

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
“КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ”

Институт географии, геологии, туризма и сервиса  
Кафедра геофизических методов поисков и разведки

“УТВЕРЖДАЮ”

Проректор по учебной работе,  
качеству образования —  
первый проректор

Т. А. Хагуров

“ 23 ” \_\_\_\_\_ 2022 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.33 УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ДЛЯ ГОРНЫХ ИНЖЕНЕРОВ

Специальность 21.05.03 “Технология геологической разведки”

Специализация “Геофизические методы поиска и разведки месторождений  
полезных ископаемых”

Квалификация (степень) выпускника: горный инженер-геофизик

Форма обучения: очная

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины «Уравнения математической физики для горных инженеров» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по специальности 21.05.03 «Технология геологической разведки», утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №977 от 12.08.2020 г.

**Программу составил:**

Захарченко Е.И., канд. техн. наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой геофизических методов поисков и разведки



Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры геофизических методов поисков и разведки

«22» 04 2022 г.

Протокол № 9

И.о. заведующего кафедрой геофизических методов поисков и разведки, канд. техн. наук, доцент



Захарченко Е.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании учебно-методической комиссии Института географии, геологии, туризма и сервиса

«23» 05 2022 г.

Протокол № 5

Председатель учебно-методической комиссии ИГГТиС,  
канд. геогр. наук, доцент



Филобок А.А.

**Рецензенты:**

Гуленко В.И., д-р техн. наук, профессор кафедры геофизических методов поисков и разведки

Рудомаха Н.Н., директор ООО «Гео-Центр»

# **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

## **1.1. Цель освоения дисциплины**

Дисциплина «Уравнения математической физики для горных инженеров» является одним из важных курсов для изучения основных разделов разведочной геофизики, широко применяемой при поисках нефтегазовых месторождений, геологическом картировании, в решении задач инженерной геологии.

Целями освоения дисциплины «Уравнения математической физики для горных инженеров» являются: фундаментальная подготовка в области дифференциальных уравнений с частными производными; овладение аналитическими методами математической физики; овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования в приложениях; приобретение навыков математического моделирования процессов и объектов, разработки математических методов решения задач геофизики.

## **1.2. Задачи изучения дисциплины**

Основными задачами дисциплины «Уравнения математической физики для горных инженеров» являются:

- изучение основных методов нахождения точных решений уравнений математической физики: уравнения Лапласа, уравнения колебаний, уравнений теплопроводности и диффузии;
- изучение основных методов доказательства существования решений начально-краевых задач для указанных уравнений;
- ознакомление с приближенными методами решения этих уравнений;
- практическое применение уравнений математической физики для моделирования различного рода процессов и явлений.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу специалитета, являются горные породы и геологические тела в земной коре, горные выработки.

## **1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Уравнения математической физики для горных инженеров» введена в учебные планы подготовки специалистов (специальность 21.05.03 «Технология геологической разведки») согласно

ФГОС ВО, относится к блоку Б1, к обязательной части (Б1.О). Индекс дисциплины согласно ФГОС — Б1.О.33, читается в пятом семестре.

Дисциплина предусмотрена основной образовательной программой (ООП) КубГУ в объеме 3 зачетных единиц (108 часов, итоговый контроль — зачет).

#### **1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине ( <i>знает, умеет, владеет</i> ( <i>навыки и/или опыт деятельности</i> ))
ОПК-3. Способен применять основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	
ИОПК-3.1. Владеет основными положениями фундаментальных естественных наук и научных теорий	Знает основные типы дифференциальных уравнений с частными производными; основные методы нахождения точных решений уравнений математической физики
	Умеет решать и исследовать основные типы дифференциальных уравнений с частными производными
	Владеет практическими навыками в решении и исследовании основных типов дифференциальных уравнений с частными производными; начальными навыками математического моделирования геолого-геофизических полей
ИОПК-3.2. Применяет основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Знает методы доказательства существования решений начально-краевых задач для уравнений математической физики
	Умеет проводить анализ уравнений математической физики для моделирования геолого-геофизических процессов; ставить задачу с начальными и граничными условиями, классифицировать уравнения математической физики для горных инженеров
	Владеет способностью выполнять наукоемкие разработки в области создания новых технологий геологической разведки, включая моделирование систем и процессов, автоматизацию научных исследований
ПК-3. Способен решать прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики на высоком уровне фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания новейших технологических геофизических процессов	

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
ИПК-3.1. Владеет теоретическими, методическими и алгоритмическими основам создания новейших технологических геофизических процессов	Знает основные понятия теории дифференциальных уравнений с частными производными, определения и свойства математических объектов в этой области, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений; уравнения в частных производных гиперболического, параболического и эллиптического типов
	Умеет применять методы обработки информации, получаемой при геофизических исследованиях с помощью методов математической физики
	Владеет математическим аппаратом уравнений в частных производных; методами решения задач и доказательства утверждений в области уравнений с частными производными
ИПК-3.2. Владеет способностью решать прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики	Знает методы решения дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка
	Умеет применять качественный анализ решений, решать задачи теоретического характера в области уравнений в частных производных; приводить уравнения к каноническому виду, решать поставленную задачу математической физики
	Владеет способностью решать прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики на высоком уровне фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания новейших технологических геофизических процессов

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Виды работ		Всего часов	Форма обучения	
			очная	
			5 семестр (часы)	
<b>Контактная работа, в том числе:</b>		<b>52,2</b>	<b>52,2</b>	
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>				
занятия лекционного типа		34	34	
лабораторные занятия		-	-	
практические занятия		18	18	
<b>Иная контактная работа:</b>				
Контроль самостоятельной работы (КСР)		5	5	
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2	
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>50,8</b>	<b>50,8</b>	
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.). Подготовка к текущему контролю		50,8	50,8	
<b>Контроль:</b>				
Подготовка к экзамену		-	-	
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>52,2</b>	<b>52,2</b>	
	<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	

## 2.2. Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре.

№ раздела	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеаудиторная работа
			Л	ЛР	ПЗ	
1	2	3	4	5	6	7
1	Дифференциальные уравнения с частными производными	26	9	—	4	13
2	Уравнения колебаний	25	7	—	5	13
3	Уравнения теплопроводности и диффузии	26	8	—	5	13
4	Уравнение Лапласа	26	10	—	4	12
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	5				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				

	Общая трудоемкость по дисциплине	108
--	----------------------------------	-----

## 2.3. Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1. Занятия лекционного типа

Принцип построения программы — модульный, базирующийся на выделении крупных разделов (тем) программы — модулей, имеющих внутреннюю взаимосвязь и направленных на достижение основной цели преподавания дисциплины. В соответствии с принципом построения программы и целями преподавания дисциплины курс “Уравнения математической физики для горных инженеров” содержит 4 модуля, охватывающих основные разделы (темы).

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице.

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Дифференциальные уравнения с частными производными	Однородные линейные дифференциальные уравнения с частными производными и свойства их решений. Оператор Лапласа в полярных, цилиндрических и сферических координатах. Классификация линейных дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка. Корректность постановки задач математической физики	КР, УО, Т
2	Уравнения колебаний	Вывод уравнения колебаний струны. Постановка начальных и краевых условий. Колебания бесконечной и полубесконечной струны. Метод Даламбера. Бесконечная струна. Формула Даламбера. Распространение волн отклонения. Распространение волн импульса. Полубесконечная струна. Метод Фурье. Стоячие волны. Вынужденные колебания струны. Колебания струны в среде с сопротивлением. Продольные колебания стержня. Постановка задачи и метод решения. Крутильные колебания вала. Уравнения крутильных колебаний. Крутильные колебания вала с диском на одном конце. Электрические колебания в длинных однородных линиях. Телеграфное уравнение. Линия без потерь. Линия без искажения. Линии конечной длины. Уравнение колебаний мембраны. Вывод уравнения колебаний мембраны. Начальные	КР, УО, ДКР

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		и краевые условия. Колебания прямоугольной мембраны. Собственные функции. Стоячие волны прямоугольной мембраны. Вторая часть метода Фурье. Двойные ряды Фурье. Стоячие волны с одинаковой частотой. Уравнение Бесселя. Условие ортогональности функций Бесселя нулевого порядка. Функции Бесселя первого порядка. Колебания круглой мембраны. Стоячие волны круглой мембраны	
3	Уравнения теплопроводности и диффузии	Уравнение линейной теплопроводности. Вывод уравнения линейной теплопроводности. Начальное и краевые условия. Теплопроводность в стержне при наличии теплообмена через боковую поверхность. Теплопроводность в бесконечном стержне. Метод Фурье для бесконечного стержня. Преобразование решения уравнения теплопроводности. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности и его физический смысл. Теплопроводность в конечном стержне. Приведение к задаче с однородными краевыми условиями. Метод Фурье. Распространение тепла в стержне в случаях постоянной температуры на концах или теплоизоляции концов. Общий случай краевых условий. Теплопроводность в полубесконечном стержне. Распространение тепла при теплоизоляции или постоянстве температуры конца стержня. Вывод уравнения теплопроводности в пространственном случае. Начальное и краевые условия. Распространение тепла в однородном цилиндре. Распространение тепла в однородном шаре. Уравнение диффузии. Уравнения теплопроводности и диффузии с краевым условием, зависящим от времени	КР, УО
4	Уравнение Лапласа	Краевые задачи для уравнения Лапласа. Метод функции Грина для задачи Дирихле (трехмерный случай). Метод функции Грина для задачи Дирихле (двумерный случай). Задача Неймана. Решение задачи Дирихле для шара и полупространства. Решение задачи Дирихле для круга и полуплоскости. Метод Фурье для уравнения Лапласа. Двумерное уравнение Лапласа и задача Дирихле для круга. Разделение переменных в трехмерном уравнении Лапласа в	КР, УО, Т



№ раздела	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		сферических координатах. Многочлены Лежандра. Решение задачи Дирихле для шара в осесимметричном случае разложением по многочленам Лежандра	

Форма текущего контроля — контрольные работы (КР), домашние контрольные работы (ДКР), устный опрос (УО), тестирование (Т).

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

### **2.3.2. Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)**

Перечень практических занятий по дисциплине “Уравнения математической физики для горных инженеров” приведен в таблице.

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Тематика практических работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Дифференциальные уравнения с частными производными	Решение дифференциального уравнения с частными производными	КР-1 Т-1
		Приведение к каноническому виду линейных уравнений с частными производными второго порядка с двумя и тремя независимыми переменными	КР-2, УО-1
2	Уравнения колебаний	Общее решение уравнения колебаний	КР-3
		Решение задачи Коши для волнового уравнения	КР-4
		Решение и исследование задач о колебаниях струны и стержня	ДКР-1
		Решение и исследование задач о круглой мембране	ДКР-2, УО-2
3	Уравнения теплопроводности и диффузии	Решение неоднородного уравнения теплопроводности с однородными граничными условиями.	КР-5
		Решение уравнения теплопроводности с неоднородными граничными условиями	КР-6, УО-3
4	Уравнение Лапласа	Решение задач на собственные значения и собственные функции оператора Лапласа	КР-7, УО-4 Т-2

Форма текущего контроля — защита контрольных работ (КР-1 — КР-7), домашних контрольных работ (ДКР-1 — ДКР-2), устный опрос (УО-1 — УО-5), вопросы тестового контроля (Т-1 — Т-2).

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

### 2.3.4. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине “Уравнения математической физики для горных инженеров” не предусмотрены.

### 2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы, обучающихся по дисциплине (модулю)

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы, обучающихся по дисциплине (модулю) приведен в таблице.

№	Вид СР	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	СР	Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине “Уравнения математической физики для горных инженеров”, утвержденные кафедрой геофизических методов поисков и разведки, протокол №14 от 11.06.2021 г.
2	Контрольная работа	Методические рекомендации по написанию контрольных работ, утвержденные кафедрой геофизических методов поисков и разведки, протокол №14 от 11.06.2021 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Общим вектором изменения технологий обучения должны стать активизация студента, повышение уровня его мотивации и ответственности за качество освоения образовательной программы.

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине «Уравнения математической физики для горных инженеров» используются следующие образовательные технологии, приемы, методы и активные формы обучения:

1) разработка и использование активных форм лекций (в том числе и с применением мультимедийных средств):

- а) проблемная лекция;
- б) лекция-визуализация;
- в) лекция с разбором конкретной ситуации.

2) разработка и использование активных форм практических работ:

- а) практическая работа с разбором конкретной ситуации;
- б) бинарное занятие.

В сочетании с внеаудиторной работой в активной форме выполняется также выполнение контролируемых самостоятельных работ (КСР).

В процессе проведения лекционных занятий и практических работ практикуется широкое использование современных технических средств (проекторы, интерактивные доски, Интернет). С использованием Интернета осуществляется доступ к базам данных, информационно-справочным и поисковым системам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

### **4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Уравнения математической физики для горных инженеров».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме контрольной работы, домашняя контрольная работа, устного опроса, рефератов, тестов и промежуточной аттестации в форме вопросов к зачету.

№	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1.	ИОПК-3.1. Владеет основными положениями фундаментальных естественных наук и научных теорий	Знает основные типы дифференциальных уравнений с частными производными; основные методы нахождения точных решений уравнений математической физики	КР-1	Вопросы на зачете 1-6	
2.		Умеет решать и исследовать основные типы дифференциальных уравнений с частными производными	КР-2	Вопросы на зачете 7-12	
3.		Владеет практическими навыками в решении и исследовании основных типов дифференциальных уравнений с частными производными; начальными навыками математического моделирования геолого-геофизических полей	УО-1	Вопросы на зачете 13-19	
4.		ИОПК-3.2. Применяет основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Знает методы доказательства существования решений начально-краевых задач для уравнений математической физики	КР-3	Вопросы на зачете 20-27
5.			Умеет проводить анализ уравнений математической физики для моделирования геолого-геофизических процессов; ставить задачу с начальными и граничными условиями, классифицировать уравнения математической физики для горных инженеров	КР-4	Вопросы на зачете 28-34
6.			Владеет способностью выполнять наукоемкие разработки в области создания новых технологий геологической разведки, включая моделирование систем и процессов,	ДКР-1	Вопросы на зачете 35-41

		автоматизацию научных исследований		
7.	ИПК-3.1. Владеет теоретическими, методическими и алгоритмическими основам создания новейших технологических геофизических процессов	Знает основные понятия теории дифференциальных уравнений с частными производными, определения и свойства математических объектов в этой области, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений; уравнения в частных производных гиперболического, параболического и эллиптического типов	ДКР-2, УО-2	Вопросы на зачете 42-48
8.		Умеет применять методы обработки информации, получаемой при геофизических исследованиях с помощью методов математической физики	КР-5	Вопросы на зачете 49-55
9.		Владеет математическим аппаратом уравнений в частных производных; методами решения задач и доказательства утверждений в области уравнений с частными производными	КР-6	Вопросы на зачете 56-62
10.	ИПК-3.2. Владеет способностью решать прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики	Знает методы решения дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка	УО-3	Вопросы на зачете 63-68
11.		Умеет применять качественный анализ решений, решать задачи теоретического характера в области уравнений в частных производных; приводить уравнения к каноническому виду, решать поставленную задачу математической физики	КР-7	Вопросы на зачете 69-72

12.		Владеет способностью решать прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики на высоком уровне фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания новейших технологических геофизических процессов	УО-4	Вопросы на зачете 73-79
-----	--	---	------	-------------------------

**4.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

К формам письменного контроля относится *контрольная работа*, которая является одной из сложных форм проверки; она может применяться для оценки знаний по базовым и вариативным дисциплинам всех циклов. Контрольная работа, как правило, состоит из небольшого количества средних по трудности вопросов, задач или заданий, требующих поиска обоснованного ответа.

Во время проверки и оценки контрольных письменных работ проводится анализ результатов выполнения, выявляются типичные ошибки, а также причины их появления.

Контрольная работа может занимать часть или полное учебное занятие с разбором правильных решений на следующем занятии.

Перечень контрольных работ приведен ниже.

*Контрольная работа №1.* Решение дифференциального уравнения с частными производными.

*Контрольная работа №2.* Приведение к каноническому виду линейных уравнений с частными производными второго порядка с двумя и тремя независимыми переменными.

*Контрольная работа №3.* Общее решение уравнения колебаний.

*Контрольная работа №4.* Решение задачи Коши для волнового уравнения.

*Контрольная работа №5.* Решение неоднородного уравнения теплопроводности с однородными граничными условиями.

*Контрольная работа №6.* Решение уравнения теплопроводности с неоднородными граничными условиями.

*Контрольная работа №7.* Решение задач на собственные значения и собственные функции оператора Лапласа.

Критерии оценки контрольных работ:

— оценка “зачтено” выставляется студенту, если он правильно применяет теоретические положения курса при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также правильно выполняет расчеты контрольной работы: а именно расчёт искомых величин, расчёт погрешностей к этим величинам, построение графиков, объяснение полученных результатов и графиков;

— оценка “не зачтено” выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, в расчетной части контрольной работы допускает существенные ошибки, затрудняется объяснить расчетную часть, а также неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания или не справляется с ними самостоятельно.

*Домашняя контрольная работа* — одна из форм контроля уровня знаний студента и ориентирования его в вопросах, ограниченных объемом учебной тематики.

Цели домашней контрольной работы:

— углубить, систематизировать и закрепить теоретические знания студентов;

— проверить степень усвоения одной темы или вопроса;

— выработать у студента умения и навыки самостоятельной обработки материала.

Перечень домашних контрольных работ приведен ниже.

*Домашняя контрольная работа 1. Решение и исследование задач о колебаниях струны и стержня.*

*Домашняя контрольная работа №2. Решение и исследование задач о круглой мембране.*

Критерии оценки домашних контрольных работ:

— оценка “зачтено” выставляется студенту, если выполнено не менее 60% заданий варианта, работа выполнена по стандартной или самостоятельно разработанной методике, в освещении вопросов не содержится грубых ошибок, по ходу решения сделаны аргументированные выводы;

— оценка “не зачтено” выставляется студенту, если он не справился с заданием (выполнено менее 60% задания), не раскрыто основное содержание работы, имеются грубые ошибки в освещении вопросов, в решении задач, а так же если работа выполнена не самостоятельно.

Текущий контроль успеваемости студентов представляет собой также устный опрос.

*Устный опрос* — наиболее распространенный метод контроля знаний учащихся. При устном опросе устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и учащимся, в процессе которого преподаватель

получает широкие возможности для изучения индивидуальных особенностей усвоения учащимися учебного материала.

Цель устного опроса: проверка знаний учащихся; проверка умений учащихся публично излагать материал; формирование умений публичных выступлений.

Вопросы для проведения устного опроса приведены ниже.

*Вопросы устного опроса по разделу №1 “Дифференциальные уравнения с частными производными”.*

1. Дифференциальные уравнения с двумя независимыми переменными.
2. Характеристическое уравнение и его характеристики.
3. Каноническая форма для уравнений гиперболического типа.
4. Каноническая форма для уравнений параболического типа.
5. Каноническая форма для уравнений эллиптического типа.
6. Канонические формы уравнений с постоянными коэффициентами.

*Вопросы устного опроса по разделу №2 “Уравнения колебаний”.*

1. Уравнение поперечных колебаний струны.
2. Уравнение продольных колебаний стержней и струн.
3. Уравнения гидродинамики и акустики.
4. Краевые и начальные условия для уравнений гиперболического типа.
5. Метод распространяющихся волн для уравнений гиперболического типа. Формула Даламбера.
6. Физическая интерпретация формулы Даламбера (случай начального отклонения).
7. Физическая интерпретация формулы Даламбера (случай начальной скорости).
8. Дисперсия волн.
9. Уравнения газовой динамики. Закон сохранения энергии.
10. Ударные волны. Условия динамической совместности.

*Вопросы устного опроса по разделу №3 “Уравнения теплопроводности и диффузии”.*

1. Уравнение диффузии.
2. Распространение тепла в пространстве.
3. Постановка краевых задач для уравнений параболического типа.
4. Метод разделения переменных для уравнений параболического типа.
5. Функция источника для уравнения теплопроводности.
6. Неоднородное уравнение теплопроводности.
7. Общая первая краевая задача для уравнения теплопроводности.



8. Температурные волны.
9. Стационарное тепловое поле. Постановка краевых задач.
10. Потенциальное течение жидкости. Потенциал стационарного тока и электростатического поля.

*Вопросы устного опроса по разделу №4 “Уравнение Лапласа”.*

1. Уравнение Лапласа в криволинейной системе координат.
2. Формулы Грина.
3. Интегральное представление решения уравнения эллиптического типа.
4. Метод разделения переменных для уравнений эллиптического типа.
5. Интеграл Пуассона.
6. Применение метода конформного отображения в электростатике.
7. Применение метода конформного отображения в гидродинамике.
8. Обтекание кругового цилиндра.
9. Неоднородное уравнение Гельмгольца в неограниченном пространстве.

Критерии оценки защиты устного опроса:

— оценка “зачтено” ставится, если студент достаточно полно отвечает на вопрос, развернуто аргументирует выдвигаемые положения, приводит убедительные примеры, обнаруживает последовательность анализа, демонстрирует знание специальной литературы в рамках учебного методического комплекса и дополнительных источников информации;

— оценка “не зачтено” ставится, если ответ недостаточно логически выстроен, студент обнаруживает слабость в развернутом раскрытии профессиональных понятий.

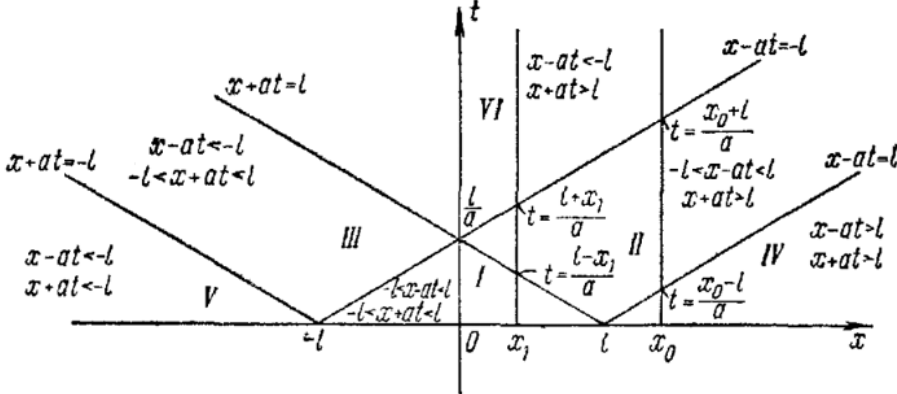
К формам письменного контроля относится тестирование.

Тест №1.

№ п/п	Тестовые задания (к каждому заданию дано несколько вариантов ответов, из которых один и более является правильным. Выберите правильный ответ и обведите его кружком)
1	Как называются эти условия: $U _{t_0} = f(x), \frac{\partial U}{\partial t} _{t_0} = F(x)$ 1. основные условия; 2. начальные условия; 3. граничные условия; 4. конечные условия.
2	Как называются эти условия: $U _{x=0} = 0, U _{x=l} = 0$ 1. краевые условия; 2. конечные условия; 3. граничные условия; 4. начальные условия.

3	<p>Как называется уравнение вида <math>\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}</math> с начальными и краевыми условиями</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. задачей с краевыми условиями;</li> <li>2. задачей Коши;</li> <li>3. задачей Даламбера;</li> <li>4. задача Ньютона.</li> </ol>
4	<p>Как называется метод решения уравнения вида <math>\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. метод Даламбера;</li> <li>2. метод убегающих волн;</li> <li>3. метод Коши;</li> <li>4. метод Фурье.</li> </ol>
5	<p>Уравнение теплопроводности <math>U_t = a^2 U_{xx} + f(x, t)</math>, где <math>f(x) \neq 0</math>, является</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. комбинированным;</li> <li>2. неоднородным;</li> <li>3. смешанным;</li> <li>4. однородным.</li> </ol>
6	<p>Волновое уравнение <math>\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}</math>, описывающее колебания струны, на которую не действуют внешние силы; <math>U = U(x, t)</math> – отклонение точек <math>x</math> струны от положения равновесия в момент времени <math>t</math>, <math>a</math> – физическая постоянная</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. уравнение вынужденных колебаний;</li> <li>2. уравнение Пуассона;</li> <li>3. уравнение свободных колебаний;</li> <li>4. уравнение гармонических колебаний.</li> </ol>
7	<p>Уравнение с частными производными второго порядка вида <math>\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}</math> называется</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. уравнением теплопроводности;</li> <li>2. одномерным волновым уравнением;</li> <li>3. дифференциальным уравнением Максвелла;</li> <li>4. волновым уравнением.</li> </ol>
8	<p>Неоднородное линейное уравнение с частными производными второго порядка <math>DU = f</math>, где <math>DU</math> – оператор Лапласа, функция <math>f(x) \neq 0</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. уравнение Штурма – Лиувилля;</li> <li>2. уравнение Пуассона;</li> <li>3. уравнение вынужденных колебаний;</li> <li>4. уравнение Бесселя.</li> </ol>
9	<p>Дополнительные условия, которым должно удовлетворять решение нестационарного уравнения в начальный момент времени, называются</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. конечными;</li> </ol>

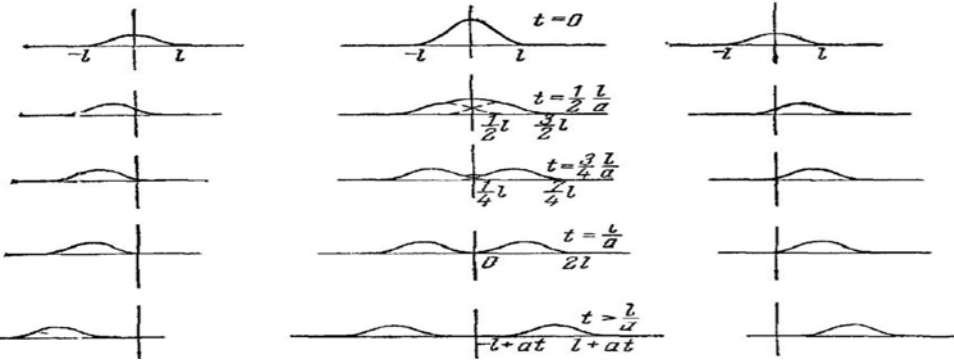
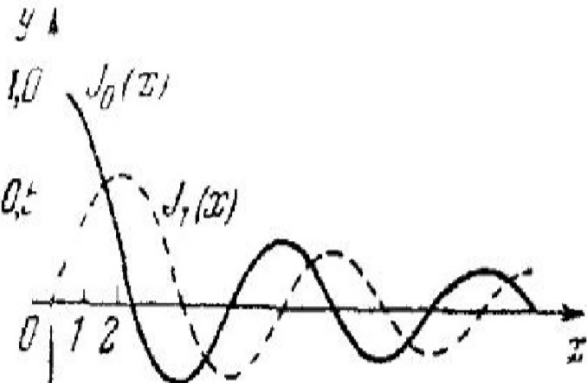
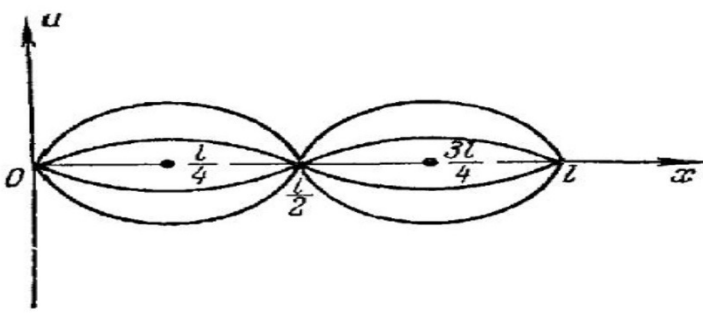
	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. однородными;</li> <li>3. неоднородными;</li> <li>4. начальными.</li> </ol>
10	<p>Верны ли утверждения: уравнение <math>U_{xx}+x^2U_y+zU=0</math> имеет первый порядок; уравнение <math>y^2U_x+xU_y+(zU_z)^2=0</math> имеет первый порядок</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. да, нет;</li> <li>2. нет, нет;</li> <li>3. да, нет;</li> <li>4. нет, да.</li> </ol>
11	<p>Укажите, какие утверждения верны: если размеры струны или стержня не очень велики и влиянием концов нельзя пренебречь, то в этих случаях одни начальные условия обеспечивают единственность решения задачи; для волнового уравнения <math>U_{tt}=a^2U_{xx}</math> задаются два начальных условия <math>U _{t=0}=j(x)</math>, <math>U_t _{t=0}=y(x)</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. да, нет;</li> <li>2. да, да;</li> <li>3. нет, нет;</li> <li>4. нет, да.</li> </ol>
12	<p>Волна, возникающая в случае, когда начальная скорость во всех точках равен 0, а начальное отклонение отлично от 0, называется волной</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. отклонения;</li> <li>2. импульса;</li> <li>3. прямой;</li> <li>4. обратной.</li> </ol>
13	<p>В каком столбце показано результирующее отклонение точек струны</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. в правом;</li> <li>2. в левом;</li> <li>3. в среднем;</li> <li>4. ни в каком.</li> </ol>
14	<p>Рассматривая фазовую плоскость, укажите в какой зоне действует только прямая волна?</p>

	 <p>1. в первой;</p> <p>2. во второй;</p> <p>3. в третьей;</p> <p>4. в четвертой.</p>
15	<p>Рассматривая фазовую плоскость, укажите в какой зоне действует только обратная волна?</p> <p>1. в третьей;</p> <p>2. в четвертой;</p> <p>3. в пятой;</p> <p>4. в первой.</p>
16	<p>Рассматривая фазовую плоскость, укажите в какой зоне действует как прямая волна, так и обратная волна?</p> <p>1. в четвертой;</p> <p>2. в пятой;</p> <p>3. в седьмой;</p> <p>4. в первой.</p>
17	<p>Уравнение <math>x-at=l</math> соответствует переднему фронту</p> <p>1. прямой волны;</p> <p>2. обратной волны;</p> <p>3. обменной волны;</p> <p>4. отраженной волны.</p>
18	<p>Уравнение <math>x-at=-l</math> соответствует заднему фронту</p> <p>1. прямой волны;</p> <p>2. обратной волны;</p> <p>3. обменной волны;</p> <p>4. отраженной волны.</p>
19	<p>Уравнение <math>x+at=l</math> соответствует заднему фронту</p> <p>1. прямой волны;</p> <p>2. обратной волны;</p> <p>3. обменной волны;</p> <p>4. отраженной волны.</p>
20	<p>Уравнение <math>x+at=-l</math> соответствует переднему фронту</p>

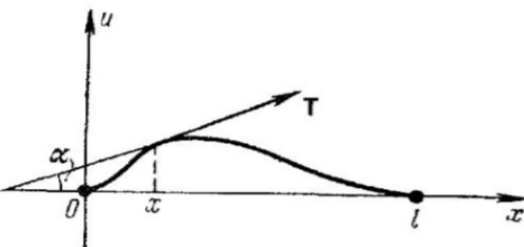
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. прямой волны;</li> <li>2. обратной волны;</li> <li>3. обменной волны;</li> <li>4. отраженной волны.</li> </ol>
--	--

Тест №2.

№	Тестовые задания
П/П	(к каждому заданию дано несколько вариантов ответов, из которых один и более является правильным. Выберите правильный ответ и обведите его кружком)
1	<p>Разложение функции <math>\sin \alpha</math> в ряд Маклорена имеет вид</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\sin \alpha = \alpha - \frac{\alpha^2}{3!} + \dots</math>;</li> <li>2. <math>M_1 M_2 = \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{1 + \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2} dx</math>;</li> <li>3. <math>\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 u}{\partial \phi^2}</math>;</li> <li>4. <math>-T_1 \cos \alpha_1 + T_2 \cos \alpha_2 = 0</math>.</li> </ol>
2	<p>Уравнение <math>\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{1}{\rho} g(x, t)</math> называется однородным если</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. данное уравнение является уравнением колебаний струны;</li> <li>2. плотность струны однородна;</li> <li>3. действует однородное поле ускорения свободного падения;</li> <li>4. оно описывает свободные колебания струны без воздействия внешних условий.</li> </ol>
3	<p>Как называется метод решения задачи Коши</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. метод Эйнштейна;</li> <li>2. метод Ньютона;</li> <li>3. метод Эйлера;</li> <li>4. метод Даламбера.</li> </ol>
4	<p>Фазовая плоскость изображена на рисунке</p> <p>a)</p>

<p>б)</p>  <p>в)</p>  <p>г)</p> 	<p>5</p> <p>Решение задачи устойчиво если</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. присутствуют устойчивые параметры;</li> <li>2. решение задачи единственно и непрерывно зависят от начальных условий;</li> <li>3. функции имеет точки разрыва или не везде дифференцируемы;</li> <li>4. точки струны пересекаются.</li> </ol>
<p>6</p>	<p>Волны импульса распространяются если</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. начальные отклонения точек струны получили начальные скорости;</li> <li>2. форма струны различна по своей геометрии;</li> <li>3. есть явление остаточного смещения;</li> <li>4. функция суммирована.</li> </ol>
<p>7</p>	<p>Струна предполагается упругой если</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. имеет упругий сплав металла;</li> <li>2. подчиняется закону Гука;</li> <li>3. концы её закреплены;</li> </ol>

	4. струна в принципе не может быть упругой.
8	<p>В каком столбце изображена обратная волна</p> <p>1. в среднем столбце; 2. в правом столбце; 3. во всех; 4. в левом столбце.</p>
9	<p>Фаза волны изменила знак</p> <p>1. если поменялась полярность; 2. в случае инверсии; 3. после того как волна полностью отразилась; 4. фаза волна не может изменить знак.</p>
10	<p>Из чего состоит первая часть метода Фурье</p> <p>1. такого метода в принципе нет; 2. мы отыскиваем частные решения уравнения; 3. зафиксировать <math>t</math> и менять <math>x</math>; 4. решить линейное уравнение.</p>
11	<p>Решение Даламбера имеет вид</p> <p>1. <math>-\phi(x) + \phi(x) = \frac{1}{a} \int_0^x F(x) dx + C</math>; 2. <math>\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}</math>; 3. <math>\omega(x, t) = -\frac{u_0 - u_1}{\pi} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\sin \frac{2m\pi x}{l}}{m} e^{-\frac{4m^2 \pi^2 a^2 t}{l^2}}</math>; 4. <math>u(x, t) = \frac{f(x-at) + f(x+at)}{2} + \frac{1}{2a} \int_{x-at}^{x+at} F(x) dx</math>.</p>
12	<p>Как называется процесс передвижения отклонения по струне</p> <p>1. синфазность; 2. деформация; 3. волна; 4. суффозия.</p>
13	<p>Коэффициент <math>a = \sqrt{\frac{T_0}{\rho}}</math> в уравнении колебаний является</p> <p>1. коэффициентом Пуассона; 2. коэффициентом пористости; 3. скоростью распространения волны; 4. ничем не примечательным коэффициентом.</p>
14	Остаточное смещение точек струны, это когда ...

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. точка струны подымится на высоту <math>h</math> и будет оставаться на этой же высоте;</li> <li>2. точки струны смещаются;</li> <li>3. точки струны начинают передвигаться;</li> <li>4. точки струны совершают сдвиг относительно плоскости струны на некоторой высоте.</li> </ol>
15	<p>Как по-другому называются краевые условия</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. граничные;</li> <li>2. детерминированные;</li> <li>3. нет другого названия;</li> <li>4. нелинейные.</li> </ol>
16	<p>Уравнение <math>\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{1}{\rho} g(x, t)</math> называется</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. уравнением колебания струны;</li> <li>2. уравнением прямой волны;</li> <li>3. уравнением бесконечной струны;</li> <li>4. уравнением полубесконечной струны.</li> </ol>
17	<p>Волна <math>\frac{1}{2} f(x - at)</math> называется</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. отраженной;</li> <li>2. обменной;</li> <li>3. прямой;</li> <li>4. обратной.</li> </ol>
18	 <p>Рисунок является</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. формой колеблющейся струны в момент времени <math>t</math>;</li> <li>2. формой растяжения струны в момент времени <math>t</math>;</li> <li>3. функцией;</li> <li>4. графиком.</li> </ol>
19	<p>Для чего используются дополнительные условия</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. того чтобы определить произвольные функции;</li> <li>2. упрощения решений;</li> <li>3. точности получаемых выводов;</li> <li>4. определения функции на интервале.</li> </ol>
20	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Начальное положение точек струны уравнения колебаний задается условием (выбрать все верные ответы)</li> </ol>



1.	$u _{t=0} = f(x);$
2.	$\frac{\partial u}{\partial t} _{t=0} = F(x);$
3.	$u _{x=0} = 0, ;$
4.	$u _{x=l} = 0.$

Критерии оценок тестового контроля знаний:

— оценка “зачтено” выставляется студенту, набравшему 61 — 100 % правильных ответов тестирования;

— оценка “не зачтено” выставляется студенту, набравшему 60 % и менее правильных ответов тестирования.

#### 4.2. Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

К формам контроля относится *зачет*.

Вопросы для подготовки к зачету:

1. Дифференциальные уравнения с частными производными.
2. Однородные линейные дифференциальные уравнения с частными производными и свойства их решений.
3. Оператор Лапласа в полярных, цилиндрических и сферических координатах.
4. Уравнение колебаний струны.
5. Вывод уравнения колебаний струны.
6. Постановка начальных и краевых условий.
7. Колебания бесконечной и полубесконечной струны. Метод Даламбера.
8. Бесконечная струна. Формула Даламбера.
9. Распространение волн отклонения.
10. Распространение волн импульса.
11. Полубесконечная струна.
12. Метод Фурье.
13. Стоячие волны.
14. Вынужденные колебания струны.
15. Колебания струны в среде с сопротивлением.
16. Продольные колебания стержня. Постановка задачи и метод решения.
17. Крутильные колебания вала.
18. Уравнения крутильных колебаний.

19. Крутильные колебания вала с диском на одном конце.
20. Электрические колебания в длинных однородных линиях.
21. Телеграфное уравнение.
22. Линия без потерь.
23. Линия без искажения.
24. Линии конечной длины.
25. Уравнение колебаний мембраны.
26. Вывод уравнения колебаний мембраны.
27. Начальные и краевые условия.
28. Колебания прямоугольной мембраны.
29. Собственные функции.
30. Стоячие волны прямоугольной мембраны.
31. Вторая часть метода Фурье. Двойные ряды Фурье.
32. Стоячие волны с одинаковой частотой.
33. Уравнение и функции Бесселя.
34. Уравнение Бесселя.
35. Условие ортогональности функций Бесселя нулевого порядка.
36. Функции Бесселя первого порядка.
37. Колебания круглой мембраны.
38. Стоячие волны круглой мембраны.
39. Уравнение линейной теплопроводности.
40. Вывод уравнения линейной теплопроводности. Начальное и краевые условия.
41. Теплопроводность в стержне при наличии теплообмена через боковую поверхность.
42. Теплопроводность в бесконечном стержне.
43. Метод Фурье для бесконечного стержня.
44. Преобразование решения уравнения теплопроводности.
45. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности и его физический смысл.
46. Теплопроводность в конечном стержне.
47. Приведение к задаче с однородными краевыми условиями. Метод Фурье.
48. Распространение тепла в стержне в случаях постоянной температуры на концах или теплоизоляции концов.
49. Общий случай краевых условий.
50. Теплопроводность в полубесконечном стержне.
51. Распространение тепла при теплоизоляции или постоянстве температуры конца стержня.
52. Некоторые пространственные задачи теплопроводности.

53. Вывод уравнения теплопроводности в пространственном случае. Начальное и краевые условия.
54. Распространение тепла в однородном цилиндре.
55. Распространение тепла в однородном шаре.
56. Задачи диффузии.
57. Уравнение диффузии.
58. Уравнения теплопроводности и диффузии с краевым условием, зависящим от времени.
59. Краевые задачи для уравнения Лапласа.
60. Метод функции Грина. Постановка краевых задач.
61. Метод функции Грина для задачи Дирихле (трехмерный случай).
62. Метод функции Грина для задачи Дирихле (двумерный случай).
63. Задача Неймана.
64. Решение задачи Дирихле для шара и полупространства.
65. Сопряженные точки.
66. Задача Дирихле для шара.
67. Задача Дирихле для внешности шара.
68. Задача Дирихле для полупространства.
69. Решение задачи Дирихле для круга и полуплоскости.
70. Задача Дирихле для круга.
71. Задача Дирихле для внешности круга.
72. Задача Дирихле для полуплоскости.
73. Метод Фурье для уравнения Лапласа.
74. Двумерное уравнение Лапласа и задача Дирихле для круга.
75. Разделение переменных в трехмерном уравнении Лапласа в сферических координатах.
76. Многочлены Лежандра.
77. Решение задачи Дирихле для шара в осесимметричном случае разложением по многочленам Лежандра.
78. Классификация линейных дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка.
79. Корректность постановки задач математической физики.

Критерии получения студентами зачетов:

— оценка “зачтено” ставится, если студент строит свой ответ в соответствии с планом. В ответе представлены различные подходы к проблеме. Устанавливает содержательные межпредметные связи. Развернуто аргументирует выдвигаемые положения, приводит убедительные примеры, обнаруживает последовательность анализа. Выводы правильны. Речь грамотна, используется профессиональная лексика. Демонстрирует знание специальной литературы в рамках учебного методического комплекса и дополнительных источников информации.

— оценка “не зачтено” ставится, если ответ недостаточно логически выстроен, план ответа соблюдается непоследовательно. Студент обнаруживает слабость в развернутом раскрытии профессиональных понятий. Выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументируются. Ответ носит преимущественно теоретический характер, примеры отсутствуют.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

— при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

— при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

— при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

### 5.1. Учебная литература

#### Основная литература

1. Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнения математической физики: Учебник для студентов вузов. — Изд. 2-е, стер. — М.: Физматлит, 2008. — 399 с. (15)
2. Кудряшов Н.А. Методы нелинейной математической физики: учебное пособие. — Долгопрудный: Интеллект, 2010. — 364 с. (11)
3. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики: учебник. — 7-е изд. — М.: Наука, 2005. — 798 с. (85)
4. Ильин А.М. Уравнения математической физики: учебное пособие. — М.: Физматлит, 2009. — 192 с. — [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2181](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2181).
5. Емельянов В.М., Рыбакина Е.А. Уравнения математической физики. Практикум по решению задач. — СПб.: Лань, 2008. — 214 с. — [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=140](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=140).

\*Примечание: в скобках указано количество экземпляров в библиотеке КубГУ.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

#### Дополнительная литература

1. Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнения математической физики: учебник для вузов. — М.: Физматлит, 2004. — 400 с. (30)
2. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. — М.: Наука, 1976. — 528 с. (1)
3. Владимиров В.С., Михайлов В.П., Вашарин А.А., Каримова Х.Х., Сидоров Ю.В., Шабунин М.И. Сборник задач по уравнениям математической физики / под редакцией Владимирова В.С. — М.: Наука, 1974. — 272 с.
4. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. — М.: Наука, 1980. — 352 с.
5. Владимиров В.С., Вашарин А.А. Сборник задач по уравнениям математической физики. — М.: Физматлит, 2001. — 287 с. — [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2364](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2364).

## 5.2. Периодическая литература

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека Grebennikon.ru <https://grebennikon.ru>

## 5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

### Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru>
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «Book.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «Znanium.com» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com>

### Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com>
2. Scopus <http://www.scopus.com>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru>
9. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
10. zbMath <https://zbmath.org>
11. Nano Database <https://nano.nature.com>
12. Springer eBooks <https://link.springer.com>
13. «Лекториум ТВ» <http://www.lektorium.tv>
14. Университетская информационная система Россия <http://uisrussia.msu.ru>

### Информационные справочные системы:

Консультант Плюс – справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки).

### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada>
3. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru>
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru>
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru>
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru>
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов <http://fcior.edu.ru>
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина «Образование на русском» <https://pushkininstitute.ru>
10. Справочно-информационный портал «Русский язык» <http://gramota.ru>
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru>
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru>
13. Образовательный портал «Учеба» <http://www.ucheba.com>
14. Законопроект «Об образовании в Российской Федерации». Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала «Школьные годы» <http://icdau.kubsu.ru>

## **6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Теоретические знания по основным разделам курса «Уравнения математической физики для горных инженеров» студенты приобретают на

лекциях и практических занятиях, закрепляют и расширяют во время самостоятельной работы.

Лекции по курсу «Уравнения математической физики для горных инженеров» представляются в виде обзоров с демонстрацией презентаций по отдельным основным темам программы.

Для углубления и закрепления теоретических знаний студентам рекомендуется выполнение определенного объема самостоятельной работы. Общий объем часов, выделенных для внеаудиторных занятий, составляет 50,8 часов.

Внеаудиторная работа по дисциплине «Уравнения математической физики для горных инженеров» заключается в следующем:

- повторение лекционного материала и проработка учебного (теоретического) материала;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций);
- подготовка к текущему контролю;
- написание контролируемой самостоятельной работы (домашней контрольной работы).

Для закрепления теоретического материала и выполнения контролируемых самостоятельных работ по дисциплине во внеучебное время студентам предоставляется возможность пользования библиотекой КубГУ, возможностями компьютерных классов.

Итоговый контроль осуществляется в виде зачета.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) — дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для	Мебель: учебная мебель	лицензионные программы



проведения занятий лекционного типа	Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	общего назначения: Microsoft Windows 7, пакет Microsoft Office Professional (Word, Excel, PowerPoint, Access), программы демонстрации видео материалов (Windows Media Player), программы для демонстрации и создания презентаций (Microsoft PowerPoint)
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	лицензионные программы общего назначения: Microsoft Windows 7, пакет Microsoft Office Professional (Word, Excel, PowerPoint, Access), программы демонстрации видео материалов (Windows Media Player), программы для демонстрации и создания презентаций (Microsoft PowerPoint)

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы. Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	лицензионные программы общего назначения: Microsoft Windows 10, пакет Microsoft Office 2016, Abbyy Finereader 9
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. А106)	Мебель: учебная мебель. Комплект специализированной мебели: компьютерные столы. Оборудование: компьютерная техника с подключением к	лицензионные программы общего назначения: Microsoft Windows 7, пакет Microsoft Office

	<p>информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<p>Professional</p>
--	---	---------------------