзамен/	2	9	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	0	0	Экзамен

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Примерный перечень вопросов к зачету

не предусмотрено учебным планом

### 5.2. Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Предмет и задачи математического моделирования.
2. Понятие модели, типы моделей. Свойства моделей.
3. Классификация математических моделей.
4. Этапы математического моделирования.
5. Необходимость и возможность применения математического моделирования в технологической безопасности.
6. Решение оптимизационных задач в его анализ в среде MS Excel.
7. Требования, предъявляемые при использовании математических методов и моделей.
8. Общая задача линейного программирования. Основные элементы и понятия.
9. Построение математических моделей.
10. Геометрическая интерпретация и графический метод решения задач линейного программирования. Достоинства и недостатки метода.
11. Графический метод решения задач линейного программирования: понятия граничная прямая, полуплоскость и полупространство.

12. Понятия: Область решения. Область допустимых решений неравенства. Их определение на графике.
13. Способ определения экстремальной точки на области допустимых решений. Решение задачи.
14. Алгоритм графического метода решения задач линейного программирования.
15. Общая характеристика симплекс-метода.
16. Приведение задачи линейного программирования к каноническому виду. Экономическое содержание дополнительных переменных.
17. Понятия базисного решения (плана) задачи линейного программирования.
18. Понятия недопустимого базисного решения и допустимого базисного решения (опорного плана) задачи линейного программирования.
19. Понятие оптимального решения (плана). Признаки оптимальности опорного плана при решении задачи симплексным методом на минимум и максимум.
20. Двухэтапный алгоритм симплексного метода.
21. Правило выбора разрешающего столбца и разрешающей строки в задачах на минимум и максимум. Экономическое содержание этих действий.
22. Форма и содержание полной симплексной таблицы. Заполнение первой симплексной таблицы.
23. Расчет коэффициентов индексной строки первой симплексной таблицы.
24. Действия симплексного метода в исходной симплексной таблице.
25. Последовательность и заполнения новой таблицы и расчета новых значений элементов в полных симплексных таблицах.
26. Анализ решения по последней симплексной таблице. Значения переменных. Двойственные оценки. Коэффициенты замещения.
27. Двойственная задача линейного программирования и ее экономическая интерпретация.
28. Двойственные оценки (объективно обусловленные оценки) и их использование при анализе и корректировке оптимального решения. Место двойственных оценок в симплексной таблице.
29. Вырождение транспортной задачи и способы его преодоления.
30. Распределительные задачи. Определение и примеры.
31. Постановка и математическая модель транспортной задачи.
32. Условие разрешимости распределительных задач. Открытая и закрытая модели транспортной задачи, их особенности. Фиктивный поставщик (потребитель), его запас (спрос), тарифы фиктивного поставщика (потребителя).
33. Матрица планирования перевозок. Размещение в матрице условий задачи.
34. Способы построения исходных опорных планов транспортной задачи. Общий алгоритм.
35. Алгоритм построения улучшенных опорных планов транспортной задачи методом потенциалов.
36. Особенности метода потенциалов при решении задач на минимум и максимум.
37. Правила построения цикла перераспределения перевозок.
38. Определение величины перераспределяемого груза
39. Перераспределение объемов перевозок по маршрутам.
40. Задача о назначениях.
41. Решение задач целочисленного программирования.
42. Решение задач нелинейного программирования методом Лагранжа.
43. Динамическое программирование. Общая постановка задачи. Экономические задачи, решаемые методами динамического программирования.
44. Динамическое программирование. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана.
45. Динамическое программирование. Общая схема применения метода динамического программирования. Задача о распределении средств между предприятиями.
46. Динамическое программирование. Задача об инвестировании. Задача о распределении инвестиций.
48. Предмет и область применения системы сетевого планирования и управления.
49. Сетевой график и его элементы.
50. Параметры событий и работ.
51. Методика расчета параметров сетевого графика.
52. Критический путь и его содержательный смысл.
53. Постановка задачи о кратчайшем маршруте.
54. Метод решения задачи о кратчайшем маршруте.
55. Постановка задачи о максимальном потоке.
56. Разрез и его пропускная способность.
57. Теорема Форда – Фалкерсона.
58. Методология метода ветвей и границ.
59. Постановка задачи коммивояжера.
60. Алгоритм приведения матрицы расходов в задаче коммивояжера.
61. Алгоритм деления множества маршрутов на части.
62. Случайные процессы и их классификация.
63. Процессы размножения и гибели.
64. Процесс Маркова и его свойства.
65. Процесс Пуассона и его свойства.
66. Граф состояний процесса размножения и гибели, уравнения Колмогорова.
67. Финальные вероятности состояний и их вычисление.
68. Предмет и область применения теории массового обслуживания.
69. Основные понятия теории массового обслуживания.
70. Классификация систем массового обслуживания.

71. Основные показатели качества организации систем массового обслуживания.
72. Открытая система массового обслуживания.
73. Анализ систем массового обслуживания общего вида.
<b>5.3. Тематика курсовых работ (курсовых проектов)</b>
не предусмотрено учебным планом
<b>5.4. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля</b>
Примерный перечень тематики для подготовки доклада и реферата:
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные этапы применения математических методов в финансово-экономических расчетах (иллюстрация на конкретном примере).</li> <li>2. Общие сведения и особенности применения экономико-математических методов. Основные понятия: система, структура, состояние системы, цель операции, критерий эффективности.</li> <li>3. Классификация моделей в зависимости от выбора средств моделирования. Классификация математических моделей. Модели детерминированные и стохастические. Этапы решения оптимизационной задачи. Использование экономико-математических моделей в экономике.</li> <li>4. Планирование и управление производством с помощью методов линейного программирования. Основные понятия линейного программирования.</li> <li>5. Общая запись оптимизационной ЭММ (задача оптимального программирования). Основные элементы и понятия.</li> <li>6. Общая классификация задач оптимального программирования.</li> <li>7. Общая задача линейного программирования, основные элементы и понятия.</li> <li>8. Графический метод решения задачи линейного программирования.</li> <li>9. Особые случаи решения ЗЛП графически.</li> <li>10. Основные свойства задачи линейного программирования.</li> <li>11. Канонический вид ЗЛП.</li> <li>12. Базисные и опорные решения системы линейных уравнений, переход от одного базисного решения к другому.</li> <li>13. Симплекс-метод с естественным базисом, алгоритм метода.</li> <li>14. Особые случаи решения ЗЛП симплексным методом.</li> <li>15. Экономическая интерпретация ЗЛП, пример постановки задачи и ЭММ.</li> <li>16. Правило построения двойственной задачи, математическая запись.</li> <li>17. Теоремы двойственности и их использование для анализа оптимальных решений.</li> <li>18. Двойственные оценки в ЗЛП, интервалы устойчивости двойственных оценок, определение средствами Excel.</li> <li>19. Свойства двойственных оценок и их использование для анализа оптимальных решений.</li> <li>20. Постановка и экономико-математическая модель закрытой транспортной задачи.</li> <li>21. Постановка и экономико-математическая модель открытой транспортной задачи.</li> <li>22. Задача о назначениях, постановка и ЭММ.</li> <li>23. Задача дискретной оптимизации, пример (постановка задачи и ее ЭММ).</li> <li>24. Понятие об оптимизации календарного плана по времени и затратам. Условия применения и классификация линейных моделей. Применение линейного программирования в задачах планирования и управления производством.</li> <li>25. Задачи многокритериальной оптимизации. Количественные методы решения многокритериальных задач.</li> </ol>

<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>				
<b>6.1.1. Основная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Голубева Н. В.	Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2024	Электронный ресурс
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Галкин В. А., Дубовик А. О.	Математическое моделирование. Введение: учебное пособие	Сургут: СурГУ, 2023	Электронный ресурс
Л2.2	Щукина Н. В., Харитоновна Н. Д.	Математическое моделирование: учебное пособие	Омск: Омский ГАУ, 2022	Электронный ресурс
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>				
Э1	Математика, сопромат - лекции, курсовые, типовые задания, примеры решения задач			
Э2	Математика и образование			
Э3	Московский центр непрерывного математического образования			
Э4	Allmath.ru – вся математика в одном месте			
Э5	Образовательный математический сайт			
Э6	Математика on-line: справочная информация в помощь студенту			

Э7	Математика в помощь школьнику и студенту (тесты по математике on-line)
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>	
6.3.1.1	OC Windows XP
6.3.1.2	SuperNovaReaderMagnifier
6.3.1.3	Office 2007 Suites
6.3.1.4	MozillaFirefox
6.3.1.5	7-Zip
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>	
6.3.2.1	Электронная библиотечная система издательства «Лань». Полнотекстовая электронная библиотека. Индивидуальный неограниченный доступ через фиксированный внешний IP адрес академии неограниченному количеству пользователей из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет. <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>			
Аудитория	Вид работ	Назначение	Оснащенность
216	Пр	Учебная аудитория	ПК IRU Office 313 Mi3 7100(3,9)/4Gb*500 Gb (15 шт.), монитор 19.5E2016H черный TN LED (15 шт.), экран с электроприводом DRAPER (1 шт.), доска классная (1 шт.), стол компьютерный (учебный) (18 шт.), шкаф 2-х (1 шт.), стул (30 шт.)
246	Пр	Учебная аудитория	Комплект персонального компьютера Квадро-ПК (12 шт.), экран с электроприводом DRAPER BARONET HW (1 шт.), доска ученическая настенная трехэлементная (1 шт.), шкаф книжн. 2-х ств. (3 шт.), стол компьютерный (12 шт.), стол ученический 2-х местный на металлокаркасе (6 шт.), стул (23 шт.)
1-502	Лек	Учебная аудитория	Доска ученическая настенная трехэлементная (1 шт.), демонстрационное оборудование (экран с электроприводом СЕНА EcMaster Electric 180*180 (1 шт.), ноутбук, проектор) и учебно-наглядные пособия, кафедра лектора настольная (1 шт.), стол ученический 4-х местный на металлокаркасе (26 шт.), стул полумягкий (1 шт.), скамейка 4-х местная на металлокаркасе (25 шт.), настенные плакаты и стенды (9 шт.)
2-201	СР	Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации (ноутбук (2 шт.). Лабораторные установки для научных испытаний при выполнении диссертационных работ (4 шт.)
1-501	СР	Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации (персональные компьютеры) (3 шт.). Стол ученический 2-х местный (5 шт.), стул ученический (7 шт.)
1-204	СР	Помещение для самостоятельной работы	Столы (28 шт.), стулья (48 шт.), шкаф и стеллажи с литературой, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации (4 шт.).
1-401	СР	Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации (ноутбуки, персональные компьютеры) (4 шт.)

<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>
<p>Спецификой заочной формы обучения является преобладающее количество часов самостоятельной работы по сравнению с аудиторными занятиями, поэтому методика изучения курса предусматривает наряду с лекциями и практическими занятиями, организацию самостоятельной работы студентов, проведение консультаций, руководство докладами студентов для выступления на научно-практических конференциях, осуществление текущего, промежуточного форм контроля.</p> <p>Учебный процесс для студентов заочной формы обучения строится иначе, чем для студентов-очников. В связи с уменьшением количества аудиторных занятий (в соответствии с рабочими учебными планами) доля самостоятельной работы значительно увеличивается. Преподаватель в процессе аудиторных занятий освещает основные ключевые темы дисциплины и обращает внимание студентов на то, что они должны вспомнить из ранее полученных знаний.</p> <p>Студенты, изучающие дисциплину «Математическое моделирование», должны обладать навыками работы с учебной литературой и другими информационными источниками (статистическими сборниками, статьями из периодических изданий, научными работами, опубликованными в специальных изданиях и т.п.) в том числе, интернет-сайтами, а также владеть основными методами, техникой и технологией сбора и обработки информации.</p> <p>Самостоятельная работа студентов заочной формы обучения должна начинаться с ознакомления с рабочей программой</p>

дисциплины, в которой перечислены основная и дополнительная литература, учебно-методические задания необходимые для изучения дисциплины и работы на практических занятиях.

Изучение каждой темы следует начинать с внимательного ознакомления с набором вопросов. Они ориентируют студента, показывают, что он должен знать по данной теме. Следует иметь в виду, что учебник или учебное пособие имеет свою логику построения: одни авторы более широко, а другие более узко рассматривают ту или иную проблему. При изучении любой темы рабочей программы следует постоянно отмечать, какие вопросы (пусть в иной логической последовательности) рассмотрены в данной главе учебника, учебного пособия, а какие опущены. По завершении работы над учебником должна быть ясность в том, какие темы, вопросы программы учебного курса вы уже изучили, а какие предстоит изучить по другим источникам. В случае возникших затруднений в понимании учебного материала следует обратиться к другим источникам, где изложение может оказаться более доступным.

Понимание и усвоение содержания курса невозможно без четкого знания основных терминов и понятий, используемых в данной дисциплине по каждой конкретной теме. Для этого студент должен использовать определения новых терминов, которые давались на лекции, а также в рекомендованных учебных и информационных материалах.

Современные средства связи позволяют строить взаимоотношения с преподавателем и во время самостоятельной работы с помощью интернет-видео-связи, а не только во время аудиторных занятий и консультаций. Для продуктивного общения студенту необходимо владеть навыками логичного, последовательного и понятного изложения своего вопроса. Желательно, чтобы студент заранее написал электронное письмо, в котором перечислил интересующие его вопросы или вопросы, изучение которых представляется ему затруднительным. Это даст возможность преподавателю оперативно ответить студенту по интернет-связи и более качественно подготовиться к последующим занятиям.

Необходимо отметить, что самостоятельная работа с литературой и интернет-источниками не только полезна как средство более глубокого изучения любой дисциплины, но и является неотъемлемой частью будущей профессиональной деятельности выпускника бакалавриата.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ**  
в 20\_\_ /20\_\_ учебном году

Актуализированная рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры, протокол № \_\_\_\_  
от \_\_\_\_\_

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ**  
в 20\_\_ /20\_\_ учебном году

Актуализированная рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры, протокол № \_\_\_\_  
от \_\_\_\_\_

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ**  
в 20\_\_ /20\_\_ учебном году

Актуализированная рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры, протокол № \_\_\_\_  
от \_\_\_\_\_

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ**  
в 20\_\_ /20\_\_ учебном году

Актуализированная рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры, протокол № \_\_\_\_  
от \_\_\_\_\_

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ**  
в 20\_\_ /20\_\_ учебном году

Актуализированная рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры, протокол № \_\_\_\_  
от \_\_\_\_\_

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ**  
в 20\_\_ /20\_\_ учебном году

Актуализированная рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры, протокол № \_\_\_\_  
от \_\_\_\_\_

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_