

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский
университет имени Н.И. Пирогова»**

**Министерства здравоохранения Российской Федерации
ФГАОУ ВО РНИМУ им Н.И.Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)**

Институт биомедицины (МБФ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович

Доктор биологических наук,

Член-корреспондент

Российской академии наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б.1.О.47 Дополнительные вопросы высшей математики
для образовательной программы высшего образования - программы Специалитета
по направлению подготовки (специальности)
30.05.02 Медицинская биофизика
направленность (профиль)
Медицинская биофизика**

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.47 Дополнительные вопросы высшей математики (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы Специалитета по направлению подготовки (специальности) 30.05.02 Медицинская биофизика. Направленность (профиль) образовательной программы: Медицинская биофизика.

Форма обучения: очная

Составители:

№	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы	Подпись
1	Бойко Александр Яковлевич	кандидат физико- математических наук, доцент	доцент	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)	
2	Ширяев Олег Борисович	доктор физико- математических наук, профессор	заведующий кафедрой	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (протокол № _____ от «__» _____ 20__).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы	Подпись
1	Зарубина Татьяна Васильевна	доктор медицинских наук, профессор	заведующий кафедрой	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом института Институт биомедицины (МБФ) (протокол № _____ от «___» _____ 20___).

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Образовательный стандарт высшего образования ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации по уровню образования специалитет по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, утвержденный приказом от «29» мая 2020г. № 365 рук
2. Общая характеристика образовательной программы;
3. Учебный план образовательной программы;
4. Устав и локальные акты Университета.

© Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Цель.

Целью освоения дисциплины «высшая математика» является подготовка высокопрофессионального специалиста, владеющего математическими знаниями, умениями и навыками применять математику как инструмент логического анализа, численных расчетов и оценок, построения математических моделей физико-химического, биологического и медицинского содержания, обработки экспериментальных данных в своей профессиональной деятельности.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:

- Формирование навыков изучения научной литературы и использования справочной литературы при математической обработке данных.
- Изучение фундаментальных понятий, свойств, методов и применения основных разделов высшей математики - математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, векторного анализа, дифференциальных уравнений, уравнений в частных производных, рядов и интегралов Фурье.
- Приобретение студентами знаний о методах построения математических моделей и использования математики для изучения естественнонаучных дисциплин.
- Формирование базовых навыков применения математики для решения медико-биологических задач.
- Формирование у студентов навыков общения с коллективом

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Дополнительные вопросы высшей математики» изучается в 3 семестре (ах) и относится к обязательной части блока Б.1 дисциплины. Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины: Высшая математика.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Теория вероятности и математическая статистика; Биохимия; Медицинская биофизика; Физическая химия; Оптика, атомная физика; Математическая биология.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

Семестр 3

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
ОПК-1 Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественно-научные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	
ОПК-1.ИД3 Применяет фундаментальные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач	Знать: основные методы исследования функций; элементы векторного анализа, методы решения дифференциальных уравнений
	Уметь: Использовать методы математического анализа для описания и исследования состояний и процессов (функций) различных систем, а именно: аппарат дифференциального и интегрального исчисления, рядов, векторного анализа и дифференциальных уравнений.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): методами исследования функций, выявлением особенностей их свойств, методами вычисления характеристик скалярных и векторных полей, методами составления и решения дифференциальных уравнений в задачах математического моделирования
ОПК-1.ИД4 Применяет прикладные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач	Знать: основные методы исследования функций; методы аналитической геометрии и линейной алгебры, элементы векторного анализа, методы решения дифференциальных уравнений
	Уметь: Использовать методы математического анализа для описания и исследования состояний и процессов (функций) различных систем, а именно: аппарат дифференциального и интегрального исчисления, рядов, векторного анализа и дифференциальных уравнений.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): методами исследования функций, выявлением особенностей их свойств, методами вычисления характеристик скалярных и

	векторных полей, методами составления и решения дифференциальных уравнений
ОПК-6 Способен определять стратегию и проблематику исследований, выбирать оптимальные способы их решения, проводить системный анализ объектов исследования, отвечать за правильность и обоснованность выводов, внедрение полученных результатов в практическое здравоохранение	
ОПК-6.ИД1 Планирует научное исследование	Знать: основные законы физики, физические явления и закономерности, лежащие в основе процессов, протекающих в в организме человека; механизмы влияния физических факторов на организм человека
	Уметь: проводить математический анализ данных, полученных в ходе научного исследования; формулировать основные направления научного исследования
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Способен определять стратегию и проблематику исследований, выбирать оптимальные способы их решения, проводить системный анализ объектов исследования, отвечать за правильность и обоснованность выводов, внедрение полученных результатов в практическое здравоохранение
ОПК-6.ИД2 Анализирует результаты научного исследования.	Знать: основные законы физики, физические явления и закономерности, лежащие в основе процессов, протекающих в организме человека; механизмы влияния физических факторов на организм человека
	Уметь: проводить математический анализ данных, полученных в ходе научного исследования
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): проводить системный анализ объектов исследования, отвечать за правильность и обоснованность выводов, внедрение полученных результатов в практическое здравоохранение
ПК-3 Способен проводить научные исследования в области медицины и биологии	
ПК-3.ИД1 Собирает и обрабатывает научную и научно-техническую информацию, в результате чего формулирует	Знать: критерии проверки гипотез и построения математических моделей;
	Уметь: собирать и обрабатывать научную и научно-техническую информацию

проверяемые гипотезы в области медицины и биологии.	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): формирование гипотез в области медицины и биологии
ПК-7 Способен решать исследовательские задачи в рамках реализации научного проекта как самостоятельно, так и под руководством более квалифицированного работника	
ПК-7.ИД1 Собирает и обрабатывает научную и научно-техническую информацию в рамках реализации научного проекта под руководством более квалифицированного работника.	Знать: основы математического анализа, теории вероятностей и математической статистики
	Уметь: формулировать на математическом языке задачи среднего уровня сложности, поставленные в нематематических терминах, и использовать преимущества этой переформулировки для их решения
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): обладать способностью к применению знаний на практике, в том числе умением составлять математические модели типовых профессиональных задач и находить способы их решений, интерпретировать профессиональный (физический) смысл полученного математического результата
ПК-7.ИД2 Проводит исследования, наблюдения, эксперименты в рамках в рамках реализации научного проекта под руководством более квалифицированного работника	Знать: основы математического анализа, теории вероятностей и математической статистики
	Уметь: формулировать на математическом языке задачи среднего уровня сложности, поставленные в нематематических терминах, и использовать преимущества этой переформулировки для их решения
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): обладать способностью к применению знаний на практике, в том числе умением составлять математические модели типовых профессиональных задач и находить способы их решений, интерпретировать профессиональный (физический) смысл полученного математического результата

2.Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации		Всего часов	Распределение часов по семестрам
			3
Учебные занятия			
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:		55	55
Лекционное занятие (ЛЗ)		16	16
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		36	36
Коллоквиум (К)		3	3
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		38	38
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		30	30
Иные виды самостоятельной работы (в т.ч. выполнение практических задания проектного, творческого и др. типов)		8	8
Промежуточная аттестация (КРПА), в т.ч.:		3	3
Зачет (З)		3	3
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КР+СРО+КРПА+СРПА	96	96
	в зачетных единицах: ОТД (в часах)/32	3.00	3.00

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

3 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Элементы теории функций комплексного переменного. Краевые задачи для дифференциальных уравнений (обыкновенных и в частных производных)			
1	ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-6.ИД1, ОПК-6.ИД2, ПК-3.ИД1, ПК-7.ИД1, ПК-7.ИД2	Тема 1. Элементы теории функций комплексного переменного.	Функции комплексного переменного. Основные понятия. Основные элементарные функции комплексного переменного. Дифференцирование функции комплексного переменного. Интегрирование функций комплексного переменного. Теорема Коши. Интеграл Коши. Интегральные формулы Коши. Ряды в комплексной плоскости. Ряд Тейлора и ряд Лорана. Нули аналитической функции. Классификация особых точек. Вычеты.
2	ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-6.ИД1, ОПК-6.ИД2, ПК-3.ИД1, ПК-7.ИД1, ПК-7.ИД2	Тема 2. Краевые задачи для дифференциальных уравнений (обыкновенных и в частных производных)	Общие сведения о дифференциальных уравнениях с частными производными. Классификация линейных дифференциальных уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными. Уравнение колебаний струны (волновое уравнение). Уравнение распространения тепла в стержне. Приложение преобразования Фурье к решению волнового уравнения и уравнения теплопроводности. Решение задачи о свободных колебаниях однородной струны, закреплённой на концах (метод Фурье). Решение однородного и неоднородного уравнения теплопроводности. Демонстрация применения метода Фурье для решения уравнений эллиптического типа на примере решение задачи Дирихле для круга.
Раздел 2. Операционное исчисление. Об устойчивости задачи Коши для обыкновенных			

дифференциальных уравнений. Примеры применения дифференциальных уравнений в задачах физики, химии, биологии, медицины.			
1	ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-6.ИД1, ОПК-6.ИД2, ПК-3.ИД1, ПК-7.ИД1, ПК-7.ИД2	Тема 1. Операционное исчисление.	Операционное исчисление. Начальная функция и её изображение. Свойство линейности изображения. Теорема смещения. Изображения некоторых функций. Изображение производных. Дифференцирование изображения. Свёртка функций и формула Дюамеля. Применение операционного исчисления к решению обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем. Функции с запаздыванием, периодические функции. Дельта-функция.
2	ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-6.ИД1, ОПК-6.ИД2, ПК-3.ИД1, ПК-7.ИД1, ПК-7.ИД2	Тема 2. Об устойчивости задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.	Устойчивость обыкновенных дифференциальных уравнений по Ляпунову. Решение автономных систем. Частный случай: система двух ДУ. Типы точек покоя. Критерий Гурвица. Метод функций Ляпунова. Примеры исследования на устойчивость. Устойчивость по первому (линейному) приближению.
3	ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-6.ИД1, ОПК-6.ИД2, ПК-3.ИД1, ПК-7.ИД1, ПК-7.ИД2	Тема 3. Примеры применения дифференциальных уравнений в задачах физики, химии, биологии, медицины	Примеры применения дифференциальных уравнений в задачах физики: задачи теории колебаний. Примеры применения дифференциальных уравнений в задачах химии: колебательные химические реакции; реакция Белоусова-Жаботинского; брюселлятор. Рассмотрение некоторых математических моделей в биологии и иммунологии.

3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

Разделы и темы дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрены.

4. Тематический план дисциплины.

4.1. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем.

№ п /п	Виды учебных занятий / форма промеж. аттестации	Период обучения (семестр) Порядковые номера и наименование разделов. Порядковые номера и наименование тем разделов. Темы учебных занятий.	Количество часов контактной работы	Виды контроля успеваемости	Формы контроля успеваемости и промежуточной аттестации	
					КП	ОП
1	2	3	4	5	6	7
3 семестр						
Раздел 1. Элементы теории функций комплексного переменного. Краевые задачи для дифференциальных уравнений (обыкновенных и в частных производных)						
Тема 1. Элементы теории функций комплексного переменного.						
1	ЛЗ	Функции комплексного переменного. Основные понятия. Основные элементарные функции комплексного переменного: показательная, логарифмическая, степенная, тригонометрические, гиперболические, обратные тригонометрические и гиперболические функции.	2	Д	1	
2	ЛПЗ	Дифференцирование функции комплексного переменного. Условия Эйлера-Даламбера (Коши-Римана). Аналитические функции. Дифференциал. Геометрический смысл производной функции комплексного переменного. Интегрирование функций комплексного переменного. Теорема К	3	Т	1	1
3	ЛПЗ	Решение задачи о	3	Т	1	1

Тема 1. Операционное исчисление.

1	ЛЗ	Операционное исчисление. Начальная функция и её изображение. Свойство линейности изображения. Теорема смещения. Изображения некоторых частных функций. Изображение производных.	2	Д	1	
2	ЛПЗ	Применение операционного исчисления к решению обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем.	3	Т	1	1
3	ЛПЗ	Формулы свертки и формулы Дюамеля. Применение их к нахождению оригиналов функций и к решению дифференциальных уравнений.	3	Т	1	1
4	ЛЗ	Преобразование Лапласа как частный случай преобразования Фурье. Примеры нахождения образов по заданным начальным функциям и наоборот, нахождения начальных функций по заданным образам: с помощью таблиц, формул свертки, с помощью теоремы о вычетах.	2	Д	1	
5	ЛПЗ	Функции с запаздыванием. Правые части кусочно-аналитического вида. Примеры. Решение дифференциальных уравнений с правыми частями кусочно-аналитического вида.	3	Т	1	1
6	ЛЗ	Применение операционного	2	Д	1	

		исчисления к решению линейных уравнений с переменными коэффициентами, уравнений с запаздывающим аргументом, уравнениям в частных производных.				
Тема 2. Об устойчивости задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.						
1	ЛПЗ	Устойчивость обыкновенных дифференциальных уравнений по Ляпунову. Решение автономных систем. Частный случай: система двух ДУ. Типы точек покоя.	3	Т	1	1
2	ЛЗ	Критерий Гурвица. Метод функций Ляпунова. Примеры исследования на устойчивость. Устойчивость по первому (линейному) приближению.	2	Д	1	
Тема 3. Примеры применения дифференциальных уравнений в задачах физики, химии, биологии, медицины						
1	ЛПЗ	Примеры применения дифференциальных уравнений в задачах физики: задачи теории колебаний.	3	Т	1	1
2	ЛПЗ	Примеры применения дифференциальных уравнений в задачах химии: колебательные химические реакции; реакция Белоусова- Жаботинского; брюсселятор.	3	Т	1	1
3	ЛЗ	Рассмотрение некоторых математических моделей в биологии: построение фазового и кинетического портретов линейной системы; исследование нелинейных систем второго порядка,	2	Д	1	

		модель Лотки, модель Вольтерры.				
4	ЛПЗ	Рассмотрение некоторых математических моделей в биологии: мультистационарные системы; триггер; конкуренция.	3	Т	1	1
5	ЛПЗ	Рассмотрение некоторых математических моделей в биологии: симбиоз; отбор одного из двух равноправных видов; генетический триггер Жакоба и Моно.	3	Т	1	1
6	ЛЗ	Рассмотрение некоторых математических моделей в иммунологии.	2	Д	1	
7	К	коллоквиум	3	Р	1	1

Текущий контроль успеваемости обучающегося в семестре осуществляется в формах, предусмотренных тематическим планом настоящей рабочей программы дисциплины.

Формы проведения контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся /виды работы обучающихся

№ п/п	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ)	Виды работы обучающихся (ВРО)
1	Контроль присутствия (КП)	Присутствие
2	Опрос письменный (ОП)	Выполнение задания в письменной форме

4.2. Формы проведения промежуточной аттестации

3 семестр

- 1) Форма промежуточной аттестации - Зачет
- 2) Форма организации промежуточной аттестации -Контроль присутствия, Опрос письменный

5. Структура рейтинга по дисциплине

5.1. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы.

Рейтинг по дисциплине рассчитывается по результатам текущей успеваемости обучающегося. Тип контроля по всем формам контроля дифференцированный, выставляются оценки по шкале: "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично". Исходя из соотношения и количества контролей, рассчитываются рейтинговые баллы, соответствующие системе дифференцированного контроля.

3 семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам ***				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Опрос письменный	ОП	12	300	В	Т	25	17	9
Коллоквиум	К	Опрос письменный	ОП	1	700	В	Р	700	467	234
Сумма баллов за семестр					1000					

5.2. Критерии, показатели и порядок промежуточной аттестации обучающихся с использованием балльно-рейтинговой системы. Порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине (модулю) в форме зачёта

По итогам расчета рейтинга по дисциплине в 3 семестре, обучающийся может быть аттестован по дисциплине без посещения процедуры зачёта, при условии:

Оценка	Рейтинговый балл
Зачтено	600

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

3 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

Алгебраическая и тригонометрическая форма записи комплексного числа. Формула Эйлера

Скалярное и векторное произведение векторов.

Общее уравнение плоскости, уравнение плоскости, проходящей через заданную точку, перпендикулярно заданному вектору, уравнение плоскости в отрезках и нормальное уравнение.

Общее, параметрическое и каноническое уравнение прямой

Матрицы и действия над ними. Определители второго и третьего порядка.

Функции нескольких переменных. Область определения. Предел. Непрерывность. Частная производная. Геометрический смысл частных производных. Полное приращение функции, дифференцируемость, полный дифференциал. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Приближенные вычисления с помощью полного дифференциала.

Производная сложной функции. Формула Эйлера. Частные производные высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных.

Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора для функций нескольких переменных.

Локальный экстремум функции нескольких переменных. Необходимые и достаточные условия существования локального экстремума.

Производная по направлению. Направляющие косинусы. Градиент. Связь градиента с производной по направлению. Параметрическое и векторное задание кривой. Построение вектора, касательного к кривой и вектора нормали к поверхности. Свойства градиента.

Понятие скалярного и векторного полей. Поверхность уровня. Примеры полей физико-химического содержания.

Определение криволинейной системы координат. Прикладное значение криволинейных систем

координат. Цилиндрическая и сферическая системы координат.

Два способа определения единичных базисных векторов в криволинейной системе координат.

Коэффициенты Ламэ и дифференциальные параметры первого порядка; связь между ними в

ортогональной криволинейной системе координат.

Выражение для градиента в ортогональной криволинейной системе координат.

Построение базисных векторов в цилиндрической и сферической системах координат.

Выражение для градиента в цилиндрической и сферической системах координат. Использование

полученных результатов для нахождения потенциала и напряженности поля, создаваемого

электрическим диполем.

Разложение вектора скорости по базисным векторам криволинейной системы координат.

Составляющие вектора скорости в цилиндрической и сферической системах координат.

Составляющие вектора ускорения в цилиндрической системе координат и вид уравнений второго

закона Ньютона в этой системе координат.

Элементы длины, площади и объема в криволинейной ортогональной системе координат.

Использование перечисленных элементов для записи соответствующих интегралов в приклад-

ных задачах.

Дифференциальное выражение для дивергенции векторного поля в ортогональной криволинейной системе координат и, как следствие, в цилиндрической и сферической системах координат. Примеры использования в прикладных задачах.

Дифференциальный оператор второго порядка – оператор Лапласа (лапласиан) в декартовой системе координат. Примеры уравнений математической физики, содержащие лапласиан.

Инвариантное определение этого понятия и вид оператора Лапласа в ортогональной криволинейной системе координат.

Вид оператора Лапласа в цилиндрической и сферической системах координат.

Уравнения Лапласа и Пуассона в электростатике.

Криволинейный интеграл первого типа. Определение и примеры использования этого понятия.

Достаточные условия существования интеграла. Пример вычисления криволинейного интеграла первого типа.

Техника вычисления криволинейного интеграла первого типа – вычисляется сведением к определенному интегралу Римана по определенному алгоритму.

Криволинейный интеграл второго типа. Определение и примеры использования этого понятия.

Достаточные условия существования интеграла. Пример вычисления криволинейного интеграла второго типа.

Приложения в разделах механики, электродинамики, термодинамики.

Техника вычисления криволинейного интеграла второго типа – вычисляется сведением к определенному интегралу Римана по определенному алгоритму.

Определения поверхностных интегралов первого и второго типов и их приложения. (Техника их

вычисления рассматривается в лекции № 15). Рассмотрение интегральной формулировки электростатики – электростатическая теорема Гаусса – использует понятие поверхностного интеграла второго типа.

Инвариантное определение дивергенции векторного поля. Физический смысл дивергенции на

примерах конкретных задач.

Линии и поверхности в пространстве и на плоскости. Метод сечений.

Кратные интегралы. Двойные интегралы. Условия существования двойного интеграла. Свойства двойного интеграла. Вычисление двойного интеграла – сведение двойного интеграла к повторному. Объемные интегралы.

Замена переменных в двойном тройном интегралах. Якобиан преобразования.

Вывод формулы вычисления площади элемента поверхности, заданной в параметрическом виде.

Вычисление поверхностного интеграла первого типа сведением последнего к двойному интегралу. Пример вычисления поверхностного интеграла первого типа.

Вывод формулы нормали к поверхности.

Вычисление поверхностного интеграла второго типа сведением последнего к двойному интегралу. Примеры вычислений поверхностных интегралов.

Определение ротора (вихря) векторного поля как вектора, не связанного с конкретным выбором системы координат.

Дифференциальные выражения для составляющих ротора в произвольной ортогональной криволинейной системе координат.

Теорема Стокса - утверждение, устанавливающее связь между криволинейным интегралом по замкнутому контуру интегрирования и поверхностным интегралом второго типа по поверхности, ограниченной контуром интегрирования.

Две сопряженные задачи:

первая – найти условия, при которых криволинейный интеграл второго типа не зависит от формы

кривой, соединяющей две заданные точки;

вторая - найти условия, при которых дифференциальная форма (в частности, стоящая под знаком интеграла второго типа), есть полный дифференциал некоторой функции.

Формулируется теорема (1) об эквивалентности этих задач и теорема (2), в которой формулируются искомые условия.

Нахождение первообразной полного дифференциала в виде криволинейного интеграла второго типа.

Применение теоремы (2) занятия №14 при обсуждении первого начала термодинамики и использование теорем (1) и (2) для различных эквивалентных математических формулировок

второго начала термодинамики для квазистатических процессов.

Доказательство принципиально важных положений: количество передаваемого тепла, как и работа, производимая системой над внешними телами (фигурирующие в первом начале термодинамики), вообще говоря не являются функциями состояния (док-во основано на теореме (2)), соответственно элементы количество передаваемого тепла и работы не являются полными

дифференциалами.

Основное уравнение термодинамики для квазистатических процессов

Однородные функции и вид дифференциалов объемных плотностей термодинамических потенциалов.

Объемная плотность внутренней энергии и свободной энергии изотропного диэлектрика в электрическом поле.

Теорема Гаусса-Остроградского. Нарушение условий справедливости теоремы

Гаусса-Остроградского на границах сред с разными диэлектрическими постоянными.

Дифференциальная форма записи уравнений электростатики в объемной фазе и граничных

условий на поверхностях раздела объемных фаз как следствие электростатической теоремы Гаусса и математической теоремы Гаусса-Остроградского.

Дифференциальные уравнения. Постановка задач: начальные и краевые условия.

Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Алгоритм построения фундаментальной системы частных решений и общее решение однородного и неоднородного уравнений. Неоднородные уравнения со специальной правой частью. Метод комплексных амплитуд. Метод импульсной функции отыскания частного решения неоднородного уравнения.

Система двух линейных дифференциальных уравнений первого порядка с постоянными коэффициентами.

Дополнительный материал при наличии резерва времени:

Примеры уравнений в частных производных. Пример вывода уравнения в частных производных.

Метод Фурье (разделения переменных) решения уравнения в частных производных. Краевая задача – задача Штурма-Лиувилля. Пример ряда Фурье.

Потенциал и напряженность электрического поля, создаваемого заряженной сферической везикулой в бинарном электролите – нелинейное уравнение Пуассона-Больцмана.

Решение линеаризованного уравнения в сферической системе координат. Длина экранирования Дэбая. Физический смысл длины Дэбая и зависимость длины от концентрации.

Электродинамика: основные уравнения Максвелла.

Цель – исходя из интегральной формулировки основных уравнений Максвелла, использующих понятия криволинейный и поверхностный интегралы, перейти к дифференциальной формулировке уравнений Максвелла, продемонстрировав приложение

теоремы Гаусса-Остроградского и теоремы Стокса, а также введенных дифференциальных операторов в одном из важнейших разделов физики.

7. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Для подготовки к занятиям лекционного типа обучающийся должен

Проработка теоретического материала учебной дисциплины;

Решение практических задач

Подготовка к текущему контролю

Для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа обучающийся должен

Проработка теоретического материала учебной дисциплины;

Решение практических задач

Подготовка к текущему контролю

Для подготовки к коллоквиуму обучающийся должен

Проработка теоретического материала учебной дисциплины;

Решение практических задач

Подготовка к текущему контролю

8. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

8.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п /п	Наименование, автор, год и место издания	Используется при изучении разделов	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурсов
1	2	3	4	5
1	Конспект лекций по высшей математике: [полный курс], Письменный Д. Т., 2021	Операционное исчисление. Об устойчивости задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Примеры применения дифференциальных уравнений в задачах физики, химии, биологии, медицины.	1	
2	Высшая математика в упражнениях и задачах: учебное пособие, Данко П. Е., Попов А. Г., Кожевникова Т. Я., 2005	Операционное исчисление. Об устойчивости задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Примеры применения дифференциальных уравнений в задачах физики, химии, биологии, медицины.	16	
3	Высшая математика: учебник для студентов высших учебных заведений, Шипачев В. С., 1998	Элементы теории функций комплексного переменного. Краевые задачи для дифференциальных уравнений (обыкновенных и в частных производных)	10	
4	Комплексные числа, комплексные векторы и их приложения: учебное пособие,	Элементы теории функций комплексного переменного. Краевые задачи для дифференциальных уравнений (обыкновенных и в частных производных)	0	https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=192354.pdf&show=dcatalogues/1/5818/192354.pdf&view=true

	Акимов В. Н., Коновалова И. Н., Корнеева Е. В., 2024			
5	Курс математического анализа: учебное пособие, Тер- Криков А. М., Шабунин М. И., 2000	Операционное исчисление. Об устойчивости задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Примеры применения дифференциальных уравнений в задачах физики, химии, биологии, медицины.	1	

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://www.edu.ru/> – библиотека федерального портала «Российское образование» (содержит каталог ссылок на интернет-ресурсы, электронные библиотеки по различным вопросам образования)
2. www.rsmu.ru – страница кафедры высшей математики

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при наличии)

1. Автоматизированный информационный комплекс «Цифровая административно-образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова»
2. Система управления обучением

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Университет располагает следующими видами помещений и оборудования для материально-технического обеспечения образовательной деятельности для реализации образовательной программы дисциплины (модуля):

№ п /п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети “Интернет”, Столы, Ноутбук, Экран для проектора, Доска интерактивная, Стулья, Доска маркерная, Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду, Шторы затемненные (для проектора)
2	Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Стулья, Столы
3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации	учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе

дисциплины и подлежит обновлению при необходимости). Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Приложение 1
к рабочей программе
дисциплины (модуля)

Сведения об изменениях в рабочей программе дисциплины (модуля)

для образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата/специалитета /магистратуры (оставить нужное) по направлению подготовки (специальности) (оставить нужное) _____ (код и наименование направления подготовки (специальности)) направленность (профиль) « _____ » на _____ учебный год.

Рабочая программа дисциплины с изменениями рассмотрена и одобрена на заседании кафедры _____ (Протокол № _____ от « ____ » _____ 20 ____).

Заведующий _____ кафедрой _____ (подпись)
_____ (Инициалы и фамилия)

Приложение 2
к рабочей программе
дисциплины (модуля)

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Контроль присутствия	Присутствие	КП
Опрос письменный	Опрос письменный	ОП

Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К
Зачет	Зачет	З

Виды контроля успеваемости

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д
Текущий тематический контроль	Тематический	Т
Текущий рубежный контроль	Рубежный	Р
Промежуточная аттестация	Промежуточная аттестация	ПА