

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Кожедеров Александр Игоревич
Должность: Директор филиала ИнДИ (филиал) ФГБОУ ВО "ЮГУ"
Дата подписания: 16.07.2026 23:55:14
Уникальный программный ключ: 7f4522f81a862743c2711b37d9dd0f6adf40c4c8

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Высшая математика

Направление подготовки (специальности): 21.03.01 *Нефтегазовое дело*

Профиль: *Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти (ИнДИ)*

Форма обучения
Очно-заочная

Квалификация выпускника
Бакалавр

2026 год набора

Виды работ	Объём занятий по семестрам, час										Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Самостоятельная работа	50	50									100
Контроль	18	18									36
Дистанционные лекции	16	16									32
Дистанционные практические занятия	24	24									48
Форма контроля	Экзамены	Экзамены									-
Итого:	108	108									216
з.е.	3	3									6

Ханты-Мансийск, 2026 год
(город)

Предисловие

1. Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) *21.03.01 Нефтегазовое дело* утвержденного № 96 от 09.02.2018 года.

2. Разработчик(и):

Кандидат наук

ученая степень, ученое звание
(при наличии)

(подпись)

А. П. Янукян

(И. О. Фамилия)

3. Согласовано:

Руководитель
образовательной
программы по
направлению подготовки
21.03.01 Нефтегазовое
дело

(подпись)

Г. В. Газя

(И. О. Фамилия)

4. Утверждаю:

Руководитель
структурного
подразделения
Индустриальный институт
(г. Нефтеюганск)

(подпись)

А. П. Янукян

(И. О. Фамилия)

Документ подписан простой электронной подписью в
электронной информационно образовательной среде
Elios 2.0 ФГБОУ ВО «ЮГУ»

Идентификатор документа: 95176



Подписант



Янукян Арам Погосович



Газя Геннадий Владимирович

Дата подписания

13.05.2026 14:02:38

13.05.2026 14:08:20

1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является сформировать у студентов фундаментальные математические знания и навыки применения математических методов анализа для решения профессиональных задач в нефтегазовой отрасли.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 учебного плана, модуля «Инженерный модуль».

3 Формируемые компетенции обучающегося

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина		Планируемые результаты (соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенции)
код компетенции	наименование компетенции	
ОПК-1	Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общетехнические знания	ОПК-1.2 З-1: Принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов; принципы совершенствования производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования ОПК-1.2 У-1: Систематизировать, анализировать и отбирать необходимую информацию для математического анализа; выбирать и применять соответствующие математические методы моделирования физических, химических и технологических процессов в нефтегазовой отрасли ОПК-1.1 В-1: Навыками разработки схемы лабораторных исследований; практическими приемами отбора образцов для лабораторного исследования; правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной лаборатории; обработки и интерпретирования результатов эксперимента. Навыками чтения и построения геологической графики, определения основных горных пород, интерпретации геолого-промышленной информации.

		Навыками решения прикладных задач гидравлики и гидромеханики, встречающихся в нефтегазовом деле; методами подземной гидромеханики для обеспечения рационального использования эксплуатируемых месторождений нефти и газа. Навыками использования основных общефизических законов и принципов в важнейших практических приложениях; применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач; навыками применения классических методов механики к анализу математических моделей формализованных материальных объектов. ОПК-1.2 В-1: Опытном анализе геолого-промысловой информации на непротиворечивость и достоверность; математического описания и анализа геологических процессов и явлений; навыками моделирования нефтегазовых залежей по геолого-геофизическим материалам
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 З-1: Знает основные математические методы решения задач, принципы математических рассуждений, математических доказательств и системного подхода УК-1.2 З-1: Знает возможности и принципы функционирования цифровых сервисов и технологий, используемых для работы с информацией УК-1.3 З-1: Знает основные различия между фактами, мнениями, интерпретациями и оценкам УК-1.4 З-1: Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации УК-1.1 У-1: Умеет обосновывать выбор варианта решения и практически применять стандартные

	<i>математические методы и системный подход в решении поставленных задач</i> <i>УК-1.2 У-1:</i> <i>Умеет обосновывать выбор и использовать цифровые сервисы и технологии для безопасной и эффективной работы с информацией</i> <i>УК-1.3 У-1:</i> <i>Умеет формировать собственную позицию о фактах, мнениях, интерпретациях и оценках информации</i> <i>УК-1.4 У-1:</i> <i>Умеет критически оценивать полноту, адекватность и достоверность информации, необходимой для решения поставленных задач</i> <i>УК-1.5 У-1:</i> <i>Умеет производить постановку проблемы путем фиксации ее содержания, выявления субъекта проблемы, а также всех заинтересованных сторон в данной ситуации, а также осуществлять анализ ситуации в реальных социальных условиях для выявления актуальной, в т.ч. социально-значимой задачи/проблемы, требующей решения</i> <i>УК-1.1 В-1:</i> <i>Владеет навыком решения различных прикладных задач с использованием математических методов и системного подхода</i> <i>УК-1.2 В-1:</i> <i>Имеет практический опыт решения задач обработки информации с использованием различных цифровых сервисов и технологий, в т.ч. во взаимодействии с другими людьми в цифровой среде</i> <i>УК-1.3 В-1:</i> <i>Владеет навыками рассуждения и аргументации</i> <i>УК-1.4 В-1:</i> <i>Владеет навыками систематизации и синтеза информации, полученной из различных источников</i> <i>УК-1.5 В-1:</i>
--	--

		<i>Имеет опыт определения требований и ожиданий заинтересованных сторон с учетом социального контекста</i>
--	--	--

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Тема	Трудоемкость по видам учебной работы, час					Код компетенции	Оценочные средства
		Занятия лекционного типа	Практические занятия	Лабораторные занятия	Консультации	Самостоятельная работа		
1 семестр								
1	Введение в высшую математику и основные понятия	4	6			12	ОПК-1; УК-1.	Тест; Практическое задание.
2	Аналитическая геометрия и векторное исчисление	4	6			12	ОПК-1; УК-1.	Практическое задание.
3	Дифференциальное исчисление функций одной переменной	4	6			12	ОПК-1; УК-1.	Практическое задание.
4	Теория вероятностей и математическая статистика	4	6			14	ОПК-1; УК-1.	Тест; Практическое задание.
Итого 1 семестр.		16	24			50	—	—
2 семестр								
5	Интегральное исчисление (одномерное и многомерное)	4	6			12	ОПК-1; УК-1.	Тест; Практическое задание.
6	Операции с функциями: интегралы, ряды, преобразования	4	6			8	ОПК-1; УК-1.	Практическое задание.
7	Дифференциальные уравнения и их применение в	4	6			14	ОПК-1; УК-1.	Реферат; Практическое задание.

	нефтегазовой индустрии							
8	Математическое моделирование и численные методы в нефтегазовом деле	4	6			16	ОПК-1; УК-1.	Тест; Практическое задание.
Итого 2 семестр.		16	24			50	—	—
Итого		32	48			100	—	

5 Образовательные технологии, используемые при различных видах учебной работы

№ темы	Образовательная технология
1-8	Дистанционные технологии
1-8	Технология традиционного обучения

6 Методические материалы по освоению дисциплины

Электронная информационно - образовательная среда представлена личным кабинетом, расположенным по ссылке <https://itport.ugrasu.ru>, электронной библиотечной системой <https://lib.ugrasu.ru>, электронным каталогом Научной библиотеки ЮГУ <https://irbis.ugrasu.ru> и системой дистанционного обучения.

Методические материалы для обучающихся представлены в электронном виде в системе Moodle по ссылке <http://eluniver.ugrasu.ru>.

Методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

6.1 Методические указания к занятиям лекционного типа

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать его научно-педагогическому работнику на консультации, на практическом занятии.

6.2 Методические указания к практическим занятиям

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний и приобретение практических умений и навыков. Методические рекомендации по каждой практической работе имеют теоретическую часть, подготовленную отдельно, или указание на источник, необходимый для подготовки к соответствующему практическому занятию, с необходимыми для выполнения работы формулами, пояснениями, таблицами и графиками; алгоритм выполнения заданий. Практические задания сочетаются с теоретическими знаниями. Проведению практического занятия как правило предшествует самостоятельная работа обучающегося.

6.3 Методические указания к самостоятельной работе

В рамках самостоятельной работы обучающийся знакомится с рабочей программой, особое внимание должно уделяться целям и задачам, структуре и

содержанию дисциплины. Анализируется конспект лекций, ведется подготовка ответов к контрольным вопросам, просматривается рекомендуемая литература, используются аудио-видеозаписи по заданной теме, решаются расчетно-графические задания, задачи по алгоритму и др.

7 Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплин (модулей). Для осуществления процедуры текущего контроля успеваемости обучающихся НПР создаются оценочные материалы (фонды оценочных средств), позволяющие оценить достижение запланированных результатов обучения и уровень сформированности компетенций.

Промежуточная аттестация обучающихся производится в дискретные временные интервалы НПР, обеспечивающими реализацию дисциплины в форме: экзамены.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся предполагает предоставление студентам методических рекомендаций по изучению дисциплины, учитывающих особенности ее построения, освоения, преподавания и представлено как электронный учебно-методический комплект документов по дисциплине, размещено в системе управления обучением «Moodle» (сайт Университета по ссылке <http://eluniver.ugrasu.ru>) и/или в других системах управления обучением электронной информационно-образовательной среды Университета.

Обучение и контроль обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

7.1 Технологическая карта дисциплины 1-й семестр

№ п/п	Название темы	Максимальное количество баллов
Обязательный уровень (текущая аттестация)		
1	Введение в высшую математику и основные понятия	17
2	Аналитическая геометрия и векторное исчисление	17
3	Дифференциальное исчисление функций одной переменной	17
4	Теория вероятностей и математическая статистика	19
		70
Обязательный уровень (промежуточная аттестация)		
5	Экзамены	30
		30
	Итого	100
Дополнительный уровень		
6	Контрольная работа	15
		15

Шкала оценивания результатов по балльной системе (экзамены):

Критерии выставления оценки при промежуточной аттестации:

Отлично с 83 по 100 баллов;

Хорошо с 68 по 82 балла;

Удовлетворительно с 50 по 67 баллов;

Неудовлетворительно с 0 по 49 баллов.

7.2 Технологическая карта дисциплины 2-й семестр

№ п/п	Название темы	Максимальное количество баллов
Обязательный уровень (текущая аттестация)		
1	Интегральное исчисление (одномерное и многомерное)	15
2	Операции с функциями: интегралы, ряды, преобразования	15
3	Дифференциальные уравнения и их применение в нефтегазовой индустрии	20
4	Математическое моделирование и численные методы в нефтегазовом деле	20
		70
Обязательный уровень (промежуточная аттестация)		
5	Экзамены	30
		30
Итого		100
Дополнительный уровень		
6	Контрольная работа	15
		15

Шкала оценивания результатов по балльной системе (экзамены):

Критерии выставления оценки при промежуточной аттестации:

Отлично с 83 по 100 баллов;

Хорошо с 68 по 82 балла;

Удовлетворительно с 50 по 67 баллов;

Неудовлетворительно с 0 по 49 баллов.

7.3 Примерные тестовые задания

1. Система линейных уравнений используется для:

- A) Расчёта дебита скважины
- B) Определения оптимального маршрута транспортировки нефти
- C) Моделирования теплопереноса в пласте
- D) Обработки данных сейсморазведки

2. Определитель матрицы применяется для:

- A) Проверки совместности системы уравнений при расчёте давления в пласте
- B) Нахождения обратной матрицы в задачах оптимизации
- C) Расчёта объёма резервуара
- D) Определения корреляции между параметрами скважины

3. Дисперсия случайной величины характеризует:

- A) Среднее значение данных
- B) Разброс значений относительно среднего

- C) Вероятность события
- D) Корреляцию между параметрами

4. Если коэффициент корреляции $(r = 0.9)$, это означает:

- A) Сильная прямая зависимость
- B) Слабая обратная зависимость
- C) Отсутствие связи
- D) Нелинейная зависимость

5. Метод Эйлера используется для:

- A) Численного решения дифференциальных уравнений
- B) Нахождения обратной матрицы
- C) Расчёта определителя
- D) Аппроксимации интегралов

6. Метод наименьших квадратов применяется для:

- A) Решения систем линейных уравнений
- B) Построения регрессионных моделей (например, зависимости дебита от давления)
- C) Расчёта криволинейных интегралов
- D) Оптимизации маршрутов транспортировки

7. Симплекс-метод используется для решения задач:

- A) Нелинейного программирования
- B) Линейного программирования (например, минимизация затрат)
- C) Дифференциальных уравнений
- D) Теории вероятностей

8. Формула Гаусса-Остроградского связывает:

- A) Объёмный интеграл и поверхностный интеграл
- B) Криволинейный интеграл и ротор
- C) Градиент и дивергенцию
- D) Производную и интеграл

9. Уравнение Дарси описывает:

- A) Фильтрацию флюида в пористой среде
- B) Теплоперенос в скважине
- C) Колебания давления в трубопроводе
- D) Коррозию металла

10. Для расчёта объёма нефтяного резервуара цилиндрической формы используется:

- A) Двойной интеграл
- B) Тройной интеграл
- C) Криволинейный интеграл
- D) Интеграл по поверхности

11. Преобразование Лапласа применяется для анализа:

- A) Статистических данных геологоразведки
- B) Динамических процессов (например, изменения давления)
- C) Оптимизационных задач
- D) Корреляционных зависимостей

12. Функции Бесселя используются при решении задач:

- A) Теплопроводности в цилиндрических скважинах
- B) Линейной алгебры
- C) Теории вероятностей
- D) Оптимизации

13. Ряд Фурье используется для:

- A) Анализа периодических процессов (например, вибраций в трубах)
- B) Решения систем линейных уравнений
- C) Расчёта вероятностей
- D) Построения регрессионных моделей

14. Для прогнозирования вероятного объёма запасов месторождения наиболее полезен раздел:

- A) Теория вероятностей
- B) Линейная алгебра
- C) Дифференциальные уравнения
- D) Аналитическая геометрия

15. Если при обработке данных геологоразведки выявлена сильная корреляция между глубиной пласта и давлением, это означает:

- A) Глубина напрямую влияет на давление
- B) Давление вызывает увеличение глубины
- C) Существует третья скрытая переменная
- D) Зависимость случайна

16. Оптимизация размещения кустовых скважин на месторождении требует методов:

- A) Теории графов
- B) Линейного программирования
- C) Интегрального исчисления
- D) Теории рядов

17. Статистический анализ данных по обводнённости скважин помогает:

- A) Предсказать сроки выхода воды в добычу
- B) Рассчитать прочность трубопровода
- C) Определить химический состав нефти
- D) Измерить температуру пласта

18. Моделирование процесса заводнения пласта основано на:

- A) Законах сохранения массы и уравнениях фильтрации
- B) Теории вероятностей
- C) Методах линейной алгебры
- D) Аппроксимации тригонометрическими рядами

19. Для анализа колебаний давления в нефтепроводе при гидроударе применяют:

- A) Дифференциальные уравнения в частных производных
- B) Теорию матриц
- C) Метод наименьших квадратов
- D) Геометрическое моделирование

20. Выбор между бурением вертикальной или горизонтальной скважины может быть обоснован с помощью:

- A) Критериев оптимизации и экономических моделей

- В) Статистической проверки гипотез
- С) Интегрирования сложных функций
- Д) Построения графиков в полярных координатах

7.4 Примерные темы рефератов

1. Применение матриц и определителей в расчетах нефтегазовых месторождений.
2. Системы линейных уравнений в задачах баланса добычи и транспортировки углеводородов.
3. Векторный анализ в моделировании траекторий бурения скважин.
4. Геометрические методы оценки формы и объема нефтяных резервуаров.
5. Применение метода наименьших квадратов для обработки данных геологоразведки.
6. Производная и ее применение в расчетах скорости изменения дебита скважин.
7. Интегральное исчисление в определении объемов нефтегазовых пластов.
8. Исследование функций для оптимизации технологических процессов добычи.
9. Численные методы интегрирования в расчетах запасов месторождений.
10. Приложения дифференциального исчисления в гидродинамике пласта.
11. Обыкновенные дифференциальные уравнения в моделировании фильтрации флюидов.
12. Уравнение теплопроводности в задачах термодинамики скважин.
13. Применение уравнений в частных производных в гидродинамике нефтяных пластов.
14. Численные методы решения дифференциальных уравнений в нефтегазовой инженерии.
15. Моделирование динамики давления в трубопроводах с помощью дифференциальных уравнений.
16. Вероятностные методы оценки рисков при разведке месторождений.
17. Статистический анализ данных геофизических исследований скважин.
18. Корреляционный и регрессионный анализ в прогнозировании дебита скважин.
19. Применение теории надежности в оценке работы нефтегазового оборудования.
20. Методы Монте-Карло в моделировании запасов углеводородов.
21. Численные методы решения систем линейных уравнений в нефтегазовых расчетах.
22. Метод конечных разностей в моделировании процессов фильтрации.

23. Применение метода конечных элементов в механике горных пород.
24. Компьютерное моделирование разработки месторождений с использованием численных методов.
25. Оптимизация алгоритмов обработки данных сейсморазведки.
26. Линейное программирование в планировании добычи нефти и газа.
27. Оптимизация маршрутов транспортировки углеводородов.
28. Динамическое программирование в управлении разработкой месторождений.
29. Применение теории игр в стратегиях освоения нефтегазовых ресурсов.
30. Методы оптимизации в проектировании систем поддержания пластового давления.
31. Градиентные методы в моделировании полей давления в пластах.
32. Применение формулы Остроградского-Гаусса в расчетах потоков флюидов.
33. Векторный анализ в задачах механики сплошных сред.
34. Моделирование тепловых полей в нефтяных скважинах.
35. Ротор и дивергенция в гидродинамических расчетах.
36. Функции Бесселя в решении задач теплопередачи в цилиндрических скважинах.
37. Применение преобразования Лапласа в анализе динамических процессов.
38. Интегральные уравнения в задачах фильтрации нефти и газа.
39. Ряды Фурье в обработке сигналов сейсморазведки.
40. Специальные функции в моделировании нестационарных процессов.
41. Математические модели фильтрации нефти в пористых средах.
42. Моделирование процесса заводнения нефтяных пластов.
43. Математические методы прогнозирования обводненности скважин.
44. Моделирование тепловых процессов в трубопроводах.
45. Применение математических моделей в управлении разработкой месторождений.
46. Анализ данных гидродинамического моделирования месторождений.
47. Математические методы в интерпретации данных каротажа скважин.
48. Расчет оптимального числа скважин на месторождении.
49. Применение математических методов в оценке экономической эффективности разработки.
50. Современные программные средства для математического моделирования в нефтегазовой отрасли.

7.5 Примерный комплект практических заданий

Задача 1. Анализ функции добычи нефти в зависимости от времени

В рамках оценки эффективности добычи нефти на месторождении предполагается использовать функцию $Q(t)$, где Q — объем добытой нефти (в тысячах баррелей), а t — время (в месяцах). Пусть функция задана формулой:

$$Q(t)=50\ln(t+1)-5t$$

для $t \geq 0$.

Вам необходимо определить, в какой момент времени добыча достигает своего максимума. Для этого нужно найти производную функции $Q(t)$, исследовать её знак и определить точку максимума. После этого следует вычислить объем нефти, добытой к моменту достижения максимума, и интерпретировать полученные результаты с точки зрения планирования добычных работ.

Обратите внимание, что при $t = 0$ объем добычи равен нулю. В процессе анализа необходимо учесть особенности функции и её поведение на интервале $[0, \infty)$. Также важно проверить, существует ли глобальный максимум функции и как он связан с технологическими возможностями.

Результатом работы должно стать определение оптимального времени для максимальной добычи нефти и оценка объема нефти, которую можно получить за этот период. Эти данные важны для планирования ресурсов и экономической оценки проекта.

Задача 2. Расчет объема газа по данным о его концентрации

В процессе разработки месторождения газовая концентрация в пластовых водах моделируется функцией $C(x,y,z)$, которая зависит от координат в пространстве. Пусть в заданной области V , ограниченной поверхностями $z=0$, $z=H$, и границами по горизонтали $x=0$, $x=a$, $y=0$, $y=b$, концентрация газа задается формулой:

$$C(x,y,z)=C_0e^{-\alpha z}$$

где C_0 — начальная концентрация на поверхности, а $\alpha > 0$ — коэффициент снижения концентрации с глубиной.

Вам необходимо вычислить общий объем газа в данной области. Для этого потребуется найти интеграл по объему:

$$V_{\text{gas}} = \iiint_V C(x,y,z) dx dy dz$$

учитывая заданные границы. В процессе решения нужно определить интеграл по переменным, учесть симметрию и свойства экспоненциальной функции.

Результатом работы должно стать выражение для общего объема газа в виде функции параметров задачи. Также важно провести численное приближение для конкретных значений параметров: $C_0=100\text{мг/л}$, $a=1000\text{м}$, $b=500\text{м}$, $H=200\text{м}$, и $\alpha=0.005\text{м}^{-1}$. Эти данные позволяют оценить запасы газа в данном участке месторождения.

Задача 3. Оптимизация параметров технологического процесса с помощью дифференциальных уравнений

При моделировании процесса нагрева пластовой воды для повышения добычи нефти используется дифференциальное уравнение:

$$dt dT = -k(T - T_{\text{окр}}) + P(t)$$

где T — температура воды ($^{\circ}\text{C}$), t — время (часы), $T_{\text{окр}}=10^{\circ}\text{C}$ — температура окружающей среды, k — коэффициент теплообмена, а $P(t)$ — мощность нагрева (кВт).

Задача состоит в том, чтобы определить функцию $P(t)$, которая обеспечит достижение температуры T не ниже заданного уровня $T_{\text{ц}}=80^{\circ}\text{C}$ за минимальное время t . При этом мощность нагрева должна быть минимальной для экономии ресурсов.

Для решения необходимо проанализировать дифференциальное уравнение с начальными условиями: при $t=0$ температура равна окружающей среде ($T(0)=T_{\text{окр}}$). Требуется найти такую функцию $P(t)$, которая удовлетворяет условию достижения целевой температуры за минимальное время, а также обеспечить устойчивость процесса.

Результатом работы является оптимальный график мощности $P(t)$ и расчет времени достижения температуры $T \geq T_{\text{ц}}$. Эти данные позволяют повысить эффективность технологического процесса и снизить энергозатраты при подготовке оборудования к эксплуатации.

Задача 4. Расчет площади поверхности скважины с помощью интегралов

Для определения теплотерь через стенки скважины необходимо вычислить площадь поверхности цилиндрической части скважины длиной L и радиусом r . Площадь боковой поверхности цилиндра определяется формулой:

$$S=2\pi rL.$$

Однако в случае сложных геологических условий поверхность может иметь неровности или выступы, задаваемые функцией радиуса $r(z)$. Пусть радиус меняется по высоте z следующим образом:

$$r(z)=r_0+h(z), \text{ где функция } h(z) \text{ задается как } h(z)=A\sin(\omega z).$$

Вам нужно выразить площадь поверхности скважины через интеграл по переменной z на интервале $[0,L]$, учитывая изменение радиуса. Для этого потребуется найти интеграл вида:

$$S=\int_0^L 2\pi r(z)^2 + (r'(z))^2 dz.$$

При этом необходимо подставить выражения для $r(z)$ и $r'(z)$. В результате следует получить аналитическую формулу для площади поверхности с учетом неровностей стенок скважины.

Далее провести численное приближение площади при конкретных значениях параметров: $r_0=0.1\text{м}$, $A=0.02\text{м}$, $\omega=2\pi/5\text{м}^{-1}$, $L=100\text{м}$. Полученные данные важны для оценки теплотерь и проектирования систем теплоизоляции скважин.

Задача 5. Решение дифференциального уравнения фильтрации

Модель фильтрации жидкости в пористой среде описывается уравнением диффузии-напора:

$$\partial_t \partial p = D \nabla^2 p - v \nabla p + S(x,y,z,t),$$

где p — давление (Па), D — коэффициент диффузии, v — скорость переноса (вектор), S — источник давления.

Для упрощения предположим однородную среду без источников ($S=0$) и одномерное распространение давления вдоль оси x :

$$\partial_t \partial p = D \partial^2 x^2 p - v x \partial x \partial p.$$

Начальные условия предполагают равномерное давление p_0 во всей области при $t=0$, а граничные условия — фиксированное давление на концах трубы длиной L .

Задача состоит в нахождении решения этого уравнения методом разделения переменных или преобразования Лапласа с учетом начальных

условий. Необходимо определить профиль давления $p(x,t)$ во времени и пространстве, а также оценить время достижения равновесного состояния.

Результаты позволяют моделировать процессы давления при закачке или откачке жидкости из пласта, что важно для планирования операций по добыче нефти или газа с учетом гидродинамических характеристик месторождения.

Задача 6. Построение ряда Фурье для анализа сигналов из скважин

В системе мониторинга состояния скважин регистрируются сигналы вибрации или давления во временной области. Для анализа частотных характеристик этих сигналов используют разложение по рядам Фурье:

$$f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(n\omega_0 t) + b_n \sin(n\omega_0 t)],$$

где период сигнала равен T , а частота основного компонента — $f_0 = 1/T$.

Вам необходимо выполнить разложение экспериментальных данных сигнала за интервал времени $[0, T]$, определить коэффициенты ряда Фурье до определенного порядка N (например, $N=10$). Для этого потребуется вычислить интегралы для коэффициентов:

$$a_n = T \int_0^T f(t) \cos(n\omega_0 t) dt, b_n = T \int_0^T f(t) \sin(n\omega_0 t) dt.$$

После получения коэффициентов построить аппроксимацию сигнала и проанализировать его спектральные компоненты. Это поможет выявить доминирующие частоты вибраций или давления, что важно для диагностики технического состояния оборудования.

Результаты анализа позволяют своевременно обнаруживать неисправности или изменения в работе скважинных систем на основе их частотных характеристик. Также это способствует разработке методов автоматического мониторинга состояния оборудования с использованием цифровых технологий обработки сигналов.

7.6 Примерный список вопросов, включенных в экзаменационные билеты

1. Что такое предел функции и как он определяется?
2. Объясните понятие непрерывности функции в точке.
3. Какие существуют виды производных и как они интерпретируются?
4. Как найти производную функции методом дифференцирования суммы, произведения и частного?
5. Что такое дифференциал функции и как он используется?
6. Объясните понятие экстремума функции и методы его нахождения.
7. Что такое условие оптимальности при решении задач оптимизации?
8. Как решать задачу нахождения экстремума функции нескольких переменных с ограничениями (метод Лагранжа)?

9. Что такое частные производные и как их вычислять?
10. Объясните понятия градиента и его геометрическая интерпретация.
11. Что такое дифференциальная форма и как она связана с градиентом?
12. Как определить локальный и глобальный экстремум функции нескольких переменных?
13. Что такое кривизна поверхности и как она связана с вторыми производными?
14. Объясните понятие матрицы Гессе и её роль в анализе функций нескольких переменных.
15. Какие методы используются для определения типа стационарных точек (минимум, максимум, седловая точка)?
16. Что такое ряд Тейлора для функций нескольких переменных?
17. Как строится многочлен Тейлора в окрестности точки для функции двух переменных?
18. Объясните понятие интеграла по кривой и по поверхности.
19. Чем отличается определённый интеграл от неопределённого?
20. Как вычислять двойной интеграл по области в плоскости?
21. Что такое изменение порядка интегрирования при двойных интегралах?
22. Объясните метод преобразования интеграла при помощи замены переменных.
23. Какие существуют методы вычисления тройных интегралов?
24. Что такое линейный оператор и его характеристические свойства?
25. Объясните понятия собственных значений и собственных векторов матрицы.
26. Как решать систему линейных уравнений методом Гаусса?
27. Что такое определитель матрицы и как он используется при решении систем уравнений?
28. Объясните понятие матрицы Якоби и её применение.
29. Какие виды дифференциальных уравнений бывают?
30. Как решать простые дифференциальные уравнения первого порядка (например, уравнение разделения переменных)?
31. Что такое линейное дифференциальное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами?
32. Как находить общее решение однородного линейного дифференциального уравнения второго порядка?
33. Что такое характеристическое уравнение при решении дифференциальных уравнений второго порядка?
34. Объясните метод вариации произвольной постоянной для решения неоднородных дифференциальных уравнений.
35. Какие методы используются для решения систем линейных дифференциальных уравнений?
36. Что такое преобразование Лапласа и как оно применяется к решению дифференциальных уравнений?
37. Объясните понятие функции нескольких переменных в контексте нефтегазового дела.
38. Какие математические модели используют для описания потоков нефти и газа в пластах?
39. Как применяются методы высшей математики при моделировании процессов добычи нефти и газа?
40. В чем заключается роль математического анализа при оптимизации технологических процессов в нефтегазовой промышленности?
41. Какие задачи оптимизации встречаются при проектировании нефтяных месторождений?
42. Объясните применение методов интегрирования при анализе геологических данных.
43. Какие особенности моделирования многомерных процессов в нефтегазовой сфере требуют использования высшей математики?

44. В чем заключается важность численных методов при решении сложных математических задач в нефтегазовом деле?
45. Какие современные программные средства используют для решения задач высшей математики в нефтегазовой отрасли?
46. Объясните принцип метода конечных разностей для численного решения дифференциальных уравнений.
47. В чем заключается отличие между аналитическими и численными методами решения математических задач в нефтегазовом деле?
48. Как применяется теория вероятностей и статистика в оценке запасов нефти и газа?
49. Какие задачи моделирования связаны с гидродинамическими процессами в пластах нефти и газа?
50. Почему важно использовать математическое моделирование для оценки рисков при разработке месторождений?

8 Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1 Перечень учебной литературы

Наименование печатных и (или) электронных учебных изданий, методические издания, периодические издания по всем входящим в реализуемую образовательную программу учебным предметам, курсам, дисциплинам (модулям) в соответствии с рабочими программами дисциплин, модулей, практик		Количество экземпляров	Обеспеченность студентов учебной литературой (экземпляров на одного студента)
Электронные учебные издания, имеющиеся в электронном каталоге электронно-библиотечной системы	Бугров, Яков Степанович. Высшая математика в 3 т. Том 3. В 2 кн. Книга 2. Ряды. Функции комплексного переменного : учебник для вузов / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2026. - 219 с.	1	1
	Кашапова, Фарида Рашитовна. Высшая математика. Общая алгебра в задачах : учебник для вузов / Ф. Р. Кашапова, И. А. Кашапов, Т. Н. Фоменко. - 2-е изд., пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2026. - 128 с.	1	1
	Хорошилова, Елена Владимировна. Высшая математика. Лекции и семинары : учебник для вузов / Е. В. Хорошилова. - Москва : Юрайт, 2026. - 452 с.	1	1
	Дорофеева, Алла Владимировна. Высшая математика. Сборник задач : учебно-практическое пособие (отсутствует) / А. В. Дорофеева. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2026. - 177 с.	1	1
	Бугров, Яков Степанович. Высшая математика в 3 т. Т. 2. Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии : учебник для вузов / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2026. - 281 с.	1	1

8.2 Современные профессиональные базы данных, информационные справочные и электронно-библиотечные системы

№	Ссылка на информационный ресурс	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность
---	---------------------------------	--	-------------

Электронно-библиотечные системы			
1	https://dlib.eastview.com	База данных «Ивис»	Авторизованный доступ
2	https://urait.ru	Образовательная платформа Юрайт	Авторизованный доступ
3	http://www.iprbookshop.ru	ЭБС IPR SMART	Авторизованный доступ
4	http://znanium.com	ЭБС «Znanium»	Авторизованный доступ
5	https://e.lanbook.com	ЭБС «Лань»	Авторизованный доступ
6	https://lib.rucont.ru	ЭБС «Рукопт»	Авторизованный доступ
7	https://ldiss.rsl.ru	Электронная библиотека диссертаций РГБ	Авторизованный доступ
Информационные справочные системы			
8	http://www.consultant.ru/	СПС КонсультантПлюс	Авторизованный доступ
Профессиональные базы данных			
9	http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Авторизованный доступ

8.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе отечественного производства

Антивирус DrWeb;
Система ГАРАНТ;

8.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.4.1 Учебная аудитория лекционного типа

компьютер/ноутбук, проектор, экран, учебная мебель, учебная доска

8.4.2 Учебная аудитория для проведения практических занятий

учебная мебель, учебная доска

8.4.3 Учебная аудитория для самостоятельной работы

учебная мебель, компьютеры с выходом в интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде

8.4.4 Компьютерный класс

учебная мебель, учебная доска, компьютеры с доступом в Интернет

