

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт математики, физики и информационных технологий  
Кафедра математического моделирования и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Н. Я. Королева  
«05» июля 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.ДВ.04.1 Уравнения математической физики

Направление подготовки/специальность: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль/направленность/специализация: Математическое и компьютерное моделирование

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2020

**Автор программы:**

Кандидат технических наук, Соловьев Денис Сергеевич

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 - Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «10» января 2018 г. № 9).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры математического моделирования и информационных технологий «18» мая 2021 г. Протокол № 9

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института математики, физики и информационных технологий, Протокол от «05» июля 2021 г. № 5.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра.....	4
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	9
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	25
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	27
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	28

## 1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-7 Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сфере: 06 Связь, информационные и коммуникационные технологии (в сфере проектирования, разработки, внедрения и эксплуатации информационных систем, управления их жизненным циклом)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-7 Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	Совершенствует современный математический аппарат

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-7 Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения		
		Очная (семестр)		
		3	7	8
1	Вариационное исчисление		+	
2	Математические модели социально-экономических процессов	+		
3	Моделирование в естественных науках			+
4	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)		+	
5	Преддипломная практика			+

## 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Уравнения математической физики» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 01.03.02 - Прикладная математика и информатика.

Дисциплина «Уравнения математической физики» изучается в 7 семестре.

### 3.Объем и содержание дисциплины

3.1.Объем дисциплины: 9 з.е.

Очная: 9 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>324</b>
Контактная работа	144
Лекции (Лекции)	48
Практические (Практ. раб.)	96
Самостоятельная работа (СР)	144
Экзамен	36

3.2.Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
7 семестр					
1	Основные понятия и определения	10	18	28	Вопросы для самоподготовки / Практическая работа; Тестирование
2	Уравнение колебаний	10	18	30	Вопросы для самоподготовки / Практическая работа
3	Уравнение теплопроводности. Метод разделения переменных	10	18	28	Вопросы для самоподготовки / Практическая работа; Тестирование
4	Уравнение теплопроводности. Решение методом интегральных преобразований	10	18	28	Вопросы для самоподготовки / Практическая работа
5	Уравнение Лапласа	12	20	30	Вопросы для самоподготовки / Практическая работа; Тестирование

#### Тема 1. Основные понятия и определения (ПК-7)

### **Лекция.**

Основные понятия и определения. Обыкновенные дифференциальные уравнения и дифференциальные уравнения в частных производных. Общее решение обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных. О частных решениях. Свойства решений однородных линейных дифференциальных уравнений в частных производных. Классификация линейных дифференциальных уравнений второго порядка.

### **Практическое занятие.**

Привести к каноническому виду дифференциальное уравнение в частных производных второго порядка согласно варианта.

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Дайте определение дифференциального уравнения с частными производными, запишите его в общем виде.
2. Запишите линейное дифференциальное уравнение с частными производными второго порядка в общем виде.
3. Приведите примеры дифференциальных уравнений с частными производными, описывающие различные физические процессы.
4. Что называется регулярным решением дифференциального уравнения с частными производными?
5. Сформулируйте теорему Коши – Ковалевской.
6. Дайте классификацию уравнений с частными производными второго порядка. Приведите примеры.

## **Тема 2. Уравнение колебаний (ПК-7)**

### **Лекция.**

Уравнение колебаний. Вывод уравнения колебания струны. Начальные и граничные условия для уравнения колебания струны. Решение уравнения колебания струны методом Фурье (методом разделения переменных). Анализ полученного решения. Бесконечная струна. Решение методом Даламбера.

Решение первой краевой задачи для гиперболического уравнения методом конечных разностей.

Исследование вынужденных колебаний струны. Исследование колебаний в среде с сопротивлением. Оператор Лапласа. Некоторые сведения о бесселевых функциях. Решение уравнения Бесселя. Функция Бесселя I рода. Решение обобщенного уравнения Бесселя нулевого порядка. Ортогональность функций Бесселя. Функция Бесселя первого порядка. Исследование свободных колебаний круглой мембраны.

### **Практическое занятие.**

1. Аналитическое решение

согласно варианта.

2. Решение методом конечных разностей

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Выведите уравнение колебаний струны.
2. Сформулируйте краевую задачу о колебаниях струны, закрепленной на концах.
3. Выведите формулу Даламбера для нахождения решения задачи Коши о колебаниях бесконечной струны.

4. В чем заключается идея метода Фурье для нахождения решения краевой задачи о колебаниях струны, закрепленной на концах?

### **Тема 3. Уравнение теплопроводности. Метод разделения переменных (ПК-7)**

#### **Лекция.**

Уравнение теплопроводности. Метод разделения переменных. Вывод уравнения линейной теплопроводности. Краевые условия для уравнения теплопроводности. Распространение тепла в ограниченных областях. Неоднородное уравнение теплопроводности. О методе разделения переменных. Решение первой краевой задачи для параболического уравнения методом конечных разностей.

#### **Практическое занятие.**

1. Найти решение задачи Коши для уравнения теплопроводности согласно варианта.

2. Решение методом конечных разностей

2. Найдите с точностью  $\epsilon=10^{-6}$  корень уравнения  $f(x) = 0$  методом Ньютона.

3. Найдите методом по варианту корень уравнения с точностью  $\epsilon=10^{-6}$ .

Метод по вариантам:

1, 6, 11, 16, 21, 26, 31 – разностный метод Ньютона с постоянным шагом,

2, 7, 12, 27, 22, 27, 32 – метод Стеффенсена,

3, 8, 13, 18, 23, 28, 33 – метод секущих,

4, 9, 14, 19, 24, 29, 34 – метод «лоцмана»,

5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 – метод хорд.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Перечислите диапазон значений коэффициента теплопроводности металлов, неметаллов, жидкостей и газов.

2. Перечислите допущения, необходимые для вывода дифференциального уравнения теплопроводности.

3. Какой закон положен в основу вывода дифференциального уравнения теплопроводности?

4. Дайте определение и запишите единицы измерения объемной мощности внутренних источников тепла, коэффициентов температуропроводности и теплоотдачи.

5. Запишите дифференциальное уравнение теплопроводности.

### **Тема 4. Уравнение теплопроводности. Решение методом интегральных преобразований (ПК-7)**

#### **Лекция.**

Уравнение теплопроводности. Решение методом интегральных преобразований. Решение уравнения теплопроводности методом сведения к обыкновенным дифференциальным уравнениям с параметром. Понятие метода интегральных преобразований. Решение уравнения теплопроводности для неограниченной области. Распространение тепла в полугораниченной области. Косинус-преобразование для полубесконечной области. Примеры применения конечных интегральных преобразований. Обобщенные функции.

#### **Практическое занятие.**

1. Найти решение одномерного стационарного уравнения теплопроводности согласно варианта.
2. Найти решение двумерного стационарного уравнения теплопроводности согласно варианта.
3. Найти решение трехмерного стационарного уравнения теплопроводности согласно варианта.
4. Найти решение двумерного нестационарного уравнения теплопроводности согласно варианта.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Поясните, почему необходимо дополнять дифференциальные уравнения краевыми условиями.
2. Перечислите состав краевых условий (условий однозначности).
3. Что определяют геометрические и физические условия?
4. Что задают и в каком случае отсутствуют начальные условия?
5. Перечислите виды граничных условий. Что они выражают с точки зрения математической физики и при решении задач теплопроводности?

### **Тема 5. Уравнение Лапласа (ПК-7)**

#### **Лекция.**

Уравнение Лапласа. Задачи, приводящие к уравнению Лапласа. Гармонические функции. Свойства гармонических функций. Функция Грина. Решение задачи Дирихле методом функции Грина. Задача Дирихле для круга. Решение методом Фурье. Теплопроводность в прямоугольном параллелепипеде. Задача Дирихле для кольца. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа методом конечных разностей.

#### **Практическое занятие.**

Решение начально-краевых задач для эволюционных уравнений методом Фурье.

2. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа методом конечных разностей.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Как определяется оператор Лапласа при однородных краевых условиях?
2. Написать формулы Грина для оператора Лапласа. Сформулировать краевые задачи Дирихле и Неймана для уравнения эллиптического типа.
3. Какие методы Вам известны для решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа в круге?
4. Что такое интеграл Пуассона?
5. Как определяется оператор Лапласа при однородных краевых условиях?



6. Написать формулы Грина для оператора Лапласа. Сформулировать краевые задачи Дирихле и Неймана для уравнения эллиптического типа.

7. Какие методы Вам известны для решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа в круге? Что такое интеграл Пуассона?

8. Как формулируется задача Дирихле для уравнения Пуассона? Приведите корректную постановку внешних краевых задач Дирихле и Неймана для уравнения Лапласа в  $R^3$ .

#### 4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

##### 4.1. Распределение баллов:

7 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 30 баллов
- контрольные срезы – 3 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

##### Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки

1.	Основные понятия и определения	Вопросы для самоподготовки / Практическая работа	6	<p>Методика оценки самоподготовки студентов.</p> <p>3 балла ставится тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент свободно применяет знания на практике;</li> <li>• Не допускает ошибок в воспроизведении изученного материала;</li> <li>• Студент выделяет главные положения в изученном материале и не затрудняется в ответах на видоизмененные вопросы;</li> <li>• Студент усваивает весь объем программного материала.</li> </ul> <p>2 балла ставятся тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент знает весь изученный материал;</li> <li>• Отвечает без особых затруднений на вопросы преподавателя;</li> <li>• Студент умеет применять полученные знания на практике;</li> <li>• В условных ответах не допускает серьезных ошибок, легко устраняет определенные неточности с помощью дополнительных вопросов преподавателя.</li> </ul> <p>1 балл ставится тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент обнаруживает освоение основного материала, но испытывает затруднения при его самостоятельном воспроизведении и требует дополнительных дополняющих вопросов преподавателя;</li> <li>• Предпочитает отвечать на вопросы воспроизводящего характера и испытывает затруднения при ответах на воспроизводящие вопросы.</li> </ul> <p>Балл не начисляется тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• У студента имеются отдельные представления об изучаемом материале, но все, же большая часть не усвоена.</li> </ul> <p>Основными критериями оценки выполненной студентом и представленной для проверки работы являются:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Степень соответствия выполненного задания поставленным требованиям;</li> <li>2. Структурирование и комментирование лабораторной работы;</li> <li>3. Уникальность выполнения работы (отличие от работ коллег);</li> <li>4. Успешные ответы на контрольные вопросы.</li> </ol> <p>«3 балла» - оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита всего перечня контрольных вопросов.</p> <p>«2 балла» - оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита только 80 % контрольных вопросов.</p> <p>«1 балл» - оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита только 61 % контрольных вопросов.</p> <p>Балл не начисляется, если оформление не соответствует требованиям, критерии не выдержаны, защита менее 61 % контрольных вопросов.</p>
		Тестирование(контрольный срез)	10	<p>Тестирование подразумевает 10 вопросов. За прохождение тестирования выставляются следующие баллы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 90 % - 10 баллов;</li> <li>- 65 % - 5 баллов;</li> <li>- 50 % - 2 балла;</li> <li>- менее 50 % - балл не начисляется.</li> </ul>

2.	Уравнение колебаний	Вопросы для самоподготовки / Практическая работа	6	<p>Методика оценки самоподготовки студентов.</p> <p>3 балла ставится тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент свободно применяет знания на практике;</li> <li>• Не допускает ошибок в воспроизведении изученного материала;</li> <li>• Студент выделяет главные положения в изученном материале и не затрудняется в ответах на видоизмененные вопросы;</li> <li>• Студент усваивает весь объем программного материала.</li> </ul> <p>2 балла ставятся тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент знает весь изученный материал;</li> <li>• Отвечает без особых затруднений на вопросы преподавателя;</li> <li>• Студент умеет применять полученные знания на практике;</li> <li>• В условных ответах не допускает серьезных ошибок, легко устраняет определенные неточности с помощью дополнительных вопросов преподавателя.</li> </ul> <p>1 балл ставится тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент обнаруживает освоение основного материала, но испытывает затруднения при его самостоятельном воспроизведении и требует дополнительных дополняющих вопросов преподавателя;</li> <li>• Предпочитает отвечать на вопросы воспроизводящего характера и испытывает затруднения при ответах на воспроизводящие вопросы.</li> </ul> <p>Балл не начисляется тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• У студента имеются отдельные представления об изучаемом материале, но все, же большая часть не усвоена.</li> </ul> <p>Основными критериями оценки выполненной студентом и представленной для проверки работы являются:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Степень соответствия выполненного задания поставленным требованиям;</li> <li>2. Структурирование и комментирование лабораторной работы;</li> <li>3. Уникальность выполнения работы (отличие от работ коллег);</li> <li>4. Успешные ответы на контрольные вопросы.</li> </ol> <p>«3 балла» - оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита всего перечня контрольных вопросов.</p> <p>«2 балла» - оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита только 80 % контрольных вопросов.</p> <p>«1 балл» - оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита только 61 % контрольных вопросов.</p> <p>Балл не начисляется, если оформление не соответствует требованиям, критерии не выдержаны, защита менее 61 % контрольных вопросов.</p>
----	---------------------	--	---	--

3.	Уравнение теплопроводности. Метод разделения переменных	Вопросы для самоподготовки / Практическая работа	6	<p>Методика оценки самоподготовки студентов.</p> <p>3 балла ставится тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент свободно применяет знания на практике;</li> <li>• Не допускает ошибок в воспроизведении изученного материала;</li> <li>• Студент выделяет главные положения в изученном материале и не затрудняется в ответах на видоизмененные вопросы;</li> <li>• Студент усваивает весь объем программного материала.</li> </ul> <p>2 балла ставятся тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент знает весь изученный материал;</li> <li>• Отвечает без особых затруднений на вопросы преподавателя;</li> <li>• Студент умеет применять полученные знания на практике;</li> <li>• В условных ответах не допускает серьезных ошибок, легко устраняет определенные неточности с помощью дополнительных вопросов преподавателя.</li> </ul> <p>1 балл ставится тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент обнаруживает освоение основного материала, но испытывает затруднения при его самостоятельном воспроизведении и требует дополнительных дополняющих вопросов преподавателя;</li> <li>• Предпочитает отвечать на вопросы воспроизводящего характера и испытывает затруднения при ответах на воспроизводящие вопросы.</li> </ul> <p>Балл не начисляется тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• У студента имеются отдельные представления об изучаемом материале, но все, же большая часть не усвоена.</li> </ul> <p>Основными критериями оценки выполненной студентом и представленной для проверки работы являются:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Степень соответствия выполненного задания поставленным требованиям;</li> <li>2. Структурирование и комментирование лабораторной работы;</li> <li>3. Уникальность выполнения работы (отличие от работ коллег);</li> <li>4. Успешные ответы на контрольные вопросы.</li> </ol> <p>«3 балла» - оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита всего перечня контрольных вопросов.</p> <p>«2 балла» - оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита только 80 % контрольных вопросов.</p> <p>«1 балл» - оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита только 61 % контрольных вопросов.</p> <p>Балл не начисляется, если оформление не соответствует требованиям, критерии не выдержаны, защита менее 61 % контрольных вопросов.</p>
		<b>Тестирование(контрольный срез)</b>	10	<p>Тест состоит из 15 вопросов.</p> <p>4 балла – студент правильно отвечает на 50-100% вопросов в тесте</p> <p>2 балла - студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>Менее 25% правильных ответов баллов не дает</p>

4.	Уравнение теплопроводности. Решение методом интегральных преобразований	Вопросы для самоподготовки / Практическая работа	<p>6</p> <p>Методика оценки самоподготовки студентов.</p> <p>3 балла ставится тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент свободно применяет знания на практике;</li> <li>• Не допускает ошибок в воспроизведении изученного материала;</li> <li>• Студент выделяет главные положения в изученном материале и не затрудняется в ответах на видоизмененные вопросы;</li> <li>• Студент усваивает весь объем программного материала.</li> </ul> <p>2 балла ставятся тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент знает весь изученный материал;</li> <li>• Отвечает без особых затруднений на вопросы преподавателя;</li> <li>• Студент умеет применять полученные знания на практике;</li> <li>• В условных ответах не допускает серьезных ошибок, легко устраняет определенные неточности с помощью дополнительных вопросов преподавателя.</li> </ul> <p>1 балл ставится тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент обнаруживает освоение основного материала, но испытывает затруднения при его самостоятельном воспроизведении и требует дополнительных дополняющих вопросов преподавателя;</li> <li>• Предпочитает отвечать на вопросы воспроизводящего характера и испытывает затруднения при ответах на воспроизводящие вопросы.</li> </ul> <p>Балл не начисляется тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• У студента имеются отдельные представления об изучаемом материале, но все, же большая часть не усвоена.</li> </ul> <p>Основными критериями оценки выполненной студентом и представленной для проверки работы являются:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Степень соответствия выполненного задания поставленным требованиям;</li> <li>2. Структурирование и комментирование лабораторной работы;</li> <li>3. Уникальность выполнения работы (отличие от работ коллег);</li> <li>4. Успешные ответы на контрольные вопросы.</li> </ol> <p>«3 балла» - оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита всего перечня контрольных вопросов.</p> <p>«2 балла» - оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита только 80 % контрольных вопросов.</p> <p>«1 балл» - оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита только 61 % контрольных вопросов.</p> <p>Балл не начисляется, если оформление не соответствует требованиям, критерии не выдержаны, защита менее 61 % контрольных вопросов.</p>
----	---	--	---

5.	Уравнение Лапласа	Вопросы для самоподготовки / Практическая работа	6	<p>Методика оценки самоподготовки студентов.</p> <p>3 балла ставится тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент свободно применяет знания на практике;</li> <li>• Не допускает ошибок в воспроизведении изученного материала;</li> <li>• Студент выделяет главные положения в изученном материале и не затрудняется в ответах на видоизмененные вопросы;</li> <li>• Студент усваивает весь объем программного материала.</li> </ul> <p>2 балла ставятся тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент знает весь изученный материал;</li> <li>• Отвечает без особых затруднений на вопросы преподавателя;</li> <li>• Студент умеет применять полученные знания на практике;</li> <li>• В условных ответах не допускает серьезных ошибок, легко устраняет определенные неточности с помощью дополнительных вопросов преподавателя.</li> </ul> <p>1 балл ставится тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент обнаруживает освоение основного материала, но испытывает затруднения при его самостоятельном воспроизведении и требует дополнительных дополняющих вопросов преподавателя;</li> <li>• Предпочитает отвечать на вопросы воспроизводящего характера и испытывает затруднения при ответах на воспроизводящие вопросы.</li> </ul> <p>Балл не начисляется тогда, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• У студента имеются отдельные представления об изучаемом материале, но все, же большая часть не усвоена.</li> </ul> <p>Основными критериями оценки выполненной студентом и представленной для проверки работы являются:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Степень соответствия выполненного задания поставленным требованиям;</li> <li>2. Структурирование и комментирование лабораторной работы;</li> <li>3. Уникальность выполнения работы (отличие от работ коллег);</li> <li>4. Успешные ответы на контрольные вопросы.</li> </ol> <p>«3 балла» - оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита всего перечня контрольных вопросов.</p> <p>«2 балла» - оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита только 80 % контрольных вопросов.</p> <p>«1 балл» - оформление соответствует требованиям, критерии выдержаны, защита только 61 % контрольных вопросов.</p> <p>Балл не начисляется, если оформление не соответствует требованиям, критерии не выдержаны, защита менее 61 % контрольных вопросов.</p>
		Тестирование(контрольный срез)	10	<p>Тестирование подразумевает 10 вопросов. За прохождение тестирования выставляются следующие баллы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 90 % - 10 баллов;</li> <li>- 65 % - 5 баллов;</li> <li>- 50 % - 2 балла;</li> <li>- менее 50 % - балл не начисляется.</li> </ul>
6.	Посещаемость		10	<p>10 баллов – студент посетил все</p> <p>100% занятий</p> <p>7-9 баллов – студент посетил не менее 80% занятий</p> <p>4-6 баллов – студент посетил не менее 50% занятий</p> <p>1-3 балла – студент посетил не менее 25% занятий</p> <p>Если студент посетил менее 25% занятий, баллы не начисляются</p>

7.	Премияльные баллы	20	Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены: - за проект, выполненный по заказу работодателя и реализованный на практике – 20 баллов; - постоянная активность во время практических занятий – 10 баллов; - полностью подготовленная к публикации статья по тематике в рамках дисциплины – 10 баллов; - участие с докладом во всероссийской олимпиаде по тематике изучаемой дисциплины – 20 баллов; - участие в выставке по тематике изучаемой дисциплины – 20 баллов; - публикация статьи по тематике изучаемой дисциплины в сборнике студенческих работ / материалах всероссийской конференции / журнале из перечня ВАК – 10 / 15 / 20
8.	Ответ на экзамене	30	10-17 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно» 18-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо», 25-30 баллов – студент раскрыл
9.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы	20	Решение кейса (10 баллов) Прохождение тестирования (30 вопросов) по всему курсу дисциплины (10 баллов)
10.	Итого за семестр	100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

#### 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

### Вопросы для самоподготовки / Практическая работа

#### Тема 1. Основные понятия и определения

1. Дайте определение дифференциального уравнения с частными производными, запишите его в общем виде.
2. Запишите линейное дифференциальное уравнение с частными производными второго порядка в общем виде.

3. Приведите примеры дифференциальных уравнений с частными производными, описывающие различные физические процессы.
4. Что называется регулярным решением дифференциального уравнения с частными производными?
5. Сформулируйте теорему Коши – Ковалевской.
6. Дайте классификацию уравнений с частными производными второго порядка. Приведите примеры.

#### Тема 2. Уравнение колебаний

1. Выведите уравнение колебаний струны.
2. Сформулируйте краевую задачу о колебаниях струны, закрепленной на концах.
3. Выведите формулу Даламбера для нахождения решения задачи Коши о колебаниях бесконечной струны.
4. В чем заключается идея метода Фурье для нахождения решения краевой задачи о колебаниях струны, закрепленной на концах?

#### Тема 3. Уравнение теплопроводности. Метод разделения переменных

1. Перечислите диапазон значений коэффициента теплопроводности металлов, неметаллов, жидкостей и газов.
2. Перечислите допущения, необходимые для вывода дифференциального уравнения теплопроводности.
3. Какой закон положен в основу вывода дифференциального уравнения теплопроводности?
4. Дайте определение и запишите единицы измерения объемной мощности внутренних источников тепла, коэффициентов температуропроводности и теплоотдачи.
5. Запишите дифференциальное уравнение теплопроводности.

#### Тема 4. Уравнение теплопроводности. Решение методом интегральных преобразований

1. Поясните, почему необходимо дополнять дифференциальные уравнения краевыми условиями.
2. Перечислите состав краевых условий (условий однозначности).
3. Что определяют геометрические и физические условия?
4. Что задают и в каком случае отсутствуют начальные условия?
5. Перечислите виды граничных условий. Что они выражают с точки зрения математической физики и при решении задач теплопроводности?

#### Тема 5. Уравнение Лапласа

- 1 Как определяется оператор Лапласа при однородных краевых условиях?
- 2 Написать формулы Грина для оператора Лапласа. Сформулировать краевые задачи Дирихле и Неймана для уравнения эллиптического типа.
- 3 Какие методы Вам известны для решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа в круге?
- 4 Что такое интеграл Пуассона?
- 5 Как определяется оператор Лапласа при однородных краевых условиях?
- 6 Написать формулы Грина для оператора Лапласа. Сформулировать краевые задачи Дирихле и Неймана для уравнения эллиптического типа.
- 7 Какие методы Вам известны для решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа в круге? Что такое интеграл Пуассона?
- 8 Как формулируется задача Дирихле для уравнения Пуассона? Приведите корректную постановку внешних краевых задач Дирихле и Неймана для уравнения Лапласа в  $R^3$ .

### Тестирование

#### Тема 1. Основные понятия и определения



1. Уравнение теплопроводности на бесконечной прямой относится к:
  - a. Уравнениям эллиптического типа
  - b. Уравнениям параболического типа
  - c. Уравнениям гиперболического типа
2. Уравнение теплопроводности на полубесконечной прямой относится к:
  - a. Уравнениям эллиптического типа
  - b. Уравнениям параболического типа
  - c. Уравнениям гиперболического типа
3. Уравнение теплопроводности на неограниченном пространстве относится к:
  - a. Уравнениям эллиптического типа
  - b. Уравнениям параболического типа
  - c. Уравнениям гиперболического типа
4. Уравнение колебаний на бесконечной прямой относится к:
  - a. Уравнениям эллиптического типа
  - b. Уравнениям параболического типа
  - c. Уравнениям гиперболического типа
5. Уравнение колебаний на полубесконечной прямой относится к:
  - a. Уравнениям эллиптического типа
  - b. Уравнениям параболического типа
  - c. Уравнениям гиперболического типа
6. Уравнение колебаний в пространстве относится к:
  - a. Уравнениям эллиптического типа
  - b. Уравнениям параболического типа
  - c. Уравнениям гиперболического типа

### Тема 3. Уравнение теплопроводности. Метод разделения переменных

7. Какие методом решается краевая задача первого рода для однородного уравнения теплопроводности?
  - a. Методом Фурье
  - b. Методом функций Грина
  - c. Методом Даламбера
  - d. Методом теории возмущений
  - e. Методом нестационарной теории возмущений
8. Какие методом решается частное решение краевой задачи первого рода для неоднородного волнового уравнения?
  - a. Методом Фурье
  - b. Методом функций Грина
  - c. Методом Даламбера
  - d. Методом теории возмущений
  - e. Методом нестационарной теории возмущений
9. Какие методом находится частное решение краевой задачи первого рода для неоднородного уравнения теплопроводности?
  - a. Методом Фурье
  - b. Методом функций Грина
  - c. Методом Даламбера
  - d. Методом теории возмущений
  - e. Методом нестационарной теории возмущений
10. Укажите тип дифференциального уравнения

$$3 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - 5 \sin 4x = 0$$

Варианты ответа:

- 1) эллиптический;
- 2) гиперболический;
- 4) круговой;
- 3) параболический;
- 5) тороидальный.

11. Укажите собственные функции краевой задачи

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 9 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$$

;  $u(0;y)=u(l;y)=0$ .

Варианты ответа:

1)

$$\sin \frac{n\pi x}{3}$$

; 2)

$$\sin \frac{n\pi x}{l}$$

; 3)

$$\sin 3n\pi x$$

; 4)

$$\cos \frac{n\pi x}{l}$$

; 5)

$$\cos \frac{n\pi x}{3}$$

12. Укажите собственные числа краевой задачи

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 25 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$$

;  $u(0;y)=u(7;y)=0$ .

Варианты ответа:

1)

$$\frac{n\pi}{5}$$

; 2)

$$\frac{n\pi}{25}$$

; 3)

$$\frac{n\pi}{7}$$

; 4)

$$\frac{n\pi}{49}$$

; 5)

$$\frac{7n\pi}{5}$$

.

## Тема 5. Уравнение Лапласа

13. Укажите формулу Даламбера для задачи о свободных колебаниях бесконечной струны

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 25 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0; \quad u(x; 0) = \frac{1}{100 + x^2}; \quad \frac{\partial u}{\partial t}(x; 0) = 0.$$

Варианты ответа:

1)

$$u(x; t) = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{100 + 25t^2} + \frac{1}{100 + 25t^2} \right) + \frac{1}{10} \int_{x-5t}^{x+5t} d\xi;$$

2)

$$u(x; t) = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{100 + (x - 5t)^2} + \frac{1}{100 + (x + 5t)^2} \right) + \frac{1}{10} \int_{x-5t}^{x+5t} d\xi;$$

3)

$$u(x; t) = \frac{1}{100 + (x - 5t)^2} + \frac{1}{10} \int_{x-25t}^{x+25t} \frac{1}{100 + 25\xi^2} d\xi;$$

4)

$$u(x; t) = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{100 + (x - 5t)^2} + \frac{1}{100 + (x + 5t)^2} \right);$$

5)

$$u(x; t) = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{100 + (x - 5t)^2} + \frac{1}{100 + (x + 5t)^2} \right) + \frac{1}{2} \int_{x-5t}^{x+5t} \xi d\xi;$$

14. Какому начальному условию удовлетворяет функция

$$u(x; t) = 6x^2 + 4tx - 8t \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2 + 4} \sin \frac{2nx}{5} e^{-8nt}$$

Варианты ответа:

1)

$$u(x; 0) = 0$$

; 2)

$$u(x; 0) = 6x^2$$

; 3)

$$u(x; 0) = 8t$$

; 4)

$$u(x; 0) = 4$$

; 5)

$$u(x; 0) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2 + 4} \sin \frac{2nx}{5}$$

.

15. Какое из уравнений является уравнением теплопроводности стержня с источниками тепла внутри

Варианты ответа:

1)

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 25 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0;$$

2)

$$\frac{\partial u}{\partial t} + 5 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 8e^{-3t};$$

3)

$$\frac{\partial u}{\partial t} - 30 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 4xe^{-3t};$$

4)

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + 2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 8e^{-3t} \sin 5x;$$

5)

$$\frac{\partial u}{\partial t} + 4 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 9e^{-3t} \cos 3x;$$

16. Укажите, какое из данных уравнений является уравнением Пуассона

Варианты ответа:

1)

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0;$$

2)

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 8e^{-3t} \sin 5x;$$

3)

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 2;$$

4)

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 7x^2(t+4);$$

5)

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 5e^{-3t} \cos 3x.$$

17. Какая из краевых задач является задачей о теплопроводности стержня конечной длины без источников тепла внутри и с нулевой температурой на концах

Варианты ответа:

1)

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 25 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$$

;  $u(0;t) = u(7;t) = 0$ ;  $u(x;0) = x$ .

2)

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 7x^2(t+4);$$

$$u(0;t)=t; u(7;t)=0; u(x;0)=0.$$

3)

$$\frac{\partial u}{\partial t} - 9 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0;$$

$$u(0;t) = u(4;t)=0; u(x;0)=x(4-x).$$

4)

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + 16 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$$

$$; u(0;t)=u(5;t)=3; u(x;0)=0.$$

5)

$$\frac{\partial u}{\partial t} - 16 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 5t \sin 4x;$$

$$u(0;t) = u(4;t)=0; u(x;0)=x(5-x).$$

18. Какая из краевых задач является задачей о вынужденных колебаниях конечной струны, закрепленной только на левом конце

Варианты ответа:

1)

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 25 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$$

$$; u(0;t)=u(7;t)=0; u(x;0)=x.$$

2)

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 7x^2(t+4);$$

$$u(0;t)=t; u(7;t)=0; u(x;0)=0.$$

3)

$$\frac{\partial u}{\partial t} - 9 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0;$$

$$u(0;t) = u(4;t)=0; u(x;0)=x(4-x).$$

4)

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + 4 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$$

$$; u(0;t)=u(5;t)=3; u(x;0)=0.$$

5)

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 16 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 5x \sin 4t;$$

$$u(0;t) = 0;$$

$$\frac{\partial u}{\partial x}(4;t) = 0$$

$$; u(x;0) = x(5-x).$$

19. Решением какого уравнения является функция

$$u(x;t) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \sin \frac{2nx}{5} \cos \frac{8n\pi t}{5}$$

Варианты ответа:

1)

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 16 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0;$$

2)

$$\pi \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 16 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 5x \sin 4t;$$

3)

$$\frac{1}{16} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \pi^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0;$$

4)

$$\frac{\partial u}{\partial t} - 16 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 5;$$

5)

$$\frac{\partial u}{\partial t} - \pi^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0;$$

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

### Типовые вопросы экзамена (ПК-7)

1. Основные понятия и определения. Обыкновенные дифференциальные уравнения и дифференциальные уравнения в частных производных. Общее решение обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных. О частных решениях. Свойства решений однородных линейных дифференциальных уравнений в частных производных. Классификация линейных дифференциальных уравнений второго порядка.

2. Уравнение колебаний. Вывод уравнения колебания струны. Начальные и граничные условия для уравнения колебания струны. Решение уравнения колебания струны методом Фурье (методом разделения переменных). Анализ полученного решения. Бесконечная струна. Решение методом Даламбера.

Решение первой краевой задачи для гиперболического уравнения методом конечных разностей.

Исследование вынужденных колебаний струны. Исследование колебаний в среде с сопротивлением.

Оператор Лапласа. Некоторые сведения о бесселевых функциях. Решение уравнения Бесселя.

Функция Бесселя I рода. Решение обобщенного уравнения Бесселя нулевого порядка.

Ортогональность функций Бесселя. Функция Бесселя первого порядка. Исследование свободных колебаний круглой мембраны.

3. Уравнение теплопроводности. Метод разделения переменных. Вывод уравнения линейной теплопроводности. Краевые условия для уравнения теплопроводности. Распространение тепла в ограниченных областях. Неоднородное уравнение теплопроводности. О методе разделения переменных.

Решение первой краевой задачи для параболического уравнения методом конечных разностей.

4. Уравнение теплопроводности. Решение методом интегральных преобразований. Решение уравнения теплопроводности методом сведения к обыкновенным дифференциальным уравнениям с параметром. Понятие метода интегральных преобразований. Решение уравнения теплопроводности для неограниченной области. Распространение тепла в полуограниченной области.

Косинус-преобразование для полубесконечной области. Примеры применения конечных интегральных преобразований. Обобщенные функции.

5. Уравнение Лапласа. Задачи, приводящие к уравнению Лапласа. Гармонические функции. Свойства гармонических функций. Функция Грина. Решение задачи Дирихле методом функции Грина. Задача Дирихле для круга. Решение методом Фурье. Теплопроводность в прямоугольном параллелепипеде. Задача Дирихле для кольца.

Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа методом конечных разностей.

### Типовые задания для экзамена (ПК-7)

1. Определить тип уравнения и привести его к каноническому виду.

2.

3.

4.

5. Найти решение задачи

6. Найти условия эллиптичности уравнения Чаплыгина

где .



7. Найти общее решение уравнения

8. При каких значениях параметров следующая задача некорректна:

9. Найти решение системы:

#### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)	ПК-7	Знает основные задачи, решаемые теорией уравнений в частных производных, и связи между ними. Умеет ставить математические задачи, связанные с естественным развитием теории. Использует математическую символику, разбирается в математическом аппарате. Владеет навыками математического исследования, оперируя изученными понятиями.
«хорошо» (70 - 84 баллов)	ПК-7	Знает основные задачи, решаемые теорией уравнений в частных производных. Умеет выражать точно и ясно математическую мысль. Владеет навыками решения математических задач до получения результата, используемого на практике.
«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	ПК-7	Знает основные результаты теории дифференциальных уравнений в частных производных. Уметь решать практические задачи. Владеет аппаратом теории уравнений в частных производных.
«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	ПК-7	Не знает основные результаты теории дифференциальных уравнений в частных производных. Не уметь решать практические задачи. Не владеет аппаратом теории уравнений в частных производных.

### 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

#### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

## 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

## 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

## 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература:

1. Шубин М.А. Лекции об уравнениях математической физики. - 2-е изд., испр.. - М.: МЦНМО, 2003. - 302 с.
2. Никифоров А.Ф. Лекции по уравнениям и методам математической физики : [учеб. пособие]. - Долгопрудный: Издат. Дом "Интеллект", 2009. - 133 с.
3. Смирнов М.М. Задачи по уравнениям математической физики : Учеб. пособие для вузов. - 6-е изд., доп.. - М.: Наука, 1975. - 126 с.

### 6.2 Дополнительная литература:

1. Сухинов, А. И., Зуев, В. Н., Семенистый, В. В. Курс лекций по уравнениям математической физики с примерами и задачами : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Курс лекций по уравнениям математической физики с примерами и зад. - Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2009. - 308 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/46989.html>
2. Петровский И. Г. Лекции об уравнениях с частными производными. - Изд. 3-е, доп.. - Москва: Государственное издательство физико-математической литературы, 1961. - 400 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468247>
3. Алашеева, Е. А. Уравнения математической физики : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Уравнения математической физики. - Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. - 162 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/71896.html>

### 6.3 Иные источники:

1. Журнал «Известия Российской академии наук. Теория и системы управления» - <http://www.maik.ru/ru/journal/teorsist/>
2. Журнал «Успехи математических наук» - [http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=tmf&option\\_lang=rus](http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=tmf&option_lang=rus)
3. Журнал «Теоретическая и математическая физика» - [http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=tmf&option\\_lang=rus](http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=tmf&option_lang=rus)

4. Журнал «Вычислительные методы и программирование. Новые вычислительные технологии» - <http://www.maik.ru/ru/journal/vychmat/>

5. «Журнал математической физики, анализа, геометрии» - <https://vestnik.susu.ru/cmi>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Операционная система "Альт Образование"

LibreOffice

Microsoft Windows 10

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>

2. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>

3. Консультант студента. Гуманитарные науки: электронно-библиотечная система. – URL: <https://www.studentlibrary.ru>

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>

5. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>

6. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>

7. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prlib.ru>

8. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>

9. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.