

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 10.08.2023 16:23:39  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Б.Б.Педько



«30» мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

**Методы математической физики**

Направление подготовки

03.03.03 Радиофизика

профиль

Физика и технология материалов и устройств радиоэлектроники

Для студентов

3 курса, очной формы обучения

Составитель: д.ф.-м.н., доцент П.В. Комаров

Тверь, 2023

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

*Целью* освоения дисциплины является: формирование и развитие у обучающихся компетенций для решения проблем, требующих применения фундаментальных знаний в области радиофизики - наблюдающихся в природе физических явлений и объектов, обладающих волновой или колебательной природой.

*Задачами* освоения дисциплины являются: освоение студентами теорий и моделей связанных с основными классами уравнений физики; выработка умений классификации и приведения к каноническому виду дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных; формирование навыков постановки основных видов краевых задач, вывода и решения отвечающих им уравнений.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Методы математической физики» изучается в модуле Математика Блока 1. Дисциплины обязательной части учебного плана ООП.

Изучаемая дисциплина логически и содержательно-методически взаимосвязана со следующими дисциплинами: математический анализ, линейная алгебра и аналитическая геометрия, дифференциальные уравнения, ТФКП, теоретическая механика, электродинамика, квантовая механика.

Требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

1. теоретическое и практическое знание дифференциального и интегрального исчисления, теории рядов, линейной алгебры и аналитической геометрии, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного и др. (т.е. фактическое знание и умения в рамках всех математических курсов).

2. теоретические знания из физических курсов (механика, электричество, термодинамика и др.).

3. знания и умения, полученные в рамках курса информатика (работа с прикладными программами, знание основных численных методов и алгоритмов).

Теоретические дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

1. Учебные и производственные практики.

2. Научно-исследовательская работа.

**3. Объем дисциплины:** 5 зачетных единиц, 180 академических часов, в том числе:

**контактная аудиторная работа:** лекции 34 часа, практические занятия 34 часа;

**самостоятельная работа:** 112 часов, в том числе контроль 27 часов.

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности.	ОПК-1.1. Применяет базовые знания в области физико-математических наук для решения задач профессиональной деятельности;

ОПК-2. Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.	ОПК-2.2. Проводит теоретическое изучение объектов, систем и процессов в рамках темы научного исследования.
--	--

## 5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения

Экзамен в 5 семестре.

**6. Язык преподавания: русский.**

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.**

### 1. Для студентов очной формы обучения

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)				Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции		Практические занятия		
		всего	в т.ч. ПП	всего	в т.ч. ПП	
<b>1. Уравнения с частными производными второго порядка.</b> Понятия характеристики квазилинейного уравнения первого порядка. Интегрирование линейных уравнений первого порядка. Интегрирование квазилинейных уравнений первого порядка. Задача Коши для квазилинейного уравнения первого порядка.	11	2		2		7
<b>2. Уравнения с частными производными второго порядка.</b> Понятие характеристической формы и классификация линейных уравнений второго порядка. Классификация нелинейных уравнений второго порядка. Приведение к каноническому виду линейных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами.	11	2		2		7
<b>3. Приведение к каноническому виду линейного уравнения второго</b>	11	2		2		7

<p><b>порядка с двумя независимыми переменными.</b> Задача Коши для линейного уравнения второго порядка гиперболического типа. Задача Коши для линейного уравнения второго порядка с аналитическими данными. Формулировка теоремы Коши Ковалевской. Понятие корректности задачи математической физики. Пример Адамара.</p>						
<p><b>4. Вывод основных уравнений математической физики.</b> Уравнение колебаний струны. Уравнение колебаний мембраны. Уравнение распространения тепла в изотропном твердом теле. Уравнения, описывающие стационарные процессы распространения тепла.</p>	11	2		2		7
<p><b>5. Уравнения гиперболического типа.</b> Однородное волновое уравнение. Задача Коши для одномерного волнового уравнения. Формула Даламбера. Задача с начальными условиями для волнового уравнения с тремя пространственными переменными. Формула Киргофа. Задача Коши для волнового уравнения с двумя пространственными переменными. Метод спуска. Формула Пуассона. Анализ решения. Понятия области зависимости, области влияния и области определения.</p>	11	2		2		7
<p><b>6. Неоднородное волновое уравнение.</b> Случай одной пространственной переменной. Случай трех пространственных переменных. Запаздывающий потенциал. Случай двух пространственных переменных.</p>	15	4		4		7
<p><b>7. Корректно поставленные задачи для гиперболических уравнений.</b> Единственность решения задачи Коши. Общая постановка задачи Коши. Задача Гурса, характеристическая задача.</p>	11	2		2		7
<p><b>8. Уравнения параболического типа.</b> Принцип максимума. Первая краевая задача для уравнения теплопроводности. Постановка задачи</p>	15	4		4		7

Коши и доказательство существования ее решения. Гладкость решений. Неоднородное уравнение теплопроводности.						
<b>9. Уравнение эллиптического типа.</b> Основные свойства гармонических функций. Интегральное представление гармонических функций. Теорема о среднем. Принцип. Экстремума и его следствия.	15	4		4		7
<b>10. Функция Грина.</b> Решение задачи Дирихле для шара и полупространства. Понятие функции Грина задачи Дирихле для уравнения Лапласа. Решение задачи Дирихле для шара. Формула Пуассона. Решение задачи Дирихле для полупространства. Некоторые следствия, вытекающие из формулы Пуассона. Теоремы Лиувилля и Гарнака.	11	2		2		7
<b>11. Метод Фурье (метод разделения переменных).</b> Решение смешанных задач для уравнений гиперболического типа методом разделения переменных. Решение смешанных задач для уравнений параболического типа методом разделения переменных. Решение краевых задач для уравнений эллиптического типа методом разделения переменных. Построение решений краевых задач в прямоугольных областях. Построение решений краевых задач в круговых областях.	15	4		4		7
<b>12. Основы математического моделирования в физике.</b> Точность, сходимости и устойчивость разностных схем. Роль математической физики в моделировании сложных физических явлений. Использование системы MAPLE для анализа и решения уравнений физики.	12	2		2		8
<b>ЭКЗАМЕН</b>	27					27
<b>Итого</b>	180	34		34		112

### III. Образовательные технологии

Учебная программа-наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
<p><b>1. Уравнения с частными производными второго порядка.</b> Понятия характеристики квазилинейного уравнения первого порядка. Интегрирование линейных уравнений первого порядка. Интегрирование квазилинейных уравнений первого порядка. Задача Коши для квазилинейного уравнения первого порядка.</p>	<p>Лекции, практические занятия.</p>	<p>Активное слушание. Групповое решение задач. Дистанционные образовательные технологии.</p>
<p><b>2. Уравнения с частными производными второго порядка.</b> Понятие характеристической формы и классификация линейных уравнений второго порядка. Классификация нелинейных уравнений второго порядка. Приведение к каноническому виду линейных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами.</p>	<p>Лекции, практические занятия.</p>	<p>Активное слушание. Групповое решение задач. Дистанционные образовательные технологии.</p>
<p><b>3. Приведение к каноническому виду линейного уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными.</b> Задача Коши для линейного уравнения второго порядка гиперболического типа. Задача Коши для линейного уравнения второго порядка с аналитическими данными. Формулировка теоремы Коши Ковалевской. Понятие корректности задачи математической физики. Пример Адамара.</p>	<p>Лекции, практические занятия.</p>	<p>Активное слушание. Групповое решение задач. Дистанционные образовательные технологии.</p>
<p><b>4. Вывод основных уравнений математической физики.</b> Уравнение</p>	<p>Лекции, практические занятия.</p>	<p>Активное слушание. Групповое решение задач. Дистанционные</p>

колебаний струны. Уравнение колебаний мембраны. Уравнение распространения тепла в изотропном твердом теле. Уравнения, описывающие стационарные процессы распространения тепла.		образовательные технологии.
<b>5. Уравнения гиперболического типа.</b> Однородное волновое уравнение. Задача Коши для одномерного волнового уравнения. Формула Даламбера. Задача с начальными условиями для волнового уравнения с тремя пространственными переменными. Формула Киргофа. Задача Коши для волнового уравнения с двумя пространственными переменными. Метод спуска. Формула Пуассона. Анализ решения. Понятия области зависимости, области влияния и области определения.	Лекции, практические занятия.	Активное слушание. Групповое решение задач. Дистанционные образовательные технологии.
<b>6. Неоднородное волновое уравнение.</b> Случай одной пространственной переменной. Случай трех пространственных переменных. Запаздывающий потенциал. Случай двух пространственных переменных.	Лекции, практические занятия.	Активное слушание. Групповое решение задач. Дистанционные образовательные технологии.
<b>7. Корректно поставленные задачи для гиперболических уравнений.</b> Единственность решения задачи Коши. Общая постановка задачи Коши. Задача Гурса, характеристическая задача.	Лекции, практические занятия.	Активное слушание. Групповое решение задач. Дистанционные образовательные технологии.
<b>8. Уравнения параболического типа.</b> Принцип максимума. Первая краевая задача для уравнения теплопроводности.	Лекции, практические занятия.	Активное слушание. Групповое решение задач. Дистанционные образовательные технологии.



<p>Постановка задачи Коши и доказательство существования ее решения. Гладкость решений. Неоднородное уравнение теплопроводности.</p>		
<p><b>9. Уравнение эллиптического типа.</b> Основные свойства гармонических функций. Интегральное представление гармонических функций. Теорема о среднем. Принцип Экстремума и его следствия.</p>	<p>Лекции, практические занятия.</p>	<p>Активное слушание. Групповое решение задач. Дистанционные образовательные технологии.</p>
<p><b>10. Функция Грина.</b> Решение задачи Дирихле для шара и полупространства. Понятие функции Грина задачи Дирихле для уравнения Лапласа. Решение задачи Дирихле для шара. Формула Пуассона. Решение задачи Дирихле для полупространства. Некоторые следствия, вытекающие из формулы Пуассона. Теоремы Лиувилля и Гарнака.</p>	<p>Лекции, практические занятия.</p>	<p>Активное слушание. Групповое решение задач. Дистанционные образовательные технологии.</p>
<p><b>11. Метод Фурье (метод разделения переменных).</b> Решение смешанных задач для уравнений гиперболического типа методом разделения переменных. Решение смешанных задач для уравнений параболического типа методом разделения переменных. Решение краевых задач для уравнений эллиптического типа методом разделения переменных. Построение решений краевых задач в прямоугольных областях. Построение решений краевых задач в круговых областях.</p>	<p>Лекции, практические занятия.</p>	<p>Активное слушание. Групповое решение задач. Дистанционные образовательные технологии.</p>
<p><b>12. Основы математического моделирования в физике.</b> Точность, сходимость и</p>	<p>Лекции, практические занятия.</p>	<p>Активное слушание. Групповое решение задач. Дистанционные образовательные технологии.</p>

устойчивость разностных схем. Роль математической физики в моделировании сложных физических явлений. Использование системы MAPLE для анализа и решения уравнений физики.		
--	--	--

Преподавание учебной дисциплины строится на сочетании практических занятий и различных форм самостоятельной работы студентов. В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: лекции, практические занятия, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы. Самостоятельная работа студентов организуется в форме решения заданий по предложенным тематикам, а также выполнение письменных домашних заданий.

#### **IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации**

**Форма проведения экзамена:** студенты, освоившие программу курса «Методы математической физики» могут получить оценку по итогам семестровой и полусеместровой рейтинговой аттестации согласно «Положению о рейтинговой системе обучения ТвГУ» (протокол №8 от 30 апреля 2020 г.).

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то экзамен сдается согласно «Положению о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ» (протокол №11 от 28 апреля 2021 г.)

#### **Для проведения текущей и промежуточной аттестации:**

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач:

УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;

УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;

УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

**Для всех индикаторов один способ аттестации.**

**Способ аттестации:** типовые контрольные работы.

Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции

Задания для проверки сформированности знаний и умений:	Критерии оценки		
	<i>Высокий уровень (5 балла)</i>	<i>Средний уровень (3 балла)</i>	<i>Низкий уровень (1 балл)</i>
Найти и сформулировать специфику решения задачи для колебаний ограниченной струны с жестко закрепленными концами.	Отвечающий понимает, что задача может быть решена с использованием формулы Даламбера, способен сформулировать уравнения характеристик для однозначного определения движения струны по заданным начальным условиям, способен сформулировать способ четкого и нечеткого продолжения решения задачи	Отвечающий понимает, что задача может быть решена с использованием формулы Даламбера, способен сформулировать уравнения характеристик для однозначного определения движения струны по заданным начальным условиям	Отвечающий понимает, что задача может быть решена с использованием формулы Даламбера
Сформулировать решение уравнений параболического типа методом Фурье в случае неоднородных краевых условий.	Отвечающий дает четкое определение, что такое уравнения параболического типа и способен описать принципы использования	Отвечающий дает определение, что такое уравнения параболического типа и описать общие принципы использования метода Фурье.	Отвечающий дает определение, что такое уравнения параболического типа и описать общие принципы использования метода Фурье.

	метода Фурье. Способен сформулировать построение вспомогательных функций для сведения смешанных задач к задачам с однородными краевыми условиями.	Способен сформулировать основные моменты построения вспомогательных функций для сведения смешанных задач к задачам с однородными краевыми условиями.	
Выполнить поиск решения уравнений Лапласа в сферической и цилиндрической системах координат с помощью функций Грина	Имеет четкое представление о записи уравнения Лапласа в сферической и цилиндрической системах координат. Способен найти информацию о фундаментальном решении уравнения Лапласа. Знает первую и вторую формулу Грина. Способен записать решения для задачи Неймана и Дирихле.	Имеет представление о записи уравнения Лапласа в сферической и цилиндрической системах координат. Способен найти информацию о фундаментальном решении уравнения Лапласа.	Имеет представление о записи уравнения Лапласа в сферической и цилиндрической системах координат. Способен найти с неточностями информацию о фундаментальном решении уравнения Лапласа.
Найти и описать как можно выполнить асимптотическое моделирование теплопроводности в тонком стержне.	Имеет четкое представление о постановках задачи стационарной теплопроводности вообще и специфику постановки задачи применительно к тонкому цилиндрическому стержню. Может четко сформулировать особенности решения данной задачи.	Имеет представление о постановках задачи стационарной теплопроводности вообще и специфику постановки задачи применительно к тонкому цилиндрическому стержню. Может с неточностями сформулировать особенности решения данной	Имеет представление о постановках задачи стационарной теплопроводности . Может с неточностями сформулировать особенности решения данной задачи.

		задачи.	
--	--	---------	--

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности:

ОПК-1.1. Применяет базовые знания в области физико-математических наук для решения задач профессиональной деятельности;

**Способ аттестации:** типовые контрольные работы

Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК – 1

Задания для проверки сформированности компетенции:	Критерии оценки		
	Высокий уровень (5 баллов)	Средний уровень (3 балла)	Низкий уровень (1 балл)
Проведите классификацию уравнений: $U_t = U_{xx} + 2U_x + U$ $U_t = U_{xx} + \exp(-t)$ $U_{xx} + 3U_{xy} + U_{yy} = \cos x$ $U_{tt} = U U_{xxx} + 2U_x + \sin x$ По следующим признакам: 1) линейность, нелинейность 2) порядок 3) вид коэффициентов (постоянные, переменные) 4) однородность (для линейных уравнений) 5) тип (для линейных уравнений)	Знает общие принципы классификации уравнений в частных производных. Дает ответы на сформулированные вопросы без ошибок. Поясняет свои ответы.	Знает общие принципы классификации уравнений в частных производных. Дает ответы на сформулированные вопросы без ошибок.	Знает общие принципы классификации уравнений в частных производных. Дает неуверенные ответы на сформулированные вопросы.
Какие физические законы лежат в основе моделирования физических процессов распространения волн и тепла? Сколько существует решений уравнения $U_t = U_{xx}$ ?	Знает и правильно формулирует законы сохранения энергии для тепловых процессов. Приводит примеры основных принципов отыскания решений уравнений в частных	Знает и правильно формулирует законы сохранения энергии для тепловых процессов. Приводит примеры основных принципов отыскания решений уравнений в частных	Знает, но не точно формулирует законы сохранения энергии для тепловых процессов. С трудом приводит примеры основных принципов отыскания

	производных.	производных с затруднениями.	решений уравнений в частных производных.
Решить задачу: Привести к каноническому виду уравнение $U_{xx}+2U_{xy}+2U_{yy}+4U_{yz}+5U_{zz}+U_x+U_y=0$ .	Понимает принцип классификации уравнений в частных производных. Знает принципы преобразований уравнений в частных производных. Уверенно применяет принципы преобразований уравнений в частных производных на практике. Получает решение.	Понимает принцип классификации уравнений в частных производных. Знает принципы преобразований уравнений в частных производных. Не уверенно применяет принципы преобразований уравнений в частных производных на практике. С трудом получает правильное решение.	Понимает принцип классификации уравнений в частных производных. Знает принципы преобразований уравнений в частных производных. С трудом применяет принципы преобразований уравнений в частных производных. Получает соотношения способные привести к правильному решению.
Решите задачу: Решить краевую задачу $U_t = a^2 U_{xx}, 0 < x, t < \infty$ $U(0,t) = 0, 0 < t < \infty$ $U(x,0) = f(x), 0 < x < \infty$	Понимает общие принципы решений уравнений в частных производных. Способен записать общее решение задачи для произвольного $f(x)$ . Получает правильное решение.	В целом правильно понимает общие принципы решений уравнений в частных производных. С трудом способен записать общее решение задачи для произвольного $f(x)$ . Получает правильное решение.	Фрагментарно понимает общие принципы решений уравнений в частных производных. С трудом способен записать общее решение задачи для произвольного $f(x)$ .

ОПК-2. Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные:

ОПК-2.2. Проводит теоретическое изучение объектов, систем и процессов в рамках темы научного исследования.

**Способ аттестации:** типовые контрольные работы.

Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК – 2

Задания для проверки сформированности знаний и умений:	Критерии оценки		
	<i>Высокий уровень (5 балла)</i>	<i>Средний уровень (3 балла)</i>	<i>Низкий уровень (1 балл)</i>
<p>Проинтерпретировать для какой физической системы поставлена следующая задача?</p> $u_{tt} = a^2 u_{xx} + f(x, t), x > 0, t > 0,$ $u _{t=0} = u_0(x), u_t _{t=0} = u_1(x), x > 0,$ $(\alpha u + \beta u_x) _{x=0} = \phi(t), t > 0.$ <p>Как решается задача?</p>	<p>Отвечающий понимает, что задача сформулирована для полубесконечной струны. Для решения таких задач необходимо 1) выписать общее решение задачи, 2) после чего необходимо решить задачу Коши, 3) после чего решается краевая задача, 4) производится сшивка решений в разных областях.</p>	<p>Отвечающий правильно классифицирует уравнение. Понимает основные шаги решения подобных уравнений: 1) общее решение, 2) решение задачи Коши, 3) решение краевой задачи, 4) сшивка решений в разных областях.</p>	<p>Отвечающий затрудняется определить тип уравнения и классифицировать тип задачи. Затрудняется выписать основные шаги решения задачи.</p>
<p>Решите задачу:</p> $u_{tt} = \Delta u + (x^2 + y^2) \sin t, t > 0, (x, y, z) \in \mathbb{R}^3,$ $u _{t=0} = (2x - y + 2z) \sin(2x - y + 2z)^2,$ $u_t _{t=0} = 0$	<p>Понимает общие принципы решений уравнений в частных производных. Записывает частное решение задачи. Формулирует решение задачи в виде суммы решений двух задач. Получает правильное решение.</p>	<p>Затрудняется сформулировать принципы решений уравнений в частных производных. Способен записать частное решение задачи. Формулирует решение задачи в виде суммы решений двух задач. Получает</p>	<p>Фрагментарно понимает общие принципы решений уравнений в частных производных. Способен записать частное решение. Формулирует решение задачи в виде суммы решений двух задач.</p>

		правильное решение.	
Сформулировать основные уравнения математической физики. Привести примеры математических моделей различных физических процессов;	Имеет четкое представление об основных уравнениях математической физики. Имеет четкое представление о математических моделях различных физических процессов.	Имеет представление об основных уравнениях математической физики. Имеет представление о математических моделях различных физических процессов.	Имеет представление, но допускает неточности об основных уравнениях математической физики. Имеет представление, но допускает неточности о математических моделях различных физических процессов.
Как производится постановка начально-граничных и граничных задач для уравнений математической физики.	Имеет четкое представление о постановках начально-граничных и граничных задач для уравнений математической физики.	Имеет представление о постановках начально-граничных и граничных задач для уравнений математической физики.	Имеет представление, но делает ошибки о постановках начально-граничных и граничных задач для уравнений математической физики.

## V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 1) Рекомендуемая литература

#### а) основная литература

1. Карчевский М. М. Лекции по уравнениям математической физики [Электронный ресурс]: учеб. пособие. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 164 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72982>.

#### б) дополнительная литература

1. Курс математики для технических высших учебных заведений. Часть 3. Дифференциальные уравнения. Уравнения математической физики. Теория оптимизации [Электронный ресурс]: учеб. пособие. / В. (. Миносцев



[и др.] — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 528 с. — Режим доступа:  
<https://e.lanbook.com/book/30426>.

2) Программное обеспечение

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1.ЭБС«ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com);

2.ЭБС «Университетская библиотека онлайн»<https://biblioclub.ru/>;

3.ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

[www.math.ru](http://www.math.ru), [www.exponenta.ru](http://www.exponenta.ru)

## **VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

*– планы практических (семинарских) занятий*

*Модуль 1 (30 баллов)*

1. Повторение основных дифференциальных операторов и интегральных тождеств.
2. Запись основных дифференциальных операций в произвольных координатных системах
3. Классификация и приведение к каноническому виду уравнений второго порядка в частных производных
4. Классификация и приведение к каноническому виду уравнений второго порядка в частных производных (Продолжение)
5. Общий интеграл уравнений в частных производных
6. Постановка краевых задач приводящих к уравнениям гиперболического типа
7. Постановка краевых задач приводящих к уравнениям параболического типа
8. Постановка краевых задач приводящих к уравнениям эллиптического типа
9. Решение уравнения колебаний струны методом разделения переменных

*Модуль 2 (30 баллов)*

10. Решение уравнения теплопроводности методом разделения переменных
11. Коллоквиум
12. Специальные функции
13. Гармонические функции и их свойства
14. Виды интегральных преобразований
15. Использование интегральных преобразований для решения уравнений в частных производных
16. Метод функций Грина решения задачи Коши для уравнений параболического типа.
17. Исследование нелинейных уравнений физики
18. Повторение основных методов исследования уравнений математической физики

*– сборники задач:*

1. Б.М. Будаг, А.А. Самарский, А.Н. Тихонов Сборник задач по математической физике М.Физмалит 2003

*– методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов:*

1. Изучить рекомендуемую литературу.
2. Просмотреть задачи, разобранные на аудиторных занятиях.
3. Разобрать задачи, рекомендованные преподавателем для самостоятельного решения, используя, при необходимости, примеры решения аналогичных задач.
4. Обсудить проблемы, возникшие при решении задач с преподавателем.

***Требования к рейтинг-контролю.*** В течение семестра два раза (на модульных неделях) необходимо:

- 1) выполнить контрольную работу за модуль (максимальное число баллов за работу 10)

2) сдать преподавателю решения домашних задач, полученных из указанных сборников задач (максимальное число баллов за модуль 20),

3) ответить на теоретические вопросы на экзамене (максимальное число баллов 40).

Примеры экзаменационных вопросов:

1. Классификация уравнений 2-го порядка.
2. характеристическое уравнение (характеристики).
3. Основные дифференциальные операции над скалярными и векторными полями.
4. Формулы Стокса и Гаусса-Остроградского.
5. Вид уравнений Лапласа, Пуассона, Гельмгольца, теплопроводности, колебаний.
6. Постановка основных задач МФ (краевые и начальные условия, установившийся режим, задача Коши).
7. Корректность задач МФ.
8. Формула Д'Аламбера.
9. Задача Штурма-Лиувилля (СЗ и СФ задачи).
10. Теорема Стеклова.
11. Норма, ортогональность.
12. Полнота, замкнутость системы функций.
13. Цилиндрические функции (их асимптотика и поведение в нуле).
14. Ортогональные полиномы.
15. Полиномы Лежандра (основные свойства).
16. Обобщенный ряд Фурье.
17. Основные криволинейные ортогональные системы координат.
18. Гамма функция.
19. Понятие обобщенных функций, функция Дирака, Хевисайда.
20. Идея метода функций Грина и метода потенциалов.
21. Фундаментальные решения уравнений теплопроводности, Лапласа, Гельмгольца.

22. Метод конечных разностей (записать разностное уравнение), дать понятие сходимости, точности, устойчивости разностных схем.

23. Примеры нелинейных уравнений (уравнение КДФ, Навье-Стокса).

– *темы рефератов:*

1. Использование системы MAPLE для решения задач математической физики

2. Уравнения в частных производных и фундаментальные законы природы

3. Почему основные уравнения физики не содержат производных выше второго порядка?

4. Принцип Дюамеля для дифференциальных уравнений с частными производными

5. Численные методы решения уравнений в частных производных

Защита реферата дает 30 баллов, которые могут засчитываться вместо решения домашних задач.

## **VII. Материально-техническое обеспечение**

Лекции и практические занятия проводятся в аудиториях, оснащенных мультимедийной техникой.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Лекционная аудитория № 228 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1. Мультимедийный проектор Casio XJ-H2650 с потол. крепл. 2. Экран Screen Media 3. Ноутбук (переносной) 4. Комплект учебной мебели на 68 посадочных мест 5. Меловая доска	Microsoft Windows 10 Enterprise MS Office 365 pro plus Acrobat Reader DC - бесплатно Google Chrome – бесплатно
---	---	---

## **VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины**

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
--------	---	------------------------------	---

1.			
2.			