

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой Геофизики



В. Н. Глазнев

29.05.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.13 Методы математической физики в геофизике

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: 05.03.01 Геология
2. Профиль подготовки/специализации: Геофизические методы поисков и разведки минеральных ресурсов
3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр
4. Форма образования: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: геофизики
6. Составители программы: Груздев Владислав Николаевич, к. ф.-м. н., доцент
7. Рекомендована: научно-методическим советом геологического факультета, протокол № 9 от 29.05.2023 г.
8. Учебный год: 2026 Семестр(ы)/Триместр(ы): 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Методы математической физики в геофизике» является:

- подготовка бакалавров-геофизиков, компетентных в сфере основ теории методов математической физики, применительно к геофизике.

Задачами учебной дисциплины являются:

- получение обучаемыми теоретических знаний о методах решения уравнений математической физики;
- приобретение обучаемыми практических приемов интерпретации результатов геофизических исследований основных на методах математической физики.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Блок 1. Вариативная часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Требование к входным знаниям: базовые знания, умения и навыки по дисциплинам Математика, Физика, Математическая статистика в геофизике, Методы компьютерной статистики в геофизике, Численные методы в геофизике, Методы компьютерной математики в геофизике, Геофизика, Дифференциальные уравнения в геофизике.

Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей: Интегральные преобразования в геофизике, Спектральный анализ в геофизике, Системный анализ геофизических данных, Электроразведка, Геофизические исследования скважин, Сейсморазведка, Линейные обратные задачи в геофизике, Методы линейной алгебры в геофизике, Теория поля, Сейсморазведка общей глубинной точки, Индуктивная электроразведка, Методы рудной электроразведки, Скважинная геофизика, Промысловая геофизика, Методы решения обратных задач геофизики, Прямые и обратные задачи геофизики, Магнитотеллурические методы, Методы структурной электроразведки, Обработка и интерпретация сейсмических данных, Физика Земли.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Способен выполнять обработку и интерпретацию полученных полевых геофизических данных	ПК-3.1	Выполняет обработку наземных и скважинных геофизических данных	Знать: основные понятия, приемы и методы решений уравнений математической физики по профилю «Геофизика» направления «Геология». Уметь: решать типовые вычислительные задачи геофизики при обработке геофизических данных; использовать в профессиональной деятельности базовые знания естественных наук, математики, информатики, геологических наук; использовать информацию из различных источников для решения профессиональных и социальных задач. Владеть: приемами обработки данных в области теории и практики при интерпретации геофизических исследований с использованием методов и уравнений математической физики.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час (в соответствии с учебным планом) — 3/108.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен): зачёт.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		6	№ семестра	...
Аудиторные занятия	36	36		
В том числе:	лекции	12	12	
	практические	12	12	
	лабораторные	12	12	
Самостоятельная работа	72	72		
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)	-	-		
Итого:	108	108		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Классификация и постановка основных задач математической физики в геофизике	Математическое моделирование геофизических процессов. Вывод основных уравнений математической физики, применяемых в геофизике: малые поперечные колебания струны и стержня, теплопроводности и диффузии, стационарных режимов, уравнения Лапласа и Пуассона. Классификация и характеристика, а также канонический вид уравнений математической физики в геофизике.	Методы математической физики в геофизике
1.2	Решение основных задач математической физики методами разделения переменных, преобразования Фурье и конечных разностей.	Задача Штурма-Лиувилля и ее применение при решении методом Фурье основных смешанных краевых задач для уравнения колебаний и теплопроводности. Метод Фурье решения задачи Дирихле в прямоугольнике для уравнения Лапласа. Интегральное преобразование Фурье и его применение к решению задачи Коши для уравнений колебаний и теплопроводности. Математическое моделирование электромагнитных полей методом конечных разностей. Решение уравнения Гельмгольца.	Методы математической физики в геофизике
1.3	Эллиптические уравнения в геофизике. Метод функции Грина решения задачи Дирихле.	Гармонические функции в геофизике, их свойства, фундаментальное решение уравнений Лапласа и Пуассона. Внутренние и внешние задачи Дирихле и Неймана для гармонических функций. Метод решения задачи Дирихле с помощью функции Грина. Построение функции Грина методом электрических изображений и решение задачи Дирихле для круга (шара), полуплоскости (полупространства).	Методы математической физики в геофизике
1.4	Гиперболические уравнения в геофизике.	Метод характеристик решения задач Коши, простейшей краевой задачи для уравнения бегущей волны (уравнения переноса) и решение задачи Коши для уравнения колебания струны. Задача Коши для однородного и неоднородного волнового уравнения в одно- двух и трехмерном пространстве и ее решение методом Дюамеля.	Методы математической физики в геофизике
1.5	Параболические уравнения в геофизике.	Фундаментальное решение уравнения теплопроводности и функция источника. Формула Пуассона. Основные свойства решения уравнения теплопроводности. Метод Дюамеля решения задачи Коши для неоднородного уравнения теплопроводности в одномерном и многомерном случаях.	Методы математической физики в геофизике
1.6	Элементы специальных функций в геофизике.	Уравнения Бесселя и Лежандра. Колебание мембраны и шара. Понятие о сферических функциях. Понятие об	Методы математической физики

		обобщенных решениях уравнений математической физике. Разложение в ряды по специальным функциям.	в геофизике
2. Практические занятия			
2.1	Уравнения математической физики в геофизике	Уравнения колебания струны, стержня, теплопроводности, диффузии, стационарных режимов, а также уравнения Лапласа и Пуассона	Методы математической физики в геофизике
2.2	Интегральные преобразования Фурье.	Практическое применение интегрального преобразования Фурье при решении задачи Коши для уравнений колебаний и теплопроводности.	Методы математической физики в геофизике
2.3	Задачи Дирихле и Неймана для гармонических функций.	Практические решения внутренних и внешних задач Дирихле и Неймана для гармонических функций. Алгоритм решения задачи Дирихле с помощью функции Грина.	Методы математической физики в геофизике
2.4	Задача Коши для однородного и неоднородного волнового уравнения в одно- двух и трехмерном пространстве	Алгоритм решения задачи Коши для однородного и неоднородного волнового уравнения в одно- двух и трехмерном пространстве. Алгоритм решения задачи Коши методом Дюамеля	Методы математической физики в геофизике
2.5	Уравнения Бесселя и Лежандра	Практические решения уравнений Бесселя и Лежандра	Методы математической физики в геофизике
3. Лабораторные работы			
3.1	Ряды Фурье в геофизике, преобразование Фурье, обобщенные функции.	Спектральный анализ и синтез на основе рядов Фурье.	Методы математической физики в геофизике
3.2	Классификация и постановка основных задач математической физики в геофизике.	Анализ математических задач в геофизике возникающих при изучении физических явлений, в связи с исследованиями строения земных недр.	Методы математической физики в геофизике
3.3	Метод разделения переменных (метод Фурье) и метод преобразования Фурье при решении основных задач математической физики. Метод конечных разностей и его применение при решении задач геофизики, использующих уравнение Гельмгольца.	Решение задач о распределении температуры в ограниченном стержне с использованием метода Фурье и метода конечных разностей.	Методы математической физики в геофизике
3.4	Эллиптические уравнения (уравнения Лапласа и Пуассона), метод функции Грина решения задачи Дирихле.	Решение задач с использованием уравнения Лапласа. Формулировка краевых задач	Методы математической физики в геофизике
3.5	Гиперболические уравнения (метод характеристик и метод Дюамеля решения волнового уравнения и уравнения переноса).	Решения уравнения колебания струны.	Методы математической физики в геофизике

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)					
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	Всего
1.1	Вывод уравнений, классификация и постановка основных задач математической физики в геофизике	1	1	1	7	-	10

1.2	Решение основных задач математической физики методами разделения переменных, преобразования Фурье и конечных разностей.	2	2	2	13	-	19
1.3	Эллиптические уравнения. Метод функции Грина решения задачи Дирихле.	2	2	2	13	-	19
1.4	Гиперболические уравнения.	2	2	2	13	-	19
1.5	Параболические уравнения.	2	2	2	13	-	19
1.6	Элементы специальных функций в геофизике.	3	3	3	13	-	22
Итого:		12	12	12	72	-	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с конспектами лекций, презентационным материалом, рекомендации по выполнению курсовой работы, по организации самостоятельной работы по дисциплине и др.)

Обучающимся следует использовать опубликованные методические пособия по курсу «Методы математической физики в геофизике» из списка литературы и презентационные материалы электронного курса лекций «Методы математической физики в геофизике» на Образовательном портале ВГУ – <https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=2920>.

Вид работы	Методические указания
Подготовка к лекциям, работа с презентационным материалом и составление конспекта	Лекция является важнейшей составляющей учебного процесса, В ходе лекции обучающийся имеет возможность непосредственного, интерактивного контакта с преподавателем. Лектор знакомит обучающегося с новым материалом, разъясняет учебные элементы, трудные для самостоятельного понимания, систематизирует учебный материал и ориентирует в учебном процессе. В ходе лекционных занятий рекомендуется: а) вести конспектирование учебного материала, обращая при этом внимание на категории и формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт исследований; б) желателен оставлять в рабочих конспектах поля, на которых, в последующем, делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, почерпнутых из рекомендованной литературы; в) задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений и разрешения противоречивых позиций; г) дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.
Лабораторные занятия	Лабораторные занятия допускают различные формы проведения и могут быть направленными на освоение современного оборудования, программных средств обработки данных, проведение экспериментальных исследований и пр. При подготовке к <i>лабораторному занятию</i> необходимо изучить теоретический материал, который будет использоваться в ходе выполнения лабораторной работы. Нужно внимательно прочитать методические указания (описание) к лабораторной работе и продумать план выполнения работы. Непосредственному выполнению лабораторной работы может предшествовать краткий опрос обучающихся преподавателем для оценки их готовности к занятию. При выполнении лабораторной работы, достаточно часто, выполняются следующие операции: а) измерение различных физических параметров; г) анализ, обработка данных и обобщение результатов; д) защита результатов. При защите результатов работы, преподаватель определяет степень понимания обучающимся смысла выполненной лабораторной работы и полученных им результатов.
Консультации	Консультации предполагают повторный разбор учебного материала, который либо слабо усвоен обучающимися, либо не усвоен совсем. Основная цель консультаций – восполнение пробелов в знаниях студентов. К такому виду консультаций относятся текущие индивидуальные и групповые консультации по учебному предмету и предэкзаменационные консультации. На консультациях преподаватель может разъяснять способы и приемы самостоятельной работы с конкретным материалом или при выполнении конкретного задания. К такому виду консультаций будут относиться кон-

	сультации по курсовым и дипломным работам, консультации в период проведения учебных и производственных практик. Такие консультации могут проводиться и с помощью электронной почты. Для того, чтобы консультация прошла результативно, вопросы нужно готовить заранее.
Подготовка к текущей аттестации	Текущая аттестация – это контроль процесса освоения обучающимися содержания образовательных программ, формирования соответствующих компетенций, первичных профессиональных умений и навыков; оценка результатов самостоятельной деятельности обучающихся. Форма проведения текущей аттестации может быть устной или письменной, а также с использованием современных информационных технологий. Возможны следующие формы текущей аттестации: а) контрольная работа; б) круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты; в) проект; г) реферат; д) доклад, сообщение; ж) собеседование; з) творческое задание; и) тест; к) эссе и др. Текущая аттестация осуществляется с применением фонда оценочных средств (КИМы, комплекты разноуровневых заданий, задачи и т.п.). При подготовке к текущей аттестации необходимо, изучить конспект лекций, соответствующие разделы учебников и учебных пособий, проработать рекомендованную дополнительную литературу. Возможность использования обучающимися при проведении аттестации учебной литературы, справочных пособий и других вспомогательных материалов определяется преподавателем. По решению кафедры, результаты текущей аттестации могут учитываться при промежуточной аттестации обучающихся.
Выполнение тестов	Тестирование является одним из наиболее эффективных методов контроля знаний обучающихся. Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие либо конкретный, краткий, четкий ответ на вопрос, либо несколько вариантов ответа, если в вопросе содержится множественная характеристика явления или факта. Подготовка обучающегося к тестированию предусматривает необходимость: а) проработать информационный материал по дисциплине; б) изучить терминологические аспекты дисциплины, иметь в виду возможное наличие различающихся определений одного и того же понятия в разных учебных источниках; в) если в дидактическом материале содержатся статистические данные, то их необходимо систематизировать, используя схемы и таблицы. Определившись с вариантом ответа на тестовое задание, необходимо выполнить проверку его правильности, мысленно повторив весь ход своего учебного поиска.
Выполнение кейс-задания (ситуационная задача)	Кейс (ситуационная задача) — это строящееся на реальных фактах описание проблемной ситуации, которая требует решения. Решить кейс – это значит исследовать предложенную ситуацию (кейс), собрать и проанализировать информацию, предложить возможные варианты решений и выбрать из них наиболее предпочтительный. Алгоритм решения кейс-задания: а) анализ кейса; б) выдвижение гипотезы; в) выбор оптимального варианта; г) прогнозирование; д) анализ предполагаемых результатов; е) оформление результатов решения кейса и его защита или презентация.
Самостоятельная работа обучающегося	Самостоятельная работа обучающегося является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Она может выполняться в библиотеке, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также – в домашних условиях. Материал учебной дисциплины, предусмотренный рабочим учебным планом для усвоения обучающимся в процессе самостоятельной работы, выносится на промежуточную аттестацию наряду с учебным материалом, который рассматривался при проведении учебных занятий. Самостоятельная работа обучающихся во внеаудиторное время может состоять из: а) повторения лекционного материала; б) подготовки к семинарам (практическим занятиям); в) изучения учебной и научной литературы; г) изучения нормативных материалов (в т.ч. в электронных базах данных); д) решения задач, выданных на практических занятиях; ж) подготовки к контрольным работам, тестированию и т.д.; з) подготовки к семинарам устных докладов (сообщений); и) подготовки рефератов, эссе и иных индивидуальных письменных работ по заданию преподавателя; к) выполнения курсовых работ, предусмотренных учебным планом; л) выполнения выпускных квалификационных работ и др.; м) выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями факультета в рамках их консультаций; н) проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах рабочей программы дисциплины задач, тестов, написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы.
Подготовка к промежуточной аттестации: экзамен/зачет/зачет с оценкой	Промежуточная аттестация направлена на проверку конечных результатов обучения, выявление степени усвоения обучающимися системы знаний, умений и навыков, полученных в результате изучения данной дисциплины. Подготовка к экзамену/зачету/зачету с оценкой включает в себя три этапа: а) само-

	<p>стоятельная работа в течение семестра; б) непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету/зачету с оценкой/экзамену по темам курса; в) подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах. В период подготовки, обучающийся повторно обращается к пройденному учебному материалу. Подготовка осуществляется на основании методических рекомендаций по дисциплине и списка вопросов изучаемой дисциплины, конспектов лекций, учебников и учебных пособий, научных статей, информации Интернет-среды. Для получения более полной и разносторонней информации рекомендуется использовать несколько учебников. Обучающийся вправе сам придерживаться любой из представленных в учебниках точек зрения по спорной проблеме (в том числе, отличной от мнения преподавателя), но при условии ее достаточной научной аргументации. Основным источником подготовки к зачету является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники. В ходе подготовки к экзамену, обучающимся необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем. Экзамен/зачет/зачет с оценкой проводится по вопросам, охватывающим весь пройденный в рамках дисциплины материал.</p>
--	--

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Груздев, Владислав Николаевич. Методы математической физики в геофизике [Электронный ресурс] : учебное пособие : [для студ. бакалавров геол. фак. направления 05.03.01 "Геология", для студ. 3 курса дневного отд-ния по профилю геофизика, направления "Геология" по дисциплине "Методы математической физики в геофизике"] / В.Н. Груздев ; Воронеж. гос. ун-т, Геол. фак., Каф. геофизики. — Электрон. текстовые дан. — Воронеж, 2019. — Загл. с титула экрана. — Свободный доступ из интранета ВГУ. — Текстовый файл. — <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m19-148.pdf >.
2	Владимиров, Василий Сергеевич. Уравнения математической физики : учебник для студ. вузов / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. — Изд. 2-е, стер. — М. : Физматлит, 2004. — 398, [1] с. : ил. — Библиогр.: с.399. — 51 экз.
3	Владимиров, Василий Сергеевич. Уравнения математической физики : учебник для студ. вузов / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. — Изд. 2-е, стер. — М. : Физматлит, 2008. — 398, [1] с. : ил. — Библиогр.: с.399. — 15 экз.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Бугров, Яков Степанович. Высшая математика : в 3 т. : учебник для студ. вузов, обуч. по инженерно-техн. специальностям / Я.С. Бугров, С.М. Никольский ; под ред. В.А. Садовниченко. — М. : Дрофа, 2005-. — (Высшее образование. Современный учебник). — ISBN 5-7107-9845-2. Т. 2: Дифференциальное и интегральное исчисление. — Изд. 7-е, стер. — 2005. — 509 с. : ил., табл. — Предм. указ.: с. 502-509. — ISBN 5-7107-9845-2. — 1 экз.
5	Математика. Уравнения математической физики : учебно-методическое пособие для вузов / сост.: Ю.Б. Савченко; С.А. Ткачева. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2007. — 24 с. — Тираж 50. 1,5 п.л.
6	Шамолин М. В. Высшая математика / М.В. Шамолин. — М.: Издательство «Экзамен», 2008.-909, с.
7	Меньших О.Ф. Уравнения математической физики: Учебное пособие. - Самара: Самар. гос. аэрокосмический ун-т, 2006. - 119 с.
8	Кузнецов А.В. Методы математической физики: Учебное пособие. - Ярославль: ЯрГУ им. П.Г. Демидова, 2004. - 200 с
9	Тихонов А.Н. Уравнение математической физики / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский.- М., Наука, 1977.- 736 с.
10	Письменный, Дмитрий Трофимович. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Дмитрий Письменный. — 7-е изд. — М. : Айрис-пресс, 2008. — 602, [1] с. : ил., табл. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-8112-3118-8.
11	Ильин, Владимир Александрович. Математический анализ : учебник для студ. вузов, обуч. по специальностям "Математика", "Прикладная математика" и "Информатика" : в 2 ч. / В.А. Ильин, В.А. Садовничий, Б.Х. Сендов ; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова; под ред. А.Н. Тихонова. — М. : Проспект : Изд-во Моск. ун-та, 2007-. — (Классический университетский учебник / редсов.: В.А.Садовничий (пред.) [и др.]). Ч. 2. — 2-е изд., перераб. и доп. — 2007. — 353, [4] с. : ил. — Посвящается 250-летию Московского университета. — ISBN 978-5-482-01431-8.

12	Смешанные задачи для уравнения теплопроводности и уравнения колебаний : учебно-методическое пособие для вузов : [для студ. 3 к. фак. приклад. математики, информатики и механики Воронеж. гос. ун-та всех форм обучения; для специальностей: 010501 - Прикладная математика и информатика, 010901 - Механика] / Воронеж. гос. ун-т ; сост. А.А. Куликов .— Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2011 .— 67 с. — Библиогр.: с. 66.
13	Математика Общий курс: Учебник для студ. вузов, обуч. по техн. специальностям и направлениям / Б.М. Владимирский, А.Б. Горстко, Я.М. Ерусалимский. - СПб.Издательство: Лань, 2002. - 954 с.
14	Бережной Д.В., Тазюков Б.Ф. Численное решение плоской задачи теплопроводности: Учебно-методическое пособие. - Казань: КГУ, 2007. - 19 с.
15	Ханова А.А. Численное решение уравнений и систем уравнений: Методическое пособие. - Астрахань: АГТУ, 2001. - 44 с.
16	Рояк М.Э., Соловейчик Ю.Г., Шурина Э.П. Сеточные методы решения краевых задач математической физики: Учебное пособие. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1998. - 120 с.
17	Жданов, Михаил Семенович. Электроразведка : Учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых" / М.С. Жданов .— М. : Недра, 1986 .— 314,[2] с. : ил.
18	Дьяконов, Владимир. MATHCAD 2001 : Спец. справ. / Владимир Дьяконов .— СПб. и др. : Питер, 2002 .— 831 с. : ил. — ISBN 5-318-00362-1 : 77.00.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
19	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» http://biblioclub.ru/
20	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» http://www.studmedlib.ru
21	Электронно-библиотечная система «Лань» https://e.lanbook.com/
22	Электронно-библиотечная система «РУКОНТ» (ИТС Контекстум) http://rucont.ru
23	Электронно-библиотечная система «Юрайт» https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru
24	WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc
25	OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc
26	СПС "Консультант Плюс" для образования
27	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах
28	Неисключительные права на ПО Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition
29	Права на программы для ЭВМ обеспечение Microsoft Imagine Premium Renewed Subscription (3 year)
30	Электронный курс лекций «Методы математической физики в геофизике» – https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=2920

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы, онлайн-курсы, ЭУМК

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Задачи по математическим методам физики / Колоколов И. В.[и др.] .— М. : Эдиториал УРСС, 2000 .— 286 с. : ил. — (Подробные решения) .— ISBN 5-8360-0105-7 : 110.25.
2	Груздев, Владислав Николаевич. Математические уравнения в геофизике : практикум для вузов / В.Н. Груздев ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009 .— 52 с. : ил. — Библиогр. : с. 52 .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m09-158.pdf >.
3	Электронный курс лекций «Методы математической физики в геофизике» – https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=2920

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

№ пп	Программное обеспечение
1	WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc
2	OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc
3	СПС "Консультант Плюс" для образования
4	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах
5	Университетская лицензия на программный комплекс для ЭВМ -MathWorks Total Academic

	Headcount – 25
6	Неисключительные права на ПО Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition

Электронный курс лекций «Методы математической физики в геофизике» на Образовательном портале ВГУ – <https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=2920>.

Программа реализуется с применением дистанционных технологий.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

№ пп	№ аудитории	Адрес	Название аудитории	Тип аудитории	Материально-техническое обеспечение
1	101п	г. Воронеж, Университетская пл.1, корпус 1Б	Лаборатория гравимагнитных методов	лаборатория	Компьютер Intel Atom, LCD-проектор BENQ MP 515
2	104п	г. Воронеж, Университетская пл.1, корпус 1Б	Лаборатория информационных технологий	лаборатория	Персональный компьютер Core i3-4130 3,4 GH 4GB RAM DDR3-1600 500GB HDD2+2 USB 2.0/2USB 3.0 Intel graphics 4400 VGA/HDMI Mouse+Key Board (15 шт.), TV LG 42"

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Ряды Фурье в геофизике, преобразование Фурье, обобщенные функции.	ПК-3.1	Выполняет обработку наземных и скважинных геофизических данных	Практическое задание № 1 Лабораторная работа № 1 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
2	Классификация и постановка основных задач математической физики в геофизике	ПК-3.1	Выполняет обработку наземных и скважинных геофизических данных	Практическое задание № 2 Лабораторная работа № 2 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
3	Метод разделения переменных (метод Фурье) и метод преобразования Фурье решения основных задач математической физики. Метод конечных разностей и его применение при решении задач геофизики, использующих уравнение Гельмгольца.	ПК-3.1	Выполняет обработку наземных и скважинных геофизических данных	Практическое задание № 3 Лабораторная работа № 3 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
4	Эллиптические уравнения (уравнения Лапласа и Пуассона), метод функции Грина решения задачи Дирихле.	ПК-3.1	Выполняет обработку наземных и скважинных геофизических данных	Практическое задание № 4 Лабораторная работа № 4 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
5	Гиперболические уравнения (метод характеристик и метод Дюамеля решения волнового уравнения и уравнения переноса).	ПК-3.1	Выполняет обработку наземных и скважинных геофизических данных	Практическое задание № 5 Лабораторная работа № 5 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
6	Элементы специальных функций и некорректные задачи в геофизике.	ПК-3.1	Выполняет обработку наземных и скважинных геофизических данных	Тест № 1 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
Промежуточная аттестация, форма контроля – зачёт. Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме на Образовательном портале ВГУ				КИМ

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Тестовые задания:

Тест № 1

1. Понятие об уравнении Бесселя.
2. Уравнение Лежандра.
3. Колебание мембраны и шара.
4. Понятие о сферических функциях.
5. Корректные и некорректные задачи математической физике, применяемые в геофизике.
6. Понятие об обобщенных решениях уравнений математической физике.
7. Разложение в ряды по специальным функциям.
8. Вейвлет-преобразование одиночных импульсов колебаний.

Описание технологии проведения

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах): выполнение лабораторных работ; тестирования. Критерии оценивания приведены ниже.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Контрольно-измерительные материалы текущей аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков, и(или) опыт деятельности в области методов математической физики в геофизике.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены ниже.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень вопросов к зачёту:

1. Тригонометрические ряды Фурье.
2. Интегральное преобразование Фурье и его применение к решению задачи Коши для уравнений колебаний и теплопроводности.
3. Основные свойства решения уравнения теплопроводности.
4. 2π – периодическое функции.
5. Математическое моделирование электромагнитных полей методом конечных разностей.
6. Метод Дюамеля решения задачи Коши для неоднородного уравнения теплопроводности в одномерном случае.
7. Основные теоремы о сходимости, дифференцируемости и интегрируемости.
8. Решение уравнения Гельмгольца.
9. Метод Дюамеля решения задачи Коши для неоднородного уравнения теплопроводности в многомерном случае.
10. Применение рядов Фурье в геофизике.
11. Гармонические функции в геофизике, их свойства, фундаментальное решение уравнения Пуассона.
12. Понятие об уравнении Бесселя.
13. Тригонометрические ряды Фурье с любым периодом, спектр периодической функции.
14. Формула Грина.
15. Понятие об уравнении Лежандра.
16. Ортогональные и ортонормированные системы и ряды Фурье по ним.
17. Внутренние и внешние задачи Дирихле и Неймана для гармонических функций.
18. Колебание мембраны.
19. Неравенство Бесселя, экстремальное свойство и равенство Бесселя.
20. Метод решения задачи Дирихле с помощью функции Грина.
21. Колебание шара.
22. Двойной интеграл Фурье и его роль при решении прямых и обратных задач геофизики.
23. Построение функции Грина методом электрических изображений и решение задачи Дирихле для круга (шара).
24. Понятие о сферических функциях.
25. Прямое и обратное преобразование Фурье, простейшие свойства.
26. Построение функции Грина методом электрических изображений и решение задачи Дирихле для полуплоскости (полупространства).
27. Корректные и некорректные задачи математической физике, применяемые в геофизике.
28. Обобщенные функции, δ – функция.
29. Метод характеристик решения задач Коши, простейшей краевой задачи для уравнения бегущей волны (уравнения переноса).
30. Понятие об обобщенных решениях уравнений математической физике.
31. Математическое моделирование геофизических процессов.
32. Решение задачи Коши для уравнения колебания струны.
33. Разложение в ряды по специальным функциям.
34. Понятие дифференциального уравнения с частными производными.

35. Задача Коши для однородного и неоднородного волнового уравнения в одномерном пространстве.
36. Вейвлет-преобразование одиночных импульсов.
37. Вывод основных уравнений математической физики, применяемых в геофизике: малые поперечные колебания струны и стержня, теплопроводности и диффузии, стационарных режимов, уравнения Лапласа и Пуассона.
38. Задача Коши для однородного и неоднородного волнового уравнения в двумерном пространстве.
39. Применение рядов Фурье в геофизике.
40. Классификация и характеристика, а также канонический вид уравнений математической физики в геофизике.
41. Задача Коши для однородного и неоднородного волнового уравнения в трехмерном пространстве.
42. Неравенство Бесселя, экстремальное свойство и равенство Бесселя.
43. Задача Штурма-Лиувилля и ее применение при решении методом Фурье основных смешанных краевых задач для уравнения колебаний и теплопроводности.
44. Задача Коши для однородного и неоднородного волнового уравнения и ее решение методом Дюамеля.
45. Математическое моделирование геофизических процессов.
46. Метод Фурье решения задачи Дирихле в прямоугольнике для уравнения Лапласа.
47. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности и функция источника.
48. Вывод основных уравнений математической физики, применяемых в геофизике: малые поперечные колебания струны.

Описание технологии проведения

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков, и(или) опыт деятельности в области методов математической физики в геофизике.

При оценивании используются качественные шкалы оценок.

Критерии оценивания результатов обучения при текущей и промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических задач в области методов математической физики в геофизике.	Повышенный уровень	Отлично (Зачтено)
Обучающийся владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических задач в области методов математической физики в геофизике, но при этом допускает отдельные ошибки при ответах на вопросы.	Базовый уровень	Хорошо (Зачтено)
Обучающийся владеет, частично, понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, фрагментарно способен применять теоретические знания для решения практических задач в области методов математической физики в геофизике.	Пороговый уровень	Удовлетворительно (Зачтено)
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания в базовых положениях и теоретических основах дисциплины, допускает грубые ошибки в иллюстрировании результатов и применении изученных методов при решении задач методов математической физики в геофизике.	–	Неудовлетворительно (Не зачтено)

ПК-3 Способен выполнять обработку и интерпретацию полученных полевых геофизических данных

1) Закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности)

ЗАДАНИЕ 1. Какие математические методы используются при решении обратных задач в геофизике?

- **системы автоматизированной математической обработки и интерпретации экспериментальных данных с помощью компьютеров;**
- разработанные эффективные алгоритмы решения прямых задач геофизики;
- расчеты прямых задач для различных семейств математических моделей;
- разработаны некоторые алгоритмы решения прямых задач геофизики.

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности, короткий ответ: Да/Нет):

ЗАДАНИЕ 1. Верна ли формулировка задачи о распределении температуры в ограниченном стержне: температура U однородного стержня в сечении x и в момент времени t удовлетворяет уравнению теплопроводности, при этом заданы начальные и краевые условия и требуется найти распределение температуры по всему стержню для момента времени t .

Ответ: Да