

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.О.29 Уравнения математической физики

Учебный план: _____ ФГОС3++b010302БИ-1_23-14.plx

Кафедра: Высшей математики

Направление подготовки:
(специальность) 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки:
(специализация) Биоинформатика

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
5	УП	34	51	59	36	Экзамен
	РПД	34	51	59	36	
Итого	УП	34	51	59	36	
	РПД	34	51	59	36	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 9

Составитель (и):

Кандидат физ-мат. наук, доцент

Белая Н.Л.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой высшей математики

Иванов Б.Ф.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Яковлев В.П.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: закладка математического фундамента как средства изучения окружающего мира для успешного освоения дисциплин естественнонаучного и профессионального циклов.

1.2 Задачи дисциплины:

- привитие и развитие математического мышления,
- воспитание достаточно высокой математической культуры,
- освоение обучаемыми математических методов и основ математического моделирования.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Дифференциальные уравнения

Функциональный анализ

Комплексный анализ

Алгебра и геометрия

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности
Знать: базовые теоретические положения в области уравнений математической физики
Уметь: Уметь: - использовать базовые теоретические положения дисциплины «Уравнения математической физики» в профессиональной деятельности.
Владеть: навыками выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний в области уравнений математической физики
ОПК-3: Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности
Знать: математические модели математической физики, используемые для решения задач в области профессиональной деятельности.
Уметь: применять и модифицировать математические модели математической физики для решения задач в области профессиональной деятельности.
Владеть: навыками применения и модификации математических моделей математической физики для решения задач в области профессиональной деятельности

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Нестационарные задачи	5					РГР
Тема 1. Волновое уравнение. Начально-краевая задача для волнового уравнения. Формула Римана. Принцип Дюамеля. Область зависимости. Скорость распространения волны. Энергетическое неравенство. Метод Фурье.		6	10	10	ИЛ	
Тема 2. Уравнение теплопроводности. Начально-краевая задача для уравнения теплопроводности. Решение в полуплоскости. Принцип максимума. Метод Фурье. Гладкость решения. Принцип максимума.		6	8	10	ИЛ	
Раздел 2. Стационарные задачи						О
Тема 3. Краевые задачи для уравнений Лапласа и Пуассона. Формулы Грина. Гармонические функции и их свойства. Интегральное представление гармонической функции. Принцип максимума.		6	10	10	ИЛ	
Тема 4. Спектр краевой задачи. Самосопряженный оператор. Собственные числа и собственные функции: существование, свойства, асимптотика.		6	8	10	ИЛ	
Раздел 3. Метод конечных разностей					РГР,О	
Тема 5. Разностная схема. Метод Эйлера решения задачи Коши. Явные и неявные разностные схемы. Аппроксимация, устойчивость и сходимость.	6	8	10	ИЛ		
Тема 6. Метод сеток для уравнения Штурма-Лиувилля. Постановка краевой задачи. Метод прогонки. Аппроксимация, устойчивость и сходимость метода прогонки.	4	7	9	ИЛ		

Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	51	59		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		33,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		87,5		92,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-1	Демонстрирует знания базовых теоретических положений в области уравнений математической физики. Использует базовые теоретические положения дисциплины «Уравнения математической физики» в профессиональной деятельности. Обладает навыками выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний в области уравнений математической физики.	Вопросы устного собеседования. Практико-ориентированные задания.
ОПК-3	Обучен знаниям математических моделей математической физики, используемых для решения задач в области профессиональной деятельности. Применяет и модифицирует математические модели математической физики для решения задач в области профессиональной деятельности. Обладает навыками применения и модификации математических моделей математической физики для решения задач в области профессиональной деятельности	Вопросы устного собеседования. Практико-ориентированные задания

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основ теории уравнений математической физики, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основ теории уравнений математической физики, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать основные теоремы и определения, но при этом, допуская большое количество непринципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение, может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи.

	экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.	
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные теоремы и определения, плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 5	
1	Интегральное представление гармонической функции.
2	Гармонические функции и их свойства.
3	Формулы Грина для оператора Лапласа.
4	Асимптотика собственных чисел.
5	Собственные числа и собственные функции краевой задачи.
6	Самосопряженный оператор краевой задачи.
7	Объемный потенциал.
8	Сведение краевой задачи к интегральному уравнению
9	Потенциал двойного слоя.
10	Потенциал простого слоя.
11	Аппроксимация, устойчивость и сходимость.
12	Явные и неявные разностные схемы.
13	Метод Эйлера решения задачи Коши.
14	Метод Фурье решения начально-краевой задачи.
15	Принцип Дюамеля.
16	Энергетическое неравенство.
17	Начально-краевая задача для волнового уравнения.
18	Задача Коши для бесконечной струны. Формула Римана.
19	Волновое уравнение. Решения типа плоской волны.
20	Гладкость решения.
21	Метод Фурье решения начально-краевой задачи.
22	Принцип максимума для уравнения теплопроводности.
23	Начально-краевая задача для уравнения теплопроводности.
24	Решение задачи Коши в полуплоскости.
25	Тепловые потенциалы для уравнения теплопроводности
26	Краевая задача для уравнения Пуассона в круге.
27	Принцип максимума для гармонических функций.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы) находятся в приложении к данной РГД.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная Письменная Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Возможность пользоваться справочными таблицами;
- Время на подготовку ответа по билету 45

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Баданина, Л. А., Сванидзе, Н. В., Трескунов, А. Л., Якунина, Г. В.	Дополнительные главы математического анализа. Уравнения математической физики	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2017	http://www.iprbookshop.ru/80746.html
Щербакова, Ю. В., Миханьков, М. А.	Уравнения математической физики	Саратов: Научная книга	2019	http://www.iprbookshop.ru/81065.html
Осинцева, М. А.	Уравнения математической физики	Тюмень: Тюменский индустриальный университет	2019	http://www.iprbookshop.ru/101435.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Т.А. Забавникова, Н.Ю. Косовская, И.Ю. Малова	Линейная алгебра [Текст]: методические указания по выполнению расчетно-графической работы и индивидуальные задания для студентов очной формы обучения. I семестр	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafvysmat/7.pdf
О.Е. Куляхтина [и др.]	Уравнения математической физики [Текст]: методические указания для студентов вечернего и заочного отделений	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2014	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafvysmat/4.pdf

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/>
2. Электронная библиотека "IPRbooks". [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8
MicrosoftOfficeProfessional 2013
PTC Mathcad 15

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска

Приложение

рабочей программы дисциплины Уравнения математической физики
наименование дисциплины

по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика
 наименование ОП (профиля): Биоинформатика

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)
Семестр 5	
1	<p>$u(x, y)$ - гармоническая функция в круге $x^2 + y^2 < 1$, а на границе круга $u(x, y) = x$. Пусть $(x_0; y_0)$ некоторая точка внутри круга. Какое из следующих равенств невозможно?</p> <p>1) $u(x_0; y_0) = 0$ 2) $u(x_0; y_0) = 0,5$ 3) $u(x_0; y_0) = -0,5$ 4) $u(x_0; y_0) = 1,5$</p>
2	<p>$u_1(x, y), u_2(x, y)$ - решения уравнения $u_{xx} + u_{yy} = f$ в области Ω. Известно, что $u_1(x, y) _{\Gamma} \geq u_2(x, y) _{\Gamma}$, где Γ - граница Ω. Верно ли это неравенство внутри Ω?</p>
3	<p>$u_1(x, y), u_2(x, y)$ - решения уравнения $u_{xx} - u_{yy} = f(x, y)$ в области Ω. Известно, что, $u_1 \leq u_2$ на всей границе области Ω. Следует ли отсюда, что это неравенство верно и внутри Ω?</p>
4	<p>$u_{tt} - 4u_{xx} = 0, \quad t > 0, \quad -\infty < x < +\infty$</p> <p>$u(x, 0) \equiv 0, \quad u_t(x, 0) = \begin{cases} 1, & x \in (0; 2) \\ 0, & x \notin (0; 2) \end{cases}$ Вычислить $u(3, 1)$</p>
5	<p>Бесконечная струна имеет в начальный момент форму</p> <p>$u(x, 0) = \begin{cases} \sqrt{1 - x }, & x \leq 1 \\ 0, & x > 1 \end{cases}$. Начальная скорость равна нулю. Уравнение струны $u_{tt} - 2u_{xx} = 0$. Найти полную энергию струны при $t = 360$.</p>
6	<p>Чему равна скорость распространения плоской волны для уравнения $3u_{tt} - u_{xx} = 0$?</p> <p>1) 1 2) 3 3) 1/3 4) $1/\sqrt{3}$</p>
7	<p>Какому условию должны удовлетворять коэффициенты уравнения $Au_{tt} + 2Bu_{xt} + Cu_{xx} = 0$, чтобы оно имело решения типа плоской волны?</p>
8	<p>Два физических процесса описываются уравнениями</p> <p>1) $u_{tt} - u_{xx} = 0$ и 2) $u_t - u_{xx} = 0$ соответственно. В каком из них оба направления хода времени t равноправны?</p>
9	<p>Имеет ли решение задача $\Delta u = 0, \quad (x, y, z) \in \Omega, \quad \frac{\partial u}{\partial n} \Big _{\partial\Omega} = 1$?</p>
10	<p>$u(x, t)$ - решение уравнения $u_t = u_{xx}, \quad 0 < x < 2, \quad 0 < t < +\infty$, удовлетворяющее условиям $u(0, t) = u(2, t) = 0, \quad u(x, 0) = 2x - x^2$ Может ли при этом быть, что $u(1, 1) = 2$?</p>

