

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан строительного факультета


2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математика»

Специальность 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Специализация Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений

Квалификация выпускника инженер-строитель

Нормативный период обучения 6 лет

Форма обучения очная

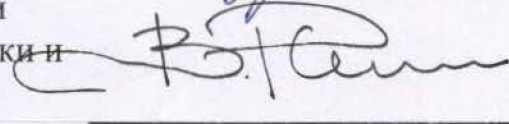
Год начала подготовки 2023

Автор программы



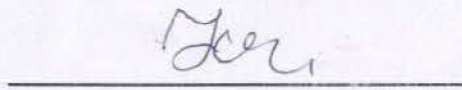
С.С. Сумера

Заведующий кафедрой
Прикладной математики и
механики



В.И. Рязских

Руководитель ОПОП



Ю.Ф. Рогатнев

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Дисциплина «Математика» является фундаментальной основой инженерного образования, особенно в контексте подготовки специалистов по строительству уникальных зданий и сооружений. В отличие от типового строительства, где проектирование часто сводится к использованию нормативных таблиц и упрощенных методик, создание уникальных объектов (высотных небоскребов, большепролетных мостов, стадионов, атомных станций) требует глубокого понимания первопричин физических процессов и умения их моделировать.

Основной целью освоения дисциплины является формирование у будущих инженеров-строителей математической культуры и интуиции, позволяющей переводить сложные физико-механические задачи на язык математических абстракций. В условиях современной цифровизации строительства и внедрения BIM-технологий, инженер должен не только уметь пользоваться программными комплексами (SCAD, LIRA, ANSYS), но и понимать математические алгоритмы, заложенные в их основу (метод конечных элементов, разностные схемы решения дифференциальных уравнений), чтобы критически оценивать результаты машинного расчета и исключать фатальные ошибки проектирования.¹

Ключевые цели курса включают:

- 1. Формирование алгоритмического мышления:** Развитие способности декомпозировать сложные инженерные системы на простейшие элементы, поддающиеся математическому описанию.
- 2. Обеспечение инструментарием для смежных дисциплин:** Создание базы для успешного освоения теоретической механики, сопротивления материалов, строительной механики, теории упругости и пластичности, строительной физики. Без уверенного владения аппаратом дифференциального и интегрального исчисления понимание этих предметов невозможно.
- 3. Развитие навыков математического моделирования:** Обучение методам построения и анализа математических моделей статических и динамических нагрузок, тепловых полей, фильтрационных

процессов в грунтах.

- 4. Воспитание точности и доказательности:** Привитие навыков строгого логического вывода, необходимых при обосновании проектных решений и проведении экспертизы промышленной безопасности.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Для достижения поставленных целей в ходе изучения дисциплины решаются следующие конкретные задачи, охватывающие основные разделы высшей математики и их приложения в строительстве:

- **В области линейной алгебры и аналитической геометрии:** Изучить методы решения систем линейных уравнений (необходимых для расчета статически неопределимых систем), теорию матриц (основа матричных методов строительной механики), векторную алгебру (для анализа пространственных сил) и аналитическую геометрию (для описания сложных геометрических форм оболочек и куполов).
- **В области математического анализа:** Освоить дифференциальное и интегральное исчисление функций одной и нескольких переменных. Научиться применять производные для исследования функций на экстремум (оптимизация конструкций по весу и стоимости), а интегралы — для вычисления геометрических характеристик сечений (моменты инерции, статические моменты) и объемов строительных работ.
- **В области дифференциальных уравнений:** Овладеть методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем, описывающих процессы изгиба балок, колебания сооружений под действием ветровых и сейсмических нагрузок, а также процессы коррозии и старения материалов.
- **В области теории рядов:** Изучить числовые и функциональные ряды, ряды Фурье для спектрального анализа периодических нагрузок и приближенных вычислений в инженерных задачах.
- **В области теории вероятностей и математической статистики:** Сформировать навыки работы со случайными величинами и процессами, необходимые для оценки надежности конструкций, контроля качества строительных материалов (бетона, арматуры) и

обработки результатов геодезических и геологических изысканий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математика» относится к **обязательной части блока Б1** основной профессиональной образовательной программы (ОПОП).

Она читается на 1-м, 2-м и 3-м семестрах обучения и является предшествующей для большинства общепрофессиональных и специальных дисциплин. Логическая связь дисциплины с другими частями ОПОП обусловлена тем, что математический язык является универсальным языком описания законов природы, на которых базируется строительство.

Входные требования:

Для успешного освоения дисциплины студент должен владеть знаниями математики в объеме средней общеобразовательной школы, включая элементарную алгебру, геометрию и начала анализа.

Дисциплины, базирующиеся на курсе «Математика»:

- **Физика:** Использование дифференциального исчисления для кинематики и термодинамики.
- **Теоретическая механика:** Векторная алгебра и дифференциальные уравнения как основа статики, кинематики и динамики.
- **Сопротивление материалов:** Интегральное исчисление для расчета внутренних усилий и перемещений.
- **Строительная механика:** Матричная алгебра и вариационные методы для расчета стержневых систем и пластин.
- **Механика жидкости и газа:** Теория поля (градиент, дивергенция, ротор) для описания потоков.
- **Основания и фундаменты:** Теория вероятностей для оценки свойств грунтов.
- **Спецкурсы по уникальным зданиям:** Методы математической

физики для расчета сложных пространственных конструкций.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и учебным планом специальности 08.05.01.¹

Компетенция	Код и содержание	Результаты обучения (Знать, Уметь, Владеть)
-------------	------------------	---

<p>УК-1</p>	<p>Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий</p>	<p>Знать: Основные понятия, аксиомы и теоремы высшей математики, методы доказательства утверждений, логику построения математических моделей. Понимать границы применимости различных математических методов.</p> <p>Уметь: Выделять математическую сущность постановке инженерной задачи. Анализировать полученные результаты расчетов на предмет их логической непротиворечивости и соответствия физическому смыслу. Применять системный подход при анализе сложных функций и уравнений.</p> <p>Владеть: Навыками абстрактного мышления, методами индукции и дедукции. Способностью аргументированно обосновывать выбранный метод решения задачи. Навыками самопроверки и критической оценки точности математических вычислений.</p>
-------------	---	---

<p>ОПК-1</p>	<p>Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук.</p>	<p>Знать: Математические методы, непосредственно применяемые в строительстве: методы решения систем линейных уравнений (для МКЭ), методы интегрирования (для вычисления характеристик сечений), методы решения дифференциальных уравнений (для задач динамики и устойчивости), основы теории вероятностей (для оценки рисков).</p> <p>Уметь: Применять математический аппарат для решения типовых и нестандартных задач строительной механики и физики. Моделировать геометрические формы уникальных сооружений. Производить статистическую обработку экспериментальных данных испытаний материалов.</p> <p>Владеть: Навыками использования справочной математической литературы. Современными вычислительными инструментами для реализации математических алгоритмов.</p>
--------------	--	---

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет **10 зачетных единиц (360 часов)**. Дисциплина изучается в течение трех семестров.¹

Виды учебной работы	Всего часов	1 семестр	2 семестр	3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	162	54	54	54
В том числе:				
Лекции	54	18	18	18
Практические занятия (ПЗ)	108	36	36	36
Самостоятельная работа (СРС)	126	90	18	18
Часы на контроль	72	-	36	36
Виды промежуточной аттестации	Экзамен (1, 2, 3)	Зачет с оценкой	Экзамен	Экзамен
Общая трудоемкость (часы)	360	144	108	108

Общая трудоемкость (з.е.)	10	4	3	3
---------------------------------	----	---	---	---

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

Ниже представлен детальный план изучения дисциплины. Каждый раздел включает лекционный материал, формирующий теоретическую базу, и практические занятия, направленные на решение прикладных задач специальности.

№ п/ п	Наименование темы	Содержание раздела (Лекции и Практика)	Л ек ., ча с	Пр ак. зан ., час	СР С, час	Все го, час
--------------	----------------------	---	--------------------------	-------------------------------	-----------------	-------------------

1	<p>Линейная алгебра и аналитическая геометрия</p>	<p>Лекции: Матрицы и определители. Свойства определителей. Обратная матрица. Ранг матрицы. Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ): методы Крамера, Гаусса, матричный. Векторная алгебра: линейные операции, скалярное, векторное, смешанное произведения. Прямая и плоскость в пространстве. Кривые и поверхности второго порядка. Собственные числа и векторы матриц.</p> <p>Практика: Решение СЛАУ в задачах статики стержневых систем. Векторный анализ сил в пространственных узлах ферм. Геометрическое моделирование форм оболочек покрытий (гиперболоиды, параболоиды). Приведение квадратичных форм к каноническому виду.</p>	9	18	21	48
---	---	---	---	----	----	----

2	Введение в анализ. Дифференциальное исчисление функции одной переменной	<p>Лекции: Множества. Функция. Предел последовательности и функции. Замечательные пределы. Непрерывность. Производная: определение, геометрический и механический смысл. Дифференциал. Основные теоремы дифференциального исчисления (Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши). Правило Лопиталя. Исследование функций и построение графиков.</p> <p>Практика: Вычисление пределов (раскрытие неопределенностей). Дифференцирование сложных функций. Исследование функций на экстремум (задачи оптимизации расхода материалов). Построение эюр. Приближенные вычисления с помощью дифференциала.</p>	9	18	21	48
---	---	---	---	----	----	----

3	Интегральное исчисление функции одной переменной	<p>Лекции: Первообразная и неопределенный интеграл. Методы интегрирования (замена переменной, по частям). Интегрирование рациональных дробей, тригонометрических и иррациональных функций. Определенный интеграл Римана: определение, свойства, формула Ньютона-Лейбница. Несобственные интегралы. Геометрические и физические приложения интеграла.</p> <p>Практика: Вычисление площадей плоских фигур (сечений). Вычисление длин дуг (арок, вантов). Вычисление объемов тел вращения (резервуаров). Приложения в механике: статические моменты, моменты инерции сечений, координаты центра тяжести, работа переменной силы.</p>	9	18	21	48
---	--	---	---	----	----	----

4	<p>Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных (ФНП)</p>	<p>Лекции: ФНП: область определения, предел, непрерывность. Частные производные. Полный дифференциал. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Производная по направлению и градиент. Экстремумы ФНП. Условный экстремум (метод множителей Лагранжа). Метод наименьших квадратов.</p> <p>Практика: Расчет погрешностей косвенных измерений. Задачи оптимизации параметров конструкций при ограничениях. Построение градиентных полей (распределение температур, давлений). Аппроксимация экспериментальных данных.</p>	9	18	21	48
---	--	--	---	----	----	----

5	Дифференциальные уравнения и ряды	<p>Лекции: ОДУ первого порядка: с разделяющимися переменными, однородные, линейные. ОДУ высших порядков, допускающие понижение порядка. Линейные ОДУ высших порядков с постоянными коэффициентами. Системы ОДУ.</p> <p>Практика: Решение дифференциальных уравнений изогнутой оси балки. Моделирование свободных и вынужденных колебаний (резонанс). Разложение функций в ряды Тейлора для приближенных вычислений. Гармонический анализ периодических нагрузок рядами Фурье.</p>	9	18	21	48
---	-----------------------------------	---	---	----	----	----

6	Теория вероятностей и математическая статистика	<p>Лекции: Случайные события, алгебра событий. Вероятность, теоремы сложения и умножения. Формула полной вероятности и Байеса. Схема Бернулли. Случайные величины (дискретные и непрерывные), законы их распределения (нормальный, Пуассона, равномерный). Числовые характеристики. Закон больших чисел. Выборочный метод. Точечные и интервальные оценки. Проверка гипотез.</p> <p>Практика: Расчет надежности систем. Статистическая обработка результатов испытаний строительных материалов (бетонные кубы, арматура). Оценка доверительных интервалов прочностных характеристик. Корреляционный анализ факторов.</p>	9	18	21	48
И то го			54	108	126	288 *

**Примечание: Сумма часов аудиторной и самостоятельной работы (288) плюс часы на контроль (72) дает общую трудоемкость 360 часов.*

Подробное описание модулей курса

МОДУЛЬ 1: ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА И АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ

Этот модуль закладывает фундамент для изучения строительной механики.

Студенты изучают матричный аппарат, который является языком современных программных комплексов (ЛИРА-САПР, SCAD Office), использующих метод конечных элементов (МКЭ). Понятие собственных чисел и векторов напрямую связано с анализом динамической устойчивости зданий и определением форм колебаний. Аналитическая геометрия дает инструментарий для точного описания сложных пространственных форм уникальных зданий (например, оболочек Шухова или современных бионических структур).

МОДУЛЬ 2: ВВЕДЕНИЕ В АНАЛИЗ. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ

Здесь формируется понимание непрерывности и гладкости функций, что критически важно при анализе деформаций. Понятие производной рассматривается не абстрактно, а как скорость изменения физических величин (скорость деформации, градиент температуры). Исследование функций на экстремум позволяет решать простейшие задачи оптимизации: поиск сечения балки минимального веса при заданной прочности.

МОДУЛЬ 3: ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ

Центральный модуль для сопротивления материалов. Студенты учатся вычислять интегральные характеристики сечений: площадь, статические моменты, моменты инерции (осевые, центробежные, полярные). Эти характеристики определяют жесткость и прочность конструктивных элементов. Также рассматривается физический смысл определенного интеграла как работы силы и суммарного давления жидкости на стенку (расчет плотин, резервуаров).

МОДУЛЬ 4: ФУНКЦИИ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ (ФНП)

Реальные строительные объекты трехмерны, а их состояния зависят от множества факторов (координаты x , y , z , время t , температура T). ФНП дает аппарат для работы с полями напряжений и деформаций. Понятие полного дифференциала используется для оценки точности геодезических измерений и инженерных расчетов. Метод множителей Лагранжа открывает путь к решению задач условной оптимизации в проектировании.

МОДУЛЬ 5: ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Дифференциальные уравнения — это язык динамики. Студенты учатся описывать колебания зданий при ветровых и сейсмических воздействиях, рассчитывать прогибы балок (уравнение упругой линии).

МОДУЛЬ 6: ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

Строительство уникальных зданий сопряжено с высокими рисками. Этот модуль учит оценивать надежность конструкций с учетом случайного разброса прочностных характеристик материалов (класс бетона, марка стали) и случайного характера нагрузок (снеговая, ветровая).

Математическая статистика дает инструменты для контроля качества на стройплощадке и обработки массивов данных геологических изысканий.

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом для данной дисциплины. Основной упор делается на практические занятия по решению задач.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или отдельной контрольной работы (кроме текущих проверочных работ на практических занятиях).

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Текущий контроль осуществляется в течение семестра. Результаты

оцениваются системой «аттестован» / «не аттестован».¹

Компетенция	Индикатор	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-1	Знать	Уровень усвоения теоретических основ методов анализа	Студент демонстрирует знание основных определений и теорем, способен сформулировать их без грубых ошибок.	Отсутствие знаний базовых определений, неспособность сформулировать условия теорем.
	Уметь	Способность применять системный подход к решению задач	Студент самостоятельно выстраивает алгоритм решения задачи, обосновывает каждый шаг.	Студент не может предложить план решения, действует хаотично, наугад.
	Владеть	Навык аргументации и логического вывода	Решение оформлено логично, последовательно. Студент может объяснить ход своих рассуждений.	Отсутствие логики в решении, несвязность выводов.
ОПК-1	Знать	Знание прикладных формул и методов расчета	Знание формул для вычисления геометрических характеристик, интегралов, производных, применяемых в строительстве.	Незнание основных расчетных формул и табличных значений.
	Уметь	Точность и правильность выполнения расчетов	Выполнение расчетно-графических заданий (РГР) в срок. Верные числовые результаты.	Наличие грубых вычислительных ошибок, невыполнение заданий в срок.

	Владеть	Интерпретация результата	Способность оценить физический смысл полученного ответа (размерность, порядок величины).	Получение абсурдных результатов (отрицательная длина, площадь) без попытки их анализа.
--	----------------	--------------------------	--	--

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в конце 1, 2 и 3 семестров. Оценивание производится по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».¹

Компетенция	Результаты обучения	Критерии оценивания (Отлично)	Критерии оценивания (Хорошо)	Критерии оценивания (Удовл.)	Критерии оценивания (Неудовл.)
УК-1	Знать (Тест/ Теория)	Выполнение теста на 90-100%. Глубокое понимание теории.	Выполнение теста на 80-90%. Твердое знание основных положений.	Выполнение теста на 70-80%. Знание определений, но пробелы в понимании связей.	В тесте менее 70% правильных ответов. Незнание теории.
	Уметь (Практика)	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы. Рациональный способ решения.	Продемонстрирован верный ход решения всех задач, но не получен верный ответ во всех задачах (арифметические ошибки).	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач, но есть затруднения с доведением до ответа.	Задачи не решены. Отсутствие алгоритма решения.
	Владеть (Логика)	Свободное владение математическим языком, строгая доказательность.	Владение терминологией, способность исправить ошибку по наводящему вопросу.	Слабое владение терминологией, затруднения в обосновании шагов.	Отсутствие навыков математической речи.

ОПК-1	Знать (Приложение)	Глубокое понимание связей математики со строительными дисциплинами.	Понимание основных приложений математики в инженерии.	Поверхностное представление о применимости методов.	Непонимание роли математики в специальности.
	Уметь (Расчет)	Безошибочное выполнение расчетов прикладного характера.	Мелкие неточности в вычислениях, не влияющие на физический смысл.	Существенные ошибки в расчетах, требующие исправления.	Грубые ошибки, искажающие физический смысл задачи.
	Владеть (Моделирование)	Способность решать нестандартные прикладные задачи.	Уверенное решение типовых прикладных задач.	Решение только шаблонных задач по аналогии.	Неспособность решать даже простейшие задачи.

7.2 Примерный перечень оценочных средств

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

(Минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов - перечень тем)

Для успешного прохождения тестирования студент должен повторить следующие темы:

1. Операции над матрицами (сложение, умножение на число, произведение матриц, транспонирование).
2. Вычисление определителей 2-го и 3-го порядка (правило треугольника, Саррюса).
3. Свойства скалярного произведения векторов (условие ортогональности).
4. Уравнения прямой на плоскости (общее, с угловым коэффициентом,

каноническое).

5. Таблица производных элементарных функций.
6. Геометрический смысл производной (угловой коэффициент касательной).
7. Таблица основных интегралов.
8. Формула Ньютона-Лейбница.
9. Определение дифференциального уравнения и его порядка.
10. Классическое определение вероятности.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач (10 вопросов для стандартного тестирования с вариантами ответов)

Вопрос 1. Вычислите определитель матрицы $A = \begin{pmatrix} 3 & -2 \\ 4 & 5 \end{pmatrix}$.

а) 7

б) 23 (**Верно**)

в) -7

г) 13

Комментарий: $\det A = 3 \cdot 5 - (-2) \cdot 4 = 15 + 8 = 23$.

Вопрос 2. Даны векторы $\vec{a} = \{2; -3; 1\}$ и $\vec{b} = \{-4; 6; -2\}$. Как они расположены взаимно?

а) Перпендикулярны

б) Коллинеарны (**Верно**)

в) Образуют угол 60 градусов

г) Скрещиваются

Комментарий: Координаты пропорциональны: $\frac{-4}{2} = \frac{6}{-3} = \frac{-2}{1} = -2$.

Вопрос 3. Производная функции $y = \ln(2x + 1)$ равна:

а) $\frac{1}{2x + 1}$

б) $\frac{2}{2x + 1}$ (Верно)

в) $\frac{1}{x}$

г) $2\ln(2x + 1)$

Комментарий: Сложная функция: $y' = \frac{1}{2x + 1} \cdot (2x + 1)' = \frac{2}{2x + 1}$.

Вопрос 4. Функция $y = x^2 - 4x + 3$ имеет минимум в точке:

а) $x = 0$

б) $x = 4$

в) $x = 2$ (Верно)

г) $x = -2$

Комментарий: $y' = 2x - 4$, $2x - 4 = 0 \Rightarrow x = 2$. Вторая производная $y'' = 2 > 0$, значит минимум.

Вопрос 5. Чему равен интеграл $\int \cos(3x) dx$?

а) $\sin(3x) + C$

б) $3\sin(3x) + C$

в) $\frac{1}{3}\sin(3x) + C$ (Верно)

$$\text{г)} -\frac{1}{3}\sin(3x) + C$$

Вопрос 6. Общим решением дифференциального уравнения $y' = 2x$ является:

а) $y = x^2$

б) $y = 2x + C$

в) $y = x^2 + C$ **(Верно)**

г) $y = 2$

Вопрос 7. Система дифференциальных уравнений первого порядка

$$\begin{cases} \dot{x} = 3x + 2y \\ \dot{y} = 3x + 4y \end{cases} \text{ имеет общие решения}$$

а) $\begin{cases} x(t) = 2c_1e^{6t} - c_2e^t, \\ y(t) = 3c_1e^{6t} + c_2e^t \end{cases}$ **(Верно)**

б) $\begin{cases} x(t) = 2c_1e^{-6t} - c_2e^t, \\ y(t) = 3c_1e^{-6t} + c_2e^t \end{cases}$

в) $\begin{cases} x(t) = 2c_1e^{6t} - c_2e^{-t}, \\ y(t) = 3c_1e^{6t} + c_2e^{-t} \end{cases}$

г) $\begin{cases} x(t) = 2c_1e^{6t} + c_2e^t, \\ y(t) = 3c_1e^{6t} + 2c_2e^t \end{cases}$

Вопрос 8. Вероятность выпадения герба при одном броске монеты равна:

а) 1

б) 0.5 **(Верно)**

в) 0.25

г) 0

Вопрос 9. Какое из уравнений является линейным неоднородным дифференциальным уравнением 2-го порядка с постоянными коэффициентами?

а) $y'' + 3y' + 2y = 0$

б) $y'' + 3y' + 2y = x$ (**Верно**)

в) $y' + y = x$

г) $y'' + y^2 = 0$

Вопрос 10. Градиент функции $z = f(x, y)$ указывает направление:

а) Линии уровня

б) Наискорейшего убывания функции

в) Наискорейшего возрастания функции (**Верно**)

г) Постоянства функции

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

(10 вопросов для прикладного тестирования с вариантами ответов)

Вопрос 1. При расчете фермы методом вырезания узлов необходимо составить уравнения равновесия. Какая математическая система описывает равновесие плоского узла, в котором сходятся стержни?

а) Система дифференциальных уравнений

б) Система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) (**Верно**)

в) Система интегральных уравнений

г) Квадратное уравнение

Вопрос 2. Момент инерции сечения относительно оси x вычисляется по

формуле $I_x = \int_S y^2 dS$. Каков физический смысл квадратичной

зависимости от координаты y ?

- а) Удаленные от оси волокна вносят меньший вклад в жесткость
- б) Удаленные от оси волокна вносят значительно больший вклад в жесткость на изгиб (**Верно**)
- в) Жесткость не зависит от распределения материала
- г) Это связано с весом балки

Вопрос 3. Уравнение изогнутой оси балки имеет вид $EIy'' = -M(x)$. Что означает y'' в этом уравнении с геометрической точки зрения (при малых деформациях)?

- а) Прогиб
- б) Угол поворота
- в) Кривизна оси балки (**Верно**)
- г) Длина балки

Вопрос 4. При расчете уникального большепролетного купола необходимо вычислить площадь его поверхности для оценки расхода кровельного материала. Какой интеграл используется для этого?

- а) Определенный интеграл по одной переменной
- б) Двойной интеграл по области проекции (**Верно**)
- в) Тройной интеграл
- г) Криволинейный интеграл 2-го рода

Вопрос 5. Ветровая нагрузка на высотное здание имеет пульсационную составляющую. Для анализа частотного спектра этой нагрузки и исключения резонанса используется:

- а) Разложение в ряд Тейлора
- б) Разложение в ряд Фурье (**Верно**)
- в) Метод Ньютона
- г) Правило Лопиталья

Вопрос 6. Статический момент плоской фигуры относительно оси

$S_x = \int_S y dS$ равен нулю. Что это означает?

- а) Площадь фигуры равна нулю
- б) Ось x проходит через центр тяжести фигуры (**Верно**)
- в) Фигура симметрична относительно оси y
- г) Момент инерции тоже равен нулю

Вопрос 7. Надежность строительной конструкции P определяется как вероятность того, что нагрузка S не превысит несущую способность R $P(R > S)$. Если R и S — независимые нормальные случайные величины, то их разность $Z = R - S$ имеет распределение:

- а) Равномерное
- б) Показательное
- в) Нормальное (**Верно**)
- г) Распределение χ^2 -квадрат

Вопрос 8. При геодезической съемке уникального сооружения проводятся многократные измерения одной и той же длины. Какая характеристика случайной величины используется для оценки точности прибора?

- а) Математическое ожидание
- б) Среднеквадратическое отклонение (дисперсия) (**Верно**)
- в) Мода
- г) Медиана

Вопрос 9. Задача оптимизации: найти такие размеры поперечного сечения балки, чтобы при заданной прочности ее вес был минимален. К какому типу математических задач это относится?

- а) Задача нахождения условного экстремума функции нескольких переменных (**Верно**)

б) Задача интегрирования

в) Задача решения СЛАУ

г) Задача Коши

Вопрос 10. Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний здания имеет вид $\ddot{x} + 2n\dot{x} + \omega^2x = 0$. Какой член уравнения отвечает за диссипацию энергии (сопротивление материалов, демпферы)?

- а) \ddot{x} (инерция)
- б) $2n\dot{x}$ (демпфирование) (**Верно**)
- в) ω^2x (упругость)
- г) Ноль в правой части

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

БЛОК 1: ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА И ГЕОМЕТРИЯ (1 СЕМЕСТР)

1. Определители n-го порядка, их свойства и методы вычисления.
2. Обратная матрица: условие существования, алгоритм вычисления.
3. Ранг матрицы. Метод окаймляющих миноров и метод элементарных преобразований.
4. Теорема Кронекера-Капелли. Исследование СЛАУ на совместность.
5. Метод Гаусса и метод Крамера решения СЛАУ.
6. Однородные системы линейных уравнений. Фундаментальная система решений.
7. Собственные числа и собственные векторы линейного оператора. Свойства.
8. Векторы. Скалярное произведение и его приложения в механике (работа силы).

9. Векторное произведение и его приложения (момент силы).
10. Смешанное произведение векторов (объем параллелепипеда, компланарность).
11. Прямая в пространстве: канонические, параметрические уравнения, уравнение по двум точкам.
12. Плоскость: общее уравнение, уравнение в отрезках, нормальное уравнение. Расстояние от точки до плоскости.
13. Кривые второго порядка: эллипс, гипербола, парабола. Канонические уравнения и свойства.
14. Поверхности второго порядка: классификация, канонические уравнения, метод сечений.

БЛОК 2: МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ (1-2 СЕМЕСТР)

15. Предел последовательности. Число e .
16. Первый и второй замечательные пределы.
17. Бесконечно малые функции, их сравнение. Эквивалентные бесконечно малые.
18. Точки разрыва функции и их классификация.
19. Производная сложной, обратной, неявно заданной функции.
20. Геометрический смысл производной. Уравнения касательной и нормали.
21. Дифференциал функции, его геометрический смысл и применение в приближенных вычислениях.
22. Теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши.
23. Правило Лопиталя для раскрытия неопределенностей.
24. Условия возрастания и убывания функции. Экстремумы.
25. Выпуклость, вогнутость графика функции, точки перегиба. Асимптоты.

26. Неопределенный интеграл, его свойства. Таблица интегралов.
 27. Интегрирование по частям и методом подстановки.
 28. Интегрирование рациональных дробей (метод неопределенных коэффициентов).
 29. Определенный интеграл. Суммы Дарбу. Условия интегрируемости.
 30. Свойства определенного интеграла. Теорема о среднем.
 31. Формула Ньютона-Лейбница.
 32. Несобственные интегралы 1-го и 2-го рода. Признаки сходимости.
 33. Вычисление площадей фигур в декартовых и полярных координатах.
 34. Вычисление длины дуги кривой.
 35. Вычисление объема тела по площадям поперечных сечений и объема тела вращения.
 36. Функции нескольких переменных: предел, непрерывность.
 37. Частные производные и полный дифференциал ФНП.
 38. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.
 39. Экстремум функции двух переменных. Необходимые и достаточные условия.
 40. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа.
- Блок 3: Дифференциальные уравнения, Ряды, Вероятность (2-3 семестр)
41. ДУ первого порядка с разделяющимися переменными.
 42. Однородные ДУ первого порядка.
 43. Линейные ДУ первого порядка. Уравнение Бернулли.
 44. Уравнения в полных дифференциалах.
 45. ДУ высших порядков, допускающие понижение порядка.

46. Линейные однородные ДУ с постоянными коэффициентами (характеристическое уравнение).
47. Линейные неоднородные ДУ с постоянными коэффициентами (метод подбора частного решения, метод вариации).
48. Числовые ряды. Необходимый признак сходимости.
49. Признаки сходимости знакоположительных рядов (сравнения, Даламбера, Коши).
50. Знакопеременные ряды. Признак Лейбница. Абсолютная сходимость.
51. Степенные ряды. Радиус и интервал сходимости. Теорема Абеля.
52. Ряды Тейлора и Маклорена. Разложение основных элементарных функций.
53. Ряды Фурье. Разложение периодических функций.
54. Классическое определение вероятности. Комбинаторика.
55. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Условная вероятность.
56. Формула полной вероятности и формула Байеса.
57. Схема повторных испытаний Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Лапласа.
58. Дискретные случайные величины: закон распределения, многоугольник распределения, $F(x)$.
59. Математическое ожидание, дисперсия и СКО дискретной случайной величины. Свойства.
60. Непрерывные случайные величины: плотность распределения, свойства.
61. Равномерное, показательное, нормальное распределения. Их характеристики и графики.
62. Вероятность попадания в интервал для нормального закона. Правило «трех сигм».

63. Закон больших чисел (неравенство Чебышева, теорема Чебышева, теорема Бернулли).
64. Центральная предельная теорема Ляпунова.
65. Генеральная совокупность и выборка. Статистический ряд, полигон, гистограмма.
66. Точечные оценки параметров распределения (выборочная средняя, выборочная дисперсия).
67. Интервальные оценки. Доверительный интервал для мат. ожидания нормального распределения.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам, содержащим два теоретических вопроса (по 10 баллов) и одну задачу (20 баллов). Максимальный балл за экзамен — 40. Итоговая оценка складывается из баллов семестрового рейтинга (до 60 баллов) и экзаменационного балла.¹

1. **Оценка «Неудовлетворительно»** ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов за экзамен или суммарный рейтинг менее 50 баллов. Это свидетельствует о полном непонимании предмета.
2. **Оценка «Удовлетворительно»** ставится в случае, если студент набрал от 6 до 15 баллов за экзамен (при условии набора минимума в семестре) и итоговая сумма составляет 50-69 баллов. Студент знает основы, но допускает ошибки в формулировках и расчетах.
3. **Оценка «Хорошо»** ставится в случае, если студент набрал от 16 до 30 баллов за экзамен, итоговая сумма 70-89 баллов. Студент уверенно владеет материалом, решает задачи, но может допустить незначительные неточности.
4. **Оценка «Отлично»** ставится, если студент набрал от 31 до 40 баллов за экзамен, итоговая сумма 90-100 баллов. Студент демонстрирует глубокие знания, способность решать нестандартные задачи и связывать математику со специальностью.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Линейная алгебра и аналитическая геометрия	УК-1, ОПК-1	Тест №1, РГР «Элементы линейной алгебры», Экзамен
2	Введение в анализ. Дифференциальное исчисление	УК-1, ОПК-1	Тест №2, РГР «Исследование функций», Экзамен
3	Интегральное исчисление	УК-1, ОПК-1	Тест №3, Контрольная работа, Экзамен
4	Дифференциальное исчисление ФНП	УК-1, ОПК-1	Устный опрос на практике, Домашнее задание, Экзамен
5	Дифференциальные уравнения и ряды	УК-1, ОПК-1	Тест №4, РГР «Дифференциальные уравнения», Экзамен
6	Теория вероятностей и мат. статистика	УК-1, ОПК-1	Тест №5, РГР «Статистическая обработка данных», Экзамен

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

- **Тестирование:** Осуществляется при помощи компьютерной системы или на бумажном носителе. Время тестирования — 30 мин. Тест содержит 10-15 вопросов. Критерий сдачи: не менее 60% правильных ответов. Затем осуществляется проверка теста преподавателем и выставляется оценка.
- **Решение стандартных задач:** Осуществляется на практических

занятиях или контрольных работах. Студенту выдается задача на бумажном носителе. Время решения — 30 мин. Проверка осуществляется преподавателем. Оценивается ход решения, правильность использования формул и точность ответа.

- **Решение прикладных задач:** Выдается в виде индивидуального домашнего задания (РГР) или на экзамене. Оценивается не только математическая верность, но и умение интерпретировать результат в контексте специальности (например, указать единицы измерения, объяснить физический смысл).

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. **Кремер, Н. Ш.** Высшая математика для экономического и инженерного бакалавриата : учебник и практикум / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин, М. Н. Фридман. — Москва : Издательство Юрайт, **2023**. — 500 с.
2. **Шипачев, В. С.** Высшая математика. Полный курс : учебник для вузов / В. С. Шипачев ; под редакцией А. Н. Тихонова. — Москва : Издательство Юрайт, **2022**. — 600 с.
3. **Письменный, Д. Т.** Конспект лекций по высшей математике. Полный курс / Д. Т. Письменный. — Москва : Айрис-пресс, **2020**. — 608 с.
4. **Гмурман, В. Е.** Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для вузов / В. Е. Гмурман. — Москва : Издательство Юрайт, **2023**. — 479 с.
5. **Данко, П. Е.** Высшая математика в упражнениях и задачах : учебное пособие. В 2 ч. / П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т. Я. Кожевникова. — Москва : Мир и Образование, **2021**.
6. **Акчурина, Л. В.** Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Акчурина Людмила

Васильевна, Кущев Анатолий Борисович, Сумера Светлана Сергеевна — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2022.

7. **Кущев, А.Б.** Интегральное исчисление. Функции нескольких переменных и их интегрирование. Элементы теории поля [Текст] : учебное пособие / Кущев Анатолий Борисович, Сумера Светлана Сергеевна, Акчурина Людмила Васильевна — Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2024. — 103 с.
8. Обыкновенные дифференциальные уравнения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Горяйнов Виталий Валерьевич [и др.] — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2022. —111 с.
9. **Некрасова Н. Н.** Математическая статистика : практикум / Н. Н. Некрасова, В. В. Горяйнов, А. И. Барсуков, М. Ю. Глазкова — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2022. — 64 с.
10. **Кущев А.Б.** Интегральное исчисление. Неопределенный и определенный интеграл [Текст] : учебно-методическое пособие / Кушей Анатолий Борисович, Сумера Светлана Сергеевна, Шаруда Владимир Алексеевич — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2021. - 94 с.

Дополнительная литература:

1. **Лунгу, К. Н.** Сборник задач по высшей математике. 1 курс / К. Н. Лунгу. — Москва : Айрис-пресс, 2020.
2. **Ильин, В. А.** Математический анализ : учебник / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Бл. Х. Сендов. — Москва : Юрайт, 2022.

8.2 Перечень информационных технологий

Используемые при осуществлении образовательного процесса технологии включают:

1. **Лицензионное программное обеспечение:**
 - Операционная система Microsoft Windows 10/11.
 - Пакет офисных программ Microsoft Office 2019/2021 (Word, Excel,

PowerPoint) — для оформления отчетов РГР и статистических расчетов.

- Среды математического моделирования: MathCAD Prime или MATLAB (академические лицензии) — для проверки сложных вычислений и визуализации поверхностей.

2. Ресурсы сети «Интернет»:

- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Лань» (e.lanbook.com).
- ЭБС «Юрайт» (urait.ru).
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
- Портал «Открытое образование» (openedu.ru) — для самостоятельного изучения отдельных тем.
- Справочная система WolframAlpha — для самопроверки интегралов и производных.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения занятий необходима следующая материально-техническая база ¹:

- **Лекционные аудитории:** Оборудованные мультимедийным проектором, экраном и персональным компьютером с выходом в Интернет для демонстрации презентаций и визуализации математических объектов. Наличие большой меловой или маркерной доски обязательно для подробного вывода формул и доказательств теорем.
- **Аудитории для практических занятий:** Оснащенные учебной мебелью, досками. Желательно наличие наглядных пособий (плакатов) с основными формулами дифференцирования и интегрирования, таблицами распределений вероятностей.
- **Компьютерный класс:** Для проведения тестирования и занятий с

использованием специализированного ПО (Excel, MathCAD).
Количество рабочих мест должно соответствовать количеству студентов в подгруппе.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Математика» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета строительных конструкций и их элементов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории. 1

Вид учебных занятий	Деятельность студента
---------------------	-----------------------

Лекция	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.</p> <p>Важно для специальности: При изучении математических абстракций всегда старайтесь найти им физический аналог. Матрица — это не просто таблица чисел, это оператор, преобразующий вектор сил в вектор перемещений. Интеграл — это не просто значок, это сумма бесконечно малых элементов (объема, массы, момента).</p>
--------	--

<p>Практическое занятие</p>	<p>Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.</p> <p>Перед каждым занятием необходимо восстанавливать в памяти теоретический материал соответствующей лекции. Основное внимание уделяйте не заучиванию формул, а пониманию алгоритма их применения. Например, в теме "Исследование функций" важен порядок действий: 1) область определения, 2) производная, 3) нули производной и т.д.</p>
-----------------------------	---

Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none">● работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;● выполнение домашних заданий и расчетов (РГР);● работа над темами для самостоятельного изучения;● участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;● подготовка к промежуточной аттестации. <p>Особое внимание следует уделить выполнению Расчетно-Графических Работ (РГР). Это индивидуальные задания которые моделируют реальные инженерные расчеты. РГР требуют аккуратности, правильного оформления и главное, проверки результатов. Инженер не имеет права на ошибку в знаке или запятой.</p>
------------------------	---

Подготовка к промежуточной аттестации	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала. При подготовке к экзамену используйте перечень вопросов (п. 7.2.5). Разбейте их на блоки. Тренируйтесь формулировать доказательства теорем вслух. Для решения задач создайте банк типовых примеров.</p>
---------------------------------------	--

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Обновление списка литературы	30.08.2024	_____
2			