

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет  
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**Институт физики и математики**

**Кафедра геофизики и экологии**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Руководитель образовательной  
программы \_\_\_\_\_ М.Х. Хоконов**

**Директор института  
\_\_\_\_\_ Б.И. Кунижев**

**« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.**

**« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«ЛИНЕЙНЫЕ И НЕЛИНЕЙНЫЕ УРАВНЕНИЯ ФИЗИКИ»**

**Направление подготовки (специальность)  
03.03.02 – Физика  
(наименование направления подготовки)**

**Профиль подготовки:  
«Физика конденсированного состояния вещества»  
«Медицинская физика»**

**Квалификация (степень) выпускника  
Бакалавр**

**Форма обучения  
очная**

**Нальчик 2022г.**

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Линейные и нелинейные уравнения физики» / сост. П.К. Коротков – Нальчик: КБГУ, 2022. – 30 с.

Рабочая программа предназначена для студентов очной (заочной) формы обучения по направлению подготовки 03.03.02 Физика 5 семестра, 3 курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика высшего образования (бакалавриат), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «7» августа 2020 г. № 891, который зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г., регистрационный № 59412. (ред. от 26.11.2020г.).

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи освоения дисциплины	4
2.	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	4
3.	Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
4.	Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
5.	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	8
6.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	15
7.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	18
7.1.	<i>Нормативно-законодательные акты</i>	18
7.2.	<i>Основная литература</i>	18
7.3.	<i>Дополнительная литература</i>	18
7.4.	<i>Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)</i>	19
7.5.	<i>Интернет-ресурсы</i>	19
7.6.	<i>Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы</i>	22
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	25
9.	Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля)	28
10.	Приложение 2. Распределение баллов текущего и рубежного контроля	29
11.	Приложение 3. Шкала оценивания планируемых результатов обучения	29

## **1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Цель** дисциплины «Линейные и нелинейные уравнения физики» является:

формирование умений и навыков математической формулировки физических задач, решения дифференциальных уравнений в частных производных; освоение основных приемов решения практических задач по темам дисциплины; применение математических методов и элементов научных исследований в физических приложениях; развитие четкого логического мышления.

### **Основные задачи дисциплины:**

- ознакомить с основными уравнениями движения математической физики, а также с наиболее важными следствиями из этих уравнений; изучение методов математической физики;
- изучение основных понятий и законов физики выраженных через математические формулировки;
- овладение важнейшими методами решения научно-технических задач в области линейных и нелинейных уравнений физики, основными алгоритмами математического моделирования физических явлений;
- формирование устойчивых навыков по применению фундаментальных положений теории решения уравнений математической физики.

Вне зависимости от уровня программы, в результате изучения линейных и нелинейных уравнений физики студенты должны приобрести знания, умения и навыки, применяемые в их последующем обучении и профессиональной деятельности.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Линейные и нелинейные уравнения физики» относится к обязательной части Блока 1 учебного плана - ФГОС 3++ ВО 03.03.02. Физика.

Вне зависимости от уровня программы, в результате изучения дисциплины, обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, применяемые в их последующем обучении и профессиональной деятельности.

При изучении курса «Линейные и нелинейные уравнения физики», студент должен свободно владеть в первую очередь математическим аппаратом. Уметь применять физико-математические методы для решения общих задач по линейным и нелинейным уравнениям физики, являются фундаментом при освоении многих дисциплин, как профессионального цикла. Изучение курса «Линейные и нелинейные уравнения физики», необходимо как предшествующее для специальных дисциплин по направлениям подготовки 03.03.02 Физика (Профиль «Физика конденсированного состояния вещества») и 03.03.02 Физика (Профиль: «Медицинская физика»).

Дисциплина позволит расширить теоретическую подготовку бакалавра, получить практические навыки.

Освоение основных положений данной дисциплины необходимо для прохождения преддипломной практики и написания выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)**

Изучение дисциплины «Линейные и нелинейные уравнения физики» направлена на формирование следующих компетенций:

*Профили: «Физика конденсированного состояния вещества» и «Медицинская физика»:*

### **общефессиональные компетенции (ОПК):**

- Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- Способен проводить научные исследования физических явлений, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные и численные результаты (ОПК-2).

### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

#### **Знать:**

- базовые методы физико-математических исследований физических процессов;
- предметную область, категориальный аппарат, структуру, уровни и функции предмета;
- экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в этой области;
- классы дифференциальных уравнений в частных производных первого и второго порядков, а также методы их решения.
- Теоретические и практические основы и базовые представления о физических явлениях и процессах протекающих в них.
- свойства и структуры физических процессов, основные факторы, закономерности процессов, происходящих в сложных системах
- информационные технологии с учетом отечественного и зарубежного опыта.

#### **Уметь:**

- применять базовые знания при использовании методов физических исследований и интерпретации полученных результатов;
- исследовать теоретические и экспериментальные физические вопросы. Излагать в устной и письменной форме результаты своего исследования и аргументировано отстаивать свою точку зрения в дискуссии;
- анализировать конкретные физические процессы, характер и масштабы изменения этих процессов и выбрать подходящие математические модели количественного расчета этих процессов;
- применять физические и математические законы к решению конкретных задач математической физики;
- выстраивать взаимосвязи между физическими науками; ориентироваться по общезначимым и тематическим картам; объяснять изменения физического состояния в природе, формулировать выводы, приводить примеры, комментировать графики, таблицы, схемы.
- проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы

#### **Владеть:**

- методами решения некоторых классов дифференциальных уравнений в частных производных первого и второго порядков;
- методами решения задач математической физики уравнений параболического, эллиптического и гиперболического типа.
- навыками работы с учебной литературой и электронными базами данных для решения поставленных задач;
- методами исследования физических процессов и явлений, навыками анализа экспериментальных и теоретических данных;
- способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.

### **4. Содержание и структура дисциплины (модуля)**

#### **Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля)**

Тестирование (Т), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК).

№ раздела	Наименование раздела/тема	Содержание раздела	Форма текущего контроля <sup>1</sup>	Код контролируемой компетенции (или ее части)
1	<b>Введение. Физические явления, описываемые уравнениями математической физики</b>	Введение. Цели, задачи, связь с другими науками. Основные физические явления, описываемые уравнениями математической физики.	К, Т, РК	ОПК-1
2	<b>Уравнение гиперболического типа</b>	Физические задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа. Вынужденные колебания струны, закрепленной на концах. Метод разложения в ряд по собственным функциям.	К, Т, РК	ОПК-1
3	<b>Уравнение параболического типа</b>	Основные задачи, приводящие к уравнениям параболического типа: уравнение теплопроводности; уравнение диффузии. Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности. Решение уравнения теплопроводности для стержня методом разделения переменных.	К, Т, РК	ОПК-1
4	<b>Уравнение эллиптического типа</b>	Основные задачи, приводящие к уравнению эллиптического типа. Уравнение Лапласа и Пуассона. Потенциальное течение жидкости. Потенциал электростатического поля. Постановка краевых условий для уравнений эллиптического типа. Типы краевых задач для уравнений Лапласа.	К, Т, РК	ОПК-1
5	<b>Методы конечных разностей</b>	Основные понятия. Сетки и сеточные функции. Разностная аппроксимация дифференциальных операторов. Погрешность аппроксимации.	К, Т, РК	ОПК-1, ОПК-2
6	<b>Специальные функции. Цилиндрические функции</b>	Общая схема метода разделения переменных. Уравнение специальных функций. Самосопряженная форма записи линейных дифференциальных уравнений второго порядка. Постановка краевых задач для уравнения специальных функций. Степенные ряды. Рекуррентные формулы. Краевые задачи для уравнения Бесселя. Функции Ханкеля и Неймана	К, Т, РК	ОПК-1, ОПК-2

<sup>1</sup> В графе 4 приводятся планируемые формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), домашнего задания (ДЗ) написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т) и т.д.

На изучение курса отводится 108 часов (3 з.е.), из них: контактная работа 85 ч., в том числе лекционных – 34 часа; семинарских – 51 час; самостоятельная работа студента 14 часов; завершается зачетом с оценкой (9 часов).

### Структура дисциплины (модуля) «Линейные и нелинейные уравнения физики»

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часов / зачетных единиц	
	5 семестр	всего
<b>Общая трудоемкость (в зачетных единицах)</b>	<b>108</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
<i>Лекции (Л)</i>	<i>34</i>	<i>34</i>
<i>Практические занятия (Семинарские занятия)</i>	<i>51</i>	<i>51</i>
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>
<b>Самостоятельная работа (в часах):</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
Расчетно-графическое задание	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Реферат (Р)	<i>Не предусмотрен</i>	<i>Не предусмотрен</i>
Эссе (Э)	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Контрольная работа (КР)	<i>Не предусмотрена</i>	<i>Не предусмотрена</i>
Самостоятельное изучение разделов	8	8
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	6	6
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	<i>Не предусмотрен</i>	<i>Не предусмотрен</i>
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	<b>Зачет с оценкой</b>

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1.	<b>Физические явления, описываемые уравнениями математической физики.</b> Введение. Цели, задачи, связь с другими науками. Основные физические явления, описываемые уравнениями математической физики.
2.	<b>Уравнениям гиперболического типа.</b> Физические задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа. Вынужденные колебания струны, закрепленной на концах. Метод разложения в ряд по собственным функциям.
3.	<b>Уравнения параболического типа.</b> Основные задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Уравнение теплопроводности. Уравнение диффузии.
4.	<b>Постановка краевых задач.</b> Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности. Решение уравнения теплопроводности для стержня методом разделения переменных
5.	<b>Уравнения эллиптического типа.</b> Основные задачи, приводящие к уравнению эллиптического типа. Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона. Потенциальное течение жидкости.
6.	<b>Уравнения эллиптического типа. Постановка краевых условий.</b> Потенциал электростатического поля. Постановка краевых условий для уравнений эллиптического типа. Типы краевых задач для уравнений Лапласа.
7.	<b>Сетки и сеточные функции.</b> Основные понятия. Сетки и сеточные функции. Разностная аппроксимация дифференциальных операторов. Погрешность аппроксимации.
8.	<b>Специальные функции.</b> Введение. Общее уравнение теории специальных функций. Общая

	схема метода разделения переменных. Самосопряженная форма записи линейных дифференциальных уравнений второго порядка. Постановка краевых задач для уравнения специальных функций.
9.	<b>Цилиндрические функции.</b> Степенные ряды. Рекуррентные формулы. Краевые задачи для уравнения Бесселя. Функции Ханкеля и Неймана.

Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия)

№ п/п	Тема
1.	Вынужденные колебания и колебания в среде с сопротивлением; уравнения с постоянными коэффициентами
2.	Физические задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа; постановка краевых задач.
3.	Свободные колебания в среде без сопротивления; уравнения с постоянными коэффициентами.
4.	Уравнение продольных колебаний стержней и струн. Энергия колебаний струны.
5.	Решения уравнения теплопроводности для конечного стержня.
6.	Решение уравнения теплопроводности для стержня методом разделения переменных.
7.	Распространение тепла на бесконечной прямой. Функция источника для неограниченной области.
8.	Уравнение теплопроводности с неоднородными краевыми условиями.
9.	Задачи, приводящие к уравнениям эллиптического типа. Постановка краевых задач.
10.	Разностная аппроксимация дифференциальных операторов. Погрешность аппроксимации.
11.	Постановка краевых задач для уравнения специальных функций.

Таблица 5. Лабораторные работы по дисциплине (модулю) – не предусмотрены

№ п/п	Тема

Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	Классификация дифференциальных уравнений с частными производными
2.	Уравнение малых поперечных колебаний струны.
3.	Общие свойства гармонических функций. Единственность и устойчивость первой краевой задачи. Изолированные особые точки.
4.	Регулярность гармонической функции трех переменных в бесконечности. Теорема единственности.
5.	Аппроксимация простейших дифференциальных операторов. Устойчивость. Метод конечных разностей для решения задачи Дирихле.
6.	Степенные ряды. Рекуррентные формулы. Асимптотический порядок цилиндрических функций.
7.	Функции Ханкеля. Функции Ханкеля и Неймана.

#### 5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные критерии «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих критериев происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.



В ходе изучения дисциплины предусматриваются **текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация**.

Контроль текущей успеваемости проводится по действующей в КБГУ рейтинговой системе в соответствии с утверждёнными положениями и нормативными актами. Промежуточные аттестации проводятся 3 раза в семестре по календарным графикам деканата. В зависимости от успешности обучения студенту каждый раз выставляется количество баллов:

1 рейтинг - 23; 2 рейтинг - 23; 3 рейтинг - 24.

При подсчёте баллов учитываются: посещаемость занятий, коллоквиум, результаты компьютерного тестирования и практические занятия.

**5.1. Оценочные материалы для текущего контроля.** Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

**Текущий контроль** успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Линейные и нелинейные уравнения физики» и включает: ответы на теоретические вопросы на семинаре, решение практических задач и выполнение заданий на семинарском занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок, дискуссии.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

#### **5.1.1. Вопросы для коллоквиума по темам дисциплины**

##### **Коллоквиум № 1**

1. Цель, задачи дисциплины, связь с другими науками.
2. Основные физические явления, описываемые уравнениями математической физики.
3. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными.
4. Физические задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа.
5. Вынужденные колебания струны, закрепленной на концах.
6. Метод разложения в ряд по собственным функциям.
7. Уравнение малых поперечных колебаний струны. Уравнение продольных колебаний стержней и струн.
8. Энергия колебаний струны.

##### **Коллоквиум № 2**

1. Основные задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа: уравнение теплопроводности; уравнение диффузии. Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности.
2. Распространение тепла на бесконечной прямой.
3. Основные задачи, приводящие к уравнению эллиптического типа.
4. Уравнение Лапласа и Пуассона.
5. Потенциальное течение жидкости.
6. Потенциал электростатического поля.
7. Постановка краевых условий для уравнений эллиптического типа.
8. Типы краевых задач для уравнений Лапласа.

##### **Коллоквиум № 3**

1. Основные понятия. Сетки и сеточные функции.
2. Разностная аппроксимация дифференциальных операторов. Погрешность аппроксимации.
3. Общая схема метода разделения переменных.
4. Уравнение специальных функций.

5. Самосопряженная форма записи линейных дифференциальных уравнений второго порядка.
6. Постановка краевых задач для уравнения специальных функций.
7. Общие свойства гармонических функций.
8. Метод конечных разностей для решения задачи Дирихле.
9. Функции Ханкеля и Неймана.

#### ***Критерии формирования оценок (оценивания) коллоквиума по темам дисциплины***

Данный опрос является одним из основных способов учёта знаний студентов по дисциплине «Линейные и нелинейные уравнения физики», который может быть осуществлен, как в письменной, так и в устной форме. Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения. При оценке ответа студента следует руководствоваться следующими критериями, учитывать:

- полноту и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа.

#### ***В результате коллоквиума обучающихся оценивают по следующим критериям:***

*«отличный (высокий) уровень компетенции»* - ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, решено 100% задач;

*«хороший (нормальный) уровень компетенции»* - ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

*«удовлетворительный (минимальный, пороговый) уровень компетенции»* – ставится за работу, если бакалавр правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач.

*«неудовлетворительный (ниже порогового) уровень компетенции»* – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач.

Итоговый балл, в соответствии с установленными критериями, определяется преподавателем. Максимальное количество баллов за данный вид контроля может составлять от **0 – 10 баллов**.

#### ***5.1.2. Методические рекомендации по решению задач.***

Приступая к самостоятельному решению задач, необходимо внимательно прочесть контент по соответствующему вопросу темы. При решении задачи необходимо записать дано, сделать рисунок (при необходимости), записать основные законы, необходимые для решения задачи, произвести математические преобразования и записать ответ с единицами измерения.

#### ***Критерии формирования оценок (оценивания) по заданиям (типовые задачи)***

*«отлично»* (5 баллов) - обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал информацию. Свободно использует необходимые формулы при решении задач;

*«хорошо»* (4 балл) - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в процессе решения задач;

*«удовлетворительно»* (3 балла) - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении

задач;

**«неудовлетворительно»** (менее 2 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач.

### **5.1.3. Оценочные материалы: Типовые тестовые задания по дисциплине**

*Тест* – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений студента.

Примеры тестовых заданий:

1. Температура нестационарного теплового поля удовлетворяет дифференциальному уравнению теплопроводности:

+:  $u_t = a^2 \Delta u$

-:  $u_t = -a^2 \Delta u$

-:  $u_t = a^2 + \Delta u$

-:  $u_t = a^2 \Delta u(x, y, z, \xi)$

2. Первую краевую задачу для уравнения Лапласа часто называют задачей:

+: Дирихле

-: Неймана

-: Грина

-: Больцмана

3. Вторую краевую задачу для уравнения Лапласа часто называют задачей:

+: Неймана

-: Дирихле

-: Грина

-: Пуассона

4. Специальные функции – представляются в виде:

+: рядов и интегралов

-: только в виде рядов

-: только в виде интегралов

5. Любое линейное дифференциальное уравнение ... может быть записано в самосопряженной форме.

+: 2-го порядка

-: 1-го порядка

-: 3-го порядка

-: 1-го рода

6. Уравнение, описывающее процесс колебаний может выглядеть следующим образом:

+:  $\rho(x)u_{xx} = \frac{\partial}{\partial x} \left[ k(x) \frac{\partial u}{\partial x} \right] - q(x)u, \quad 0 < x < l$

-:  $\rho(x)u_{xx} = \frac{\partial}{\partial x} \left[ \frac{\partial u}{\partial x} \right] - q(x)u, \quad 0 > x > l$

$$\rho(x) = \frac{\partial}{\partial x} - q(x)u, \quad 0 < x < l$$

$$\rho(x) = -\frac{\partial}{\partial x} + q(x), \quad 0 < y < \rho$$

7. Конечная система алгебраических уравнений, поставленная в соответствие какой-либо дифференциальной задаче, содержащей дифференциальное уравнение и дополнительные условия называют:

+: разностной схемой

-: разностной функцией

-: дифференциальными уравнениями 2-го рода

-: дифференциальными уравнениями 1-го рода

8. Для решения эллиптической задачи методом конечных разностей на расчётной области:

+: строится сетка

-: задаются начальные условия

-: задаются граничные условия

-: строится аппроксимация

9. Оператор Лапласа в декартовой системе координат записывается в виде:

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

$$\Delta = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

$$\Delta = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2}$$

10. Уравнение диффузии относится к уравнениям ... типа.

+: параболического

-: гиперболического

-: эллиптического

-: эклиптического

11. Количество тепла, протекающее через сечение стержня площади  $S$  за единицу времени, дается следующей экспериментальной формулой:

$$Q = -k \frac{u_2 - u_1}{l} S = -k \frac{\partial u}{\partial x} S$$

$$Q = -k \frac{u_2 - u_1}{l} S = 0$$

$$Q = -k \frac{u_2 - u_1}{l} \frac{S}{r} = \frac{\partial u}{\partial x} S$$

$$Q = k \frac{u_2 + u_1}{l} = -k \frac{\partial u}{\partial x}$$

12. Коэффициент Фурье:

$$A_n = \frac{2}{l} \int_0^l \varphi(x) \cdot \sin \frac{\pi n x}{l} dx$$

+:

$$A_n = \frac{2}{l} \int_0^l \varphi(x)$$

:-

$$A_n = \frac{2}{l} \int_0^l \varphi(x) \cdot \sin \frac{\pi n x}{l} dy$$

:-

$$A_n = \frac{2}{n} \int_0^2 \varphi(x) \cdot \sin \frac{\pi n x}{l} dn$$

:-

**Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:**

(5 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 90 - 100 % предложенных тестовых заданий;

(4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 70-89 % от общего объема заданных тестовых заданий;

(3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 50 – 69% от общего объема заданных тестовых заданий;

(2 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 30-49 % от общего объема заданных тестовых заданий.

(1 балл) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 10-29 % от общего объема заданных тестовых заданий.

**5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля.** Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится *три таких контрольных мероприятия по графику.*

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре течении учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

**5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации.**

*Целью промежуточных аттестаций* по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Линейные и нелинейные уравнения физики» в виде проведения экзамена.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

**Вопросы к зачету с оценкой (контролируемая компетенция ОПК-1 и ОПК-2)**

1. Введение. Основные физические явления, описываемые уравнениями математической физики.
2. Методы решения задач математической физики.
3. Классификация уравнений математической физики.
4. Линейные и нелинейные уравнения.
5. Приведение к каноническому виду линейных уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными.
6. Уравнение гиперболического типа.
7. Физические задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа.
8. Вынужденные колебания струны, закрепленной на концах.
9. Метод разложения в ряд по собственным функциям.
10. Уравнение параболического типа.
11. Основные задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа.
12. Уравнение теплопроводности; уравнение диффузии.
13. Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности.
14. Решение уравнения теплопроводности для стержня методом разделения переменных.
15. Уравнение эллиптического типа.
16. Основные задачи, приводящие к уравнению эллиптического типа.
17. Уравнение Лапласа и Пуассона.
18. Потенциальное течение жидкости. Потенциал электростатического поля.
19. Постановка краевых условий для уравнений эллиптического типа.
20. Типы краевых задач для уравнений Лапласа.
21. Методы конечных разностей. Основные понятия.
22. Сетки и сеточные функции.
23. Разностная аппроксимация дифференциальных операторов. Погрешность аппроксимации.
24. Специальные функции.
25. Общая схема метода разделения переменных.
26. Уравнение специальных функций.
27. Самосопряженная форма записи линейных дифференциальных уравнений второго порядка.
28. Постановка краевых задач для уравнения специальных функций.

***Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:***

**«отличный (высокий) уровень компетенции»** (25-30 баллов) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, решено 100% задач;

**«хороший (нормальный) уровень компетенции»** (20-24 балла) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

**«удовлетворительный (минимальный пороговый) уровень компетенции»** (15-19 баллов) – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач

**«неудовлетворительный (ниже порогового) уровень компетенции»** (менее 15 баллов) – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму

для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач

#### **6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 –баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Линейные и нелинейные уравнения физики» является экзамен.

В период подготовки к экзамену студенты вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к зачету включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к зачету обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На зачет или экзамен выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной / устной форме.

При проведении экзамена в письменной (устной) форме ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые могут включать в себя: тестовые задания; теоретические вопросы; задачи или ситуации. Формулировка теоретических заданий совпадает с формулировкой перечня экзаменационных вопросов, доведенных до сведения студентов накануне экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более десяти студентов на одного преподавателя, принимающего экзамен. На подготовку ответа на билет на экзамене отводится 40 минут.

При проведении письменного экзамена на работу отводится до 60 минут.

Результат устного или письменного экзамена выражается оценками:

#### **Критерии оценки качества освоения дисциплины**

**Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

**Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

**Не допуск – от 0 до 35 баллов** – во время прохождения учебных занятий обучающийся не набрал пороговое количество баллов и не допускается к прохождению промежуточной аттестации.

**Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке**

Результаты обучения (компетенции)	Индикаторы достижений	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
<b>(ОПК-1)</b> Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	<b>ОПК-1.1:</b> Способен применять базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук	<b>Знать:</b> – базовые методы физико-математических исследований физических процессов; – предметную область, категориальный аппарат, структуру, уровни и функции предмета; – классы дифференциальных уравнений в частных производных первого и второго порядков, а также методы их решения.	Типовые оценочные материалы для коллоквиума (раздел 5.1.1); Типовые задачи для практических занятий (раздел 5.1.2); типовые тестовые задания (раздел 5.1.3.). Зачет с оценкой
		<b>Уметь:</b> – применять базовые знания при использовании методов физических исследований и интерпретации полученных результатов; – решать физические задачи и использовать при решении задач основные законы	
		<b>Владеть:</b> – базовыми понятиями фундаментальной физики, понимать состояния и динамику развития основных процессов протекающих в сложных системах – навыками работы с учебной литературой и электронными базами данных для решения поставленных задач	
	<b>ОПК-1.2:</b> Способен использовать при решении профессиональных задач знания, полученные в области	<b>Знать:</b> - Теоретические и практические основы и базовые представления о физических явлениях и процессах протекающих в них. - свойства и структуры физических процессов, основные факторы,	



	математических и (или) естественных наук	закономерности процессов, происходящих в сложных системах	
		<b>Уметь:</b> - анализировать конкретные физические процессы, характер и масштабы изменения этих процессов и выбрать подходящие математические модели количественного расчета этих процессов	
		<b>Владеть:</b> – методами решения некоторых классов дифференциальных уравнений в частных производных первого и второго порядков; – методами решения задач математической физики уравнений параболического, эллиптического и гиперболического типа;	
	<b>ОПК-1.3:</b> Способен выбирать физические модели и методы решения задач профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> – экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в этой области. <b>Уметь:</b> - выстраивать взаимосвязи между физическими науками; ориентироваться по общезначимым и тематическим картам; объяснять изменения физического состояния в природе, формулировать выводы, приводить примеры, комментировать графики, таблицы, схемы. <b>Владеть:</b> - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	
<b>ОПК-2:</b> Способен проводить научные исследования физических явлений, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные и численные результаты	<b>ОПК-2.1:</b> Составляет отчеты по научно-исследовательской деятельности, включая анализ и обработку экспериментальных и численных результатов	<b>Знать:</b> - составляет отчеты по научно-исследовательской деятельности, включая анализ и обработку экспериментальных и численных результатов	Типовые оценочные материалы для коллоквиума (раздел 5.1.1); Типовые задачи для практических занятий (раздел 5.1.2); типовые тестовые задания (раздел 5.1.3.). Зачет с оценкой
		<b>Уметь:</b> - исследовать теоретические и экспериментальные физические вопросы. - проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы <b>Владеть:</b> – навыками работы с учебной литературой и электронными базами данных для решения поставленных задач	
	<b>ОПК-2.2:</b> Способен представлять	<b>Знать:</b> - предметную область, категориальный	

	результаты исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций	аппарат, структуру, уровни и функции предмета; - информационные технологии с учетом отечественного и зарубежного опыта.	
		<b>Уметь:</b> - применять физические и математические законы к решению конкретных задач математической физики - излагать в устной и письменной форме результаты своего исследования и аргументировано отстаивать свою точку зрения в дискуссии	
		<b>Владеть:</b> - методами исследования физических процессов и явлений, навыками анализа экспериментальных и теоретических данных	

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит критично, оценить следующие компетенции: **ОПК-1:** Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности и **ОПК-2:** Способен проводить научные исследования физических явлений, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные и численные результаты.

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1. Нормативно-законодательные акты

1. Приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 N 891 (ред. от 26.11.2020) "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата)" (Зарегистрировано в Минюсте России 24.08.2020 N 59412).

### 7.2. Основная литература

1. Ильин, А. М. Уравнения математической физики: учебное пособие / А. М. Ильин. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 192 с. - ISBN 978-5-9221-1036-5. // Лань: электронно-библиотечная система. (<https://e.lanbook.com/book/2181>)
2. Емельянов В. М., Рыбакина Е. А. Уравнения математической физики / Издательство: Лань, С.-П., 2008г.
3. Абдрахманов В.Г., Булгакова Г.Т. Уравнения математической физики: теория и практика: Учебное пособие. - М.: ФЛИНТА, 2014. (<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976519886.html>).
4. Крупин В.Г., Павлов А.Л., Попов Л.Г. Высшая математика. Уравнения математической физики. Сборник задач с решениями: учебное пособие. - М.: Издательский дом МЭИ, 2011. (<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010754.html>).

### 7.3. Дополнительная литература

1. Барашков В.А. Методы математической физики: Учебное пособие. Издательство: Сибирский Федеральный университет, 2012 г.
2. Полянин А.Д., Зайцев В.Ф., Журов А.И. Методы решения нелинейных уравнений математической физики и механики. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. (<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922105392.html>).
3. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики: Учебное пособие. М.:

- Наука, 1977.
- Алгазин О.Д. Краевые задачи для аналитических функций и их приложение к решению задач математической физики. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011.  
([http://www.studentlibrary.ru/book/bauman\\_0115.html](http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0115.html)).
  - Тверская Е.С., Чигирева О.Ю. Решение краевых задач для уравнения Лапласа: метод. указания к выполнению домашнего задания по курсу «Уравнения математической физики». - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009.  
([http://www.studentlibrary.ru/book/bauman\\_0022.html](http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0022.html)).
  - Арсенин В.Я. Методы математической физики и специальные функции: Учебное пособие. М.: Наука, 1984.
  - Павленко А.Н., Пихтилькова О.А. Уравнения математической физики: Учебное пособие. Издание: Оренбург ОГУ, 2013 г.

#### 7.4. Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)

Отдельные статьи по данной дисциплине опубликованы в различных физических журналах.

#### 7.5. Интернет-ресурсы

При изучении дисциплины «Линейные и нелинейные уравнения физики» студентам полезно пользоваться следующими Интернет – ресурсами:

#### **Перечень актуальных электронных информационных баз данных, к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2022-2023 уч.г.)**

№п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	<b>Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)</b>	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ»	Полный доступ
2.	<b>База данных Science Index (РИНЦ)</b>	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ» Лицензионный договор Science Index №SIO-741/2022 от 19.07.2022 г. Активен до 31.07.2023г.	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ

3.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a> <a href="http://www.mediccollegelib.ru">http://www.mediccollegelib.ru</a>	ООО «Политехресурс» (г. Москва) <b>Договор №310СЛ/08-2021</b> От 30.09.2021 г. Активен до 30.09.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
4.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>	ООО «Политехресурс» (г. Москва) <b>Договор №701КС/02-2022</b> от 13.04.2022 г. Активен до 19.04.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) <b>Договор №6ЕП/223</b> от 15.02.2022 г. Активен до 28.02.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
6.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	<a href="https://нэб.рф">https://нэб.рф</a>	ФГБУ «Российская государственная библиотека» <b>Договор №101/НЭБ/1666-п</b> от 10.09.2020г. Сроком на 5 лет	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
7.	ЭБС «IPRbooks»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиозаписей.	<a href="http://iprbooks.hop.ru/">http://iprbooks.hop.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов) <b>Договор №9200/22П</b> от 08.04.2022 г. Активен до	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

				02.04.2023г.	
8.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №192/ЕП-223</b> От 29.10.2021 г. Активен до 31.10.2022 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ
10.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	<a href="http://www.prlib.ru">http://www.prlib.ru</a>	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) <b>Соглашение от 15.11.2016г.</b> Сроком на 5 лет (с дальнейшей пролонгацией)	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №214)

*7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы*

Учебная работа по дисциплине «Линейные и нелинейные уравнения физики» состоит из контактной работы (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы. Доля контактной учебной работы в общем объеме времени, отведенном для изучения дисциплины, составляет 78,7% (в том числе лекционных занятий – 31,5%, семинарских занятий – 47,2%), доля самостоятельной работы – 13 %. Соотношение лекционных, семинарских, лабораторных и практических занятий к общему количеству часов соответствует учебному плану Направлений 03.03.02 – Физика, профиль «Физика конденсированного состояния» и 03.03.02 – Физика, профиль: «Медицинская физика».

Для подготовки к семинарским занятиям необходимо рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

### ***Методические рекомендации по изучению дисциплины «Линейные и нелинейные уравнения физики» для обучающихся***

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. Необходимо уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий, занести в свою рабочую тетрадь темы и сроки проведения семинаров, написания учебных и творческих работ. При изучении дисциплины студенты: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, готовят домашнее задание и сообщения к практическим занятиям; выполняют самостоятельную работу, участвуют при проведении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий.

Курс изучается на лекциях, семинарах, при самостоятельной и индивидуальной работе студентов. Студент для полного освоения материала не должен пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы в соответствии с программой подготовки по данной дисциплине. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к семинарским занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов семинарских занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по темам дисциплины. Студенты должны регулярно готовиться к семинарским занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе.

### ***Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции***

Во время лекционных занятий необходимо конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категории и законы. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

### ***Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям***

Семинары – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии студентов. Семинары способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы студентов. Целью семинарских занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных

студентами на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе практических работ студенты воспринимают и осмысливают новый учебный материал. Практические занятия носят систематический характер, регулярно следуя за каждой лекцией или двумя-тремя лекциями.

В ходе подготовки к семинарскому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем практические задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы.

Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

На семинарах студенты учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности. Следует иметь в виду, что подготовка к семинару зависит от формы, места проведения семинара, конкретных заданий и поручений.

### ***Методические рекомендации по организации самостоятельной работы***

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Самостоятельная работа студентов направлена на приобретение студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- самоорганизующую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
2. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
3. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
4. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;
5. Выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Студент может получать все задания и методические указания через сервер. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий - это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

### ***Методические рекомендации по работе с литературой***

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

*Предварительное* чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

*Сквозное чтение* предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

*Выборочное* – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

*Аналитическое чтение* – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов



сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.

2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:

- медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
- выделить ключевые слова в тексте;
- постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Минимально необходимый для реализации ОПОП перечень материально-технического обеспечения включает в себя: лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном и имеющие выход в сеть Интернет), помещения для проведения семинарских и практических занятий (оборудованные учебной мебелью), компьютерные классы и др.

По дисциплине «Линейные и нелинейные уравнения физики» имеется презентация по отдельным темам курса, позволяющая наиболее эффективно освоить представленный учебный материал. Занятия лекционного типа, семинарские занятия проводятся в соответствии с отведенным количеством часов, приписанных в ФГОС направления подготовки 03.03.02 Физика.

При проведении занятий лекционного типа, семинарских занятий используются:

*лицензионное программное обеспечение*

– Корпоративная подписка на продукты Windows операционная система и офис (ДОГОВОР №10/ЭА-223);

– Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition (ДОГОВОР № 15/ЭА-223);

– Антиплагиат ВУЗ. (ДОГОВОР № 15/ЭА-223)

*свободно распространяемые программы:*

– WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;

– Foxit PDF Reader – программа для чтения PDF файлов;

## **Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые) - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения,

брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невизуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие) – звукоусиливающая аппаратура, мультимедийные средства и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения зачета/экзамена оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента экзамен может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)**

в рабочую программу по дисциплине «Линейные и нелинейные уравнения физики» по направлениям подготовки 03.03.02 Физика, профиль «Физика конденсированного состояния вещества» и 03.03.02 Физика, профиль: «Медицинская физика» на \_\_\_\_\_ учебный год

№п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры геофизики и экологии  
протокол № \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1-	Посещение занятий	до 10 баллов	до 3 б.	до 3б.	до 4б.
2-	Текущий контроль:	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	Ответ на 5 вопросов	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
	Полный правильный ответ	до 15 баллов	5 б.	5 б.	5 б.
	Неполный правильный ответ	от 3 до 15 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.
	Ответ, содержащий неточности, ошибки	0 б.	0 б.	0 б.	0 б.
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач, написание рефератов, доклад)	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
1.	Рубежный контроль	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	тестирование	от 0- до 12б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.
	коллоквиум	от 0 до 18б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.
	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70баллов	до 23б.	до 23б	до 24б
	Первый этап (базовый)уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36 б.	не менее 12 б.	не менее 12 б	не менее 12 б
	Второй этап (продвинутый)уровень) – оценка «хорошо»	менее 70 б. (51-69 б.)	менее 23 б	менее 23 б	менее 24б
	Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»	не менее 70 б.	не менее 23 б.	не менее 23 б	не менее 24б

Шкала оценивания планируемых результатов обучения

Текущий и рубежный контроль

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	56-70 баллов
4	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных и практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических занятий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «отлично».

		«удовлетворительно».	коллоквиуме на оценки «хорошо».	
--	--	----------------------	---------------------------------	--

### Промежуточная аттестация (экзамен)

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно но (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
4	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос.	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.