

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Уравнения математической физики

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы

Математическое моделирование и вычислительная математика

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.25 Уравнения математической физики относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен решать актуальные задачи прикладной математики и информатики	ПК-1.1: Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и естественных наук и информационных технологий для решения актуальных задач прикладной математики и информатики ПК-1.2: Умеет применять базовые знания математических и естественных наук и информационных технологий для решения актуальных задач прикладной математики и информатики ПК-1.3: Имеет практический опыт решения актуальных задач прикладной математики и информатики	ПК-1.1: Знать: основные факты из математического анализа, геометрии и алгебры и других дисциплин, на которые опирается изучение уравнений математической физики ПК-1.2: Уметь: решать математические задачи и проблемы методами математической физики, аналогичные ранее изученным: 1. Уметь определять тип уравнения в частных производных 2. Приводить уравнение к каноническому виду; 3. Решать типовые начально-краевые задачи методом разделения переменных (метод Фурье); 4. Решать типовые задачи методом Даламбера 5. Решать задачи с использованием специальных функций. Знать основные свойства специальных функций. 6. Доказывать ранее изученные в рамках дисциплины математические утверждения; 7. Проводить доказательства математических	Задания Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы Зачёт: Контрольные вопросы

		утверждений не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним. ПК-1.3: Владеть: основными принципами, фактами, понятиями, аналитическими и численными методами, изучаемыми в дисциплине, включая разделы: 1. Поперечные колебания струны. 2. Распространение тепла в твердом теле. 3. Уравнения гидродинамики и акустики. 4. Корректность постановок задач математической физики. Пример Адамара некорректно поставленной задачи. 5. Классификация и приведение к каноническому виду уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными 6. Решение задачи о свободных поперечных колебаниях струны методом разделения переменных (методом Фурье). Физическая интерпретация решения. 7. Общая схема метода Фурье решения однородной начально-краевой задачи для гиперболического (параболического) уравнения. 8. решение методом Фурье неоднородной начально-краевой задачи для гиперболического (параболического) уравнения. 9. Задача Штурма-Лиувилля. Функция Грина этой задачи и ее свойства. Интегральное представление функций через функцию Грина. Приведение задачи Штурма-Лиувилля к интегральному уравнению. 10. Свойства собственных значений и собственных функций задачи Штурма-		
--	--	---	--	--

		Лиувилля, теоремы Стеклова. 11. Обоснование классического решения начально-краевой задачи методом Фурье. 12. Теорема единственности решения начально-краевой задачи для гиперболического уравнения. 13. Задача Коши для уравнения колебаний струны. Формула и метод Даламбера решения этой задачи. 14.. Решение методом Даламбера задач о колебании полубесконечной и конечной струны. Дисперсия волн. 15. Решение трехмерного волнового уравнения в виде сферических волн. 16. Задача Коши для трехмерного волнового уравнения, формула Пуассона. Метод редукции. 17. Задача Коши для трехмерного уравнения теплопроводности. Понятие об интегральных преобразованиях. Преобразование Фурье и его применение к задаче Коши. Функция Грина этой задачи. 18. Определение и свойства обобщенных функций в смысле Соболева-Шварца. Дельта-функция Дирака. 19. Импульсные воздействия, их модели для уравнений гиперболического и параболического типа. 20. Обобщенные решения начально-краевых задач. 21. Гармонические функции и их свойства. Принцип максимума и его следствия. 22. Теоремы единственности и устойчивости решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа. 23. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа с помощью функции Грина. Свойства функции Грина этой задачи. 24. Решение задачи Дирихле		
--	--	--	--	--

		для шара, интеграл Пуассона. 25. Задача Неймана для уравнения Лапласа. Теорема единственности, решение через функцию Грина. Владеет: 1. терминологией предметной области; 2. приемами аналитического решения задач и интерпретации результатов. 3. навыками поиска информации в рамках предметной области в сети Интернет и других источниках. 4. навыками использования универсальных математических пакетов для выполнения расчетов; 5. навыками интерпретации результатов численного исследования		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	8
Часов по учебному плану	288
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	96
- КСР	3
самостоятельная работа	89
Промежуточная аттестация	36
	Экзамен, Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия	Занятия	Всего	

		лекционного типа	семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы		
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Раздел 1. Введение. Постановка задач с уравнениями математической физики	33	10	14	24	9
Раздел 2. Элементарные методы решения основных задач.	36	12	15	27	9
Раздел 3. Метод Фурье и теория оператора Штурма-Лиувилля	38	10	19	29	9
Раздел 4. . Начально-краевые задачи в пространстве $2x$ и $3x$ измерений	51	10	20	30	21
Раздел 5. Теория специальных функций	51	12	18	30	21
Раздел 6. Теория потенциала	40	10	10	20	20
Аттестация	36				
КСР	3			3	
Итого	288	64	96	163	89

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Введение. Постановка задач с уравнениями математической физики.

- 1.1. Вводная часть. Обзор основных разделов курса. Некоторые вопросы истории и примеры.
- 1.2. Вывод основных уравнений математической физики Уравнение поперечных колебаний струны и продольных колебаний стержня. Электромагнитное поле и сведение уравнений Максвелла к волновым уравнениям. Распространение тепла и уравнение теплопроводности. Основные граничные условия.
- 1.3. Постановка начально-краевых и граничных задач. Корректность задачи и пример Адамара

Раздел 2. Элементарные методы решения основных задач.

- 2.1. Метод бегущих волн. Формула Даламбера.
- 2.2. Метод продолжения в задачах на полупрямой.
- 2.3. Элементы анализа размерности и построение автомодельных решений в задачах с уравнением теплопроводности.
- 2.4. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности и формула Пуассона решения задачи с уравнением теплопроводности на прямой.
- 2.5. Метод продолжения в задачах с уравнением теплопроводности на полупрямой и отрезке.

Раздел 3. Метод Фурье и теория оператора Штурма-Лиувилля.

- 3.1. Схема метода Фурье. Построение собственного базиса. Обобщенный ряд Фурье. Примеры.
- 3.2. Явление резонанса. Коэффициенты обобщенного ряда Фурье в резонансном случае.
- 3.3. Оператор Штурма-Лиувилля. Его собственные функции и собственные значения. Их свойства. Вещественность собственных значений. Ортогональность собственных функций.
- 3.4. Обращение оператора Штурма-Лиувилля. Построение обратного оператора. Собственные функции и собственные значения обратного оператора. Неравенство Бесселя. Локализация собственных значений оператора Штурма-Лиувилля.
- 3.5. Итерированные ядра и степени обратного оператора. Теорема о разложении итерированных ядер в ряд по собственным функциям оператора Штурма-Лиувилля.
- 3.6. Функции, представленные через ядро. Теорема Гильберта-Шмидта. Теорема Стеклова и обоснование метода Фурье.

Раздел 4. . Начально-краевые задачи в пространстве 2х и 3х измерений.

4.1. Постановка основных задач.

4.2. Проекционный метод Фурье. Построение обобщенных рядов Фурье по собственным функциям оператора. Свойства собственных функций и собственных значений оператора Лапласа.

4.3. Примеры решения типовых задач. Задачи о колебаниях круглой и прямоугольной мембран. Задачи о колебаниях объемов. Задачи теплопроводности в пространстве 2-х и 3-х измерений

Раздел 5. Теория специальных функций.

5.1. Разделение переменных в задаче о собственных функциях оператора Лапласа в цилиндрических координатах.

5.2. Функции Бесселя и Неймана. Общие цилиндрические функции.

5.3. Ортогональность цилиндрических функций.

5.4. Разложение в ортогональный ряд по функциям Бесселя.

5.5. Разделение переменных в задаче о собственных функциях оператора Лапласа в сферической системе координат.

5.6. Полиномы Лежандра. Общие ортогональные многочлены и их свойства.

5.7. Общие сферические функции и разложение в ряд по сферическим функциям.

5.8. Шаровые функции и их свойства.

Раздел 6. Теория потенциала.

6.1. Основные задачи с уравнениями эллиптического типа. Задачи Дирихле и Неймана.

Электростатические аналогии.

6.2. 2-я теорема Грина. Функция Грина и представление решений задач Дирихле и Неймана с помощью функций Грина.

6.3. Примеры построения функций Грина.

6.4. Основное интегральное соотношение теории гармонических функций.

6.5. Потенциалы простого и двойного слоя.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Виды самостоятельной работы студентов:

- проработка теоретического материала лекционных занятий;
 - подготовка к выполнению работ лабораторного практикума;
 - подготовка к выполнению письменных контрольных работ;
 - подготовка к предварительной аттестации в форме зачета;
- подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

- Основные типы уравнений математической физики.
- Основные типы граничных условий.
- Задача Коши с волновым уравнением на прямой, её формулировка.
- Формула Даламбера.
- Задача Коши с волновым уравнением на полупрямой, её формулировка.
- Решение задачи Коши на полупрямой с граничными условиями 1 и 2 рода методом продолжения.
- Что такое формула размерности?
- Сформулировать «П-теорему».
- Что такое автомодельное решение? Привести примеры.
- Сформулировать задачу Штурма-Лиувилля.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три незначительные ошибки, исправленные по требованию преподавателя
не зачтено	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

Найти решение начально-краевой задачи:

1.

$$u_t = \kappa u_{xx} + f(x); \quad x \in [0, l]$$

$$u(0, t) = \alpha t; \quad u_x(l, t) = 0 \quad u(x, 0) = 0$$

2.

$$u_t = \kappa u_{xx} + A \sin \omega t; \quad x \in [0, l]$$

$$u(0, t) = 0; \quad u_x(l, t) = q = \text{const} \quad u(x, 0) = 0$$

Найти решение начально-краевой задачи в кольце $a \leq r \leq b$.

1.

$$u_t = \kappa \Delta u + f(r);$$

$$u(a, \phi, t) = A \sin \omega t; \quad u_r(b, \phi, t) = 0; \quad u(r, \phi, 0) = 0$$

2.

$$u_t = \kappa \Delta u + A \sin \omega t;$$

$$u(a, \phi, t) = u_0 = \text{const}; \quad u_r(b, \phi, t) = 0; \quad u(r, \phi, 0) = 0$$

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три не существенные ошибки, исправленные по требованию преподавателя
не зачтено	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько не существенных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность	При решении стандартных задач не продемонстрир	Продемонстрированы основные умения.	Продемонстрированы все основные	Продемонстрированы все основные	Продемонстрированы все основные	Продемонстрированы все основные умения.

	оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	ованы основные умения. Имели место грубые ошибки	Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Поперечные колебания струны
2. Распространение тепла в твердом теле.
3. Уравнение продольных колебаний стержня.
4. Уравнение продольных колебаний стержня.
5. Классификация и приведение к каноническому виду уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными.
6. Решение задачи о свободных поперечных колебаниях струны методом разделения переменных (методом Фурье). Физическая интерпретация решения.
7. Общая схема метода Фурье решения однородной начально-краевой задачи для гиперболического (параболического) уравнения.
8. Решение методом Фурье неоднородной начально-краевой задачи для гиперболического (параболического) уравнения.
9. Задача Штурма-Лиувилля. Функция Грина этой задачи и ее свойства. Интегральное представление функций через функцию Грина. Приведение задачи Штурма-Лиувилля к интегральному уравнению.
10. Свойства собственных значений и собственных функций задачи Штурма-Лиувилля, теоремы Стеклова

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Поперечные колебания струны.

2. Распространение тепла в твердом теле.
3. Уравнение продольных колебаний стержня.
4. Корректность постановок задач математической физики. Пример Адамара некорректно поставленной задачи.
5. Классификация и приведение к каноническому виду уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными.
6. Решение задачи о свободных поперечных колебаниях струны методом разделения переменных (методом Фурье). Физическая интерпретация решения.
7. Общая схема метода Фурье решения однородной начально-краевой задачи для гиперболического (параболического) уравнения.
8. Решение методом Фурье неоднородной начально-краевой задачи для гиперболического (параболического) уравнения.
9. Задача Штурма-Лиувилля. Функция Грина этой задачи и ее свойства. Интегральное представление функций через функцию Грина. Приведение задачи Штурма-Лиувилля к интегральному уравнению.
10. Свойства собственных значений и собственных функций задачи Штурма-Лиувилля, теоремы Стеклова.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Тихонов Андрей Николаевич. Уравнения математической физики : учеб. пособие для вузов. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1966. - 724 с. - 22.00., 179 экз.
2. Сборник задач по уравнениям математической физики / под ред. В. С. Владимирова. - 4-е изд., стер. - М. : Физматлит, 2003. - 288 с. - ISBN 5-9221-0309-1 : 123.00., 1 экз.
3. Гаврилов В. С. Метод характеристик для одномерного волнового уравнения : учебно-методическое пособие / Гаврилов В. С., Денисова Н. А. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2014. - 72 с. - Рекомендовано методической комиссией механико-математического факультета для студентов ННГУ, обучающихся по специальностям «Математика», «Прикладная математика и информатика», «Механика и математическое моделирование». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730151&idb=0>.

4. Буда́к Борис Михайлович. Сборник задач по математической физике : учеб. пособие для студентов ун-тов. - Изд. 3-е. - М. : Наука , 1980. - 688 с., 60 ил. - 2.80., 129 экз.
5. Владимиров В. С. Уравнения математической физики / Владимиров В. С., Жаринов В. В. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2000. - 400 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 5-9221-0011-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=665807&idb=0>.
6. Годунов Сергей Константинович. Уравнения математической физики : учеб. пособие для студентов физ.-мат. специальностей ун-тов. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Наука, 1979. - 391 с. - 1.10., 61 экз.
7. Кошляков Николай Сергеевич. Уравнения в частных производных математической физики : [учеб. пособие для мех.-мат. и физ. фак. ун-тов]. - [2-е изд.]. - М. : Высшая школа, 1970. - 710 с. : с черт. - 1-е изд. вышло под загл.: Дифференциальные уравнения математической физики. - 1.07., 132 экз.

Дополнительная литература:

1. Владимиров Василий Сергеевич. Уравнения математической физики : [учеб. для физ.-техн. специальностей вузов]. - 5-е изд., доп. - М. : Наука, 1988. - 512 с. : ил. - 1.30., 81 экз.
2. Буда́к Борис Михайлович. Сборник задач по математической физике : учеб. пособие для вузов. - 4-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2003. - 688 с. - ISBN 5-9221-0311-3 : 232.30., 1 экз.
3. Дерендяев Николай Васильевич. Проекционный метод Фурье : учебно-методическое пособие / Н. В. Дерендяев, А. В. Калинин ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2012. - 75 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=851280&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Уравнения математической физики <https://online.edu.ru/public/course?cid=4192>
2. Сулова И.Б., Баденко Г.В. «Математическая физика». —Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. [Электронный ресурс]. // Современная цифровая образовательная среда РФ. [сайт]. URL: <https://online.edu.ru/public/course?cid=4192>
3. При проведении лабораторных работ используется лицензионное программное обеспечение в виде универсальных математических пакетов, установленных в лаборатории 220 кафедры ТУиДС, корп.2, а также учебно-исследовательские компьютерные программы с открытым кодом, разработанные сотрудниками кафедры ТУиДС с использованием лицензионных средств разработки C++Builder 2006.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Мультимедийная техника (компьютер, проектор, экран). Лицензионное и свободное программное обеспечение:

- 1. Операционные системы семейства Microsoft Windows, – лицензия по подписке Microsoft Imagine;
- 2. Комплекс учебно-исследовательских программ по дисциплине «Уравнения математической физики», установленных в лаб. 220(2), 218(2) – разработанных в лаборатории

«Динамика и оптимизация» каф. ТУиДС ИИТММ; разработка выполнена с использованием среды разработки C++Builder 2006 (приобретена в 2006/2007 гг при выполнении нац. проекта «Образование», ключ у системного администратора);

- Математический пакет MatLab, – лицензионное ПО приобретено в 2006/2007 гг при выполнении нац. проекта «Образование», бессрочная лицензия, ключ у системного администратора.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 01.03.02 - Прикладная математика и информатика.

Автор(ы): Осипов Григорий Владимирович, доктор физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Осипов Григорий Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.