

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.ДВ.04.01 Линейные обратные задачи 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: Муравина Ольга Михайловна, д.т.н., профессор
7. Рекомендована: научно-методическим советом геологического факультета, протокол № 9 от 29.05.2023 г.
8. Учебный год: 2026                      Семестр(ы)/Триместр(ы): 5

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Линейные обратные задачи в геофизике» является:

- подготовка бакалавров компетентных в сфере обратных задач геофизики в линейной постановке, владеющих основами линейной алгебры, обладающих умениями и навыками практических способов решения обратных линейных и линеаризованных задач геофизики.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование у обучаемых научного представления об обратных задачах геофизики как некорректных задачах естествознания;
- получение обучаемыми знаний разделов линейной алгебры, лежащих в основе решения линейных обратных задач геофизики;
- приобретение обучаемыми навыков решения обратных задач в линейной постановке с учётом особенностей различных методов геофизики.

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

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, Магниторазведка, Гравиразведка, Интегральные преобразования в геофизике, Спектральный анализ в геофизике, Электроразведка, Геофизические исследования скважин, Сейсморазведка.

Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей: Научно-исследовательская работа, Интерпретация данных магнитометрии, Геологическая интерпретация магнитных аномалий, Интерпретация данных гравиметрии, Геологическая интерпретация гравитационных аномалий, Индуктивная электроразведка, Методы рудной электроразведки, Основы обработки геофизических данных, Методы обработки данных геофизики, Методы решения обратных задач геофизики, Прямые и обратные задачи геофизики, 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-3.3	Проводит комплексную интерпретацию данных наземных и скважинных геофизических методов	Знать: принципы аппроксимации геологической среды адекватной физико-математической моделью и способы постановки линейных обратных задач геофизики Уметь: аппроксимировать геологическую среду адекватной физико-геологической моделью и выполнять решение типовых линейных дискретных задачи геофизики Владеть: численными методами решения обратных задач в линейной постановке

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час (в соответствии с учебным планом) — 2/72.**

**Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен):** зачёт.

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		5	№ семестра	...
Аудиторные занятия	48	48		
В том числе:	лекции	16	16	
	практические	16	16	
	лабораторные	16	16	
Самостоятельная работа	24	24		
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)	-	-		
Итого:	72	72		

#### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Корректные и некорректные задачи естествознания. Понятие о прямых и обратных задачах геофизики.	Введение. Задачи курса. Корректные и некорректные задачи естествознания. Понятие о прямых и обратных задачах геофизики. Типы операторов прямой задачи геофизики. Причины некорректности обратных задач геофизики. Способы преодоления некорректности.	Линейные обратные задачи в геофизике
1.2	Элементы линейной алгебры, функционального анализа, теории решения систем линейных алгебраических уравнений.	Типы матриц. Операции с матрицами. Определитель. Обратная матрица. Ранг и элементарные преобразования матрицы. Линейная зависимость и независимость. Собственные векторы и собственные значения матриц. Понятие вектора в пространстве 2D, 3D. Разложение по базису. Понятие вектора в n-мерном пространстве. Линейное пространство. Линейный оператор. Линейный функционал. Норма. Метрика. Системы линейных алгебраических уравнений. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод последовательных приближений.	Линейные обратные задачи в геофизике
1.3	Линейная постановка обратных задач геофизики. Понятие линеаризации. Способы решения линейных и линеаризованных обратных задач геофизики.	Математическая постановка линейной прямой (обратной) задачи в виде системы линейных алгебраических уравнений. Понятие квазирешения. Условие МНК. Система нормальных уравнений в покомпонентном и операторном виде. Ограничения МНК. Влияние погрешности наблюдений на качество решения.	Линейные обратные задачи в геофизике
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Корректные и некорректные задачи естествознания. Понятие о прямых и обратных задачах геофизики.	Корректные и некорректные задачи естествознания. Прямые и обратные линейные задачи гравиметрии и магнитометрии. Линеаризация нелинейных задач.	Линейные обратные задачи в геофизике
2.2.	Элементы линейной алгебры, функционального анализа, теории решения систем линейных алгебраических уравнений	Метод Зейделя. Разложение Холецкого. Произвольные системы линейных уравнений. Переопределенные системы. Недоопределенные системы.	Линейные обратные задачи в геофизике
2.3.	Линейная постановка об-	Физико-геологические модели. Способы аппрокси-	Линейные

	ратных задач геофизики. Понятие линеаризации. Способы решения линейных и линеаризованных обратных задач геофизики.	мации и параметризации геологической среды.	обратные задачи в геофизике
<b>3. Лабораторные работы</b>			
3.2	Элементы линейной алгебры, функционального анализа, теории решения систем линейных алгебраических уравнений	Способы решения СЛАУ с использованием программ компьютерной математики. Норма. Метрика. Оценка качества решения.	Линейные обратные задачи в геофизике
3.3	Линейная постановка обратных задач геофизики. Понятие линеаризации. Способы решения линейных и линеаризованных обратных задач геофизики.	Аппроксимация среды физико-геологической моделью. Постановка прямой и обратной задачи. Методы решения линейной обратной задачи. Метод поиска псевдорешения. Оценка качества решения.	Линейные обратные задачи 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	Корректные и некорректные задачи естествознания. Понятие о прямых и обратных задачах геофизики.	4	4		8	-	16
2	Элементы линейной алгебры, функционального анализа, теории решения систем линейных алгебраических уравнений.	6	6	8	8	-	28
3	Линейная постановка обратных задач геофизики. Понятие линеаризации. Способы решения линейных и линеаризованных обратных задач геофизики.	6	6	8	8	-	28
	Итого:	16	16	16	24	-	72

### 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.)

Имеется электронный курс лекций «Линейные обратные задачи в геофизике» на образовательном портале ВГУ, который содержит презентации лекций, ссылки на литературу, вопросы для самоконтроля, методические указания для выполнения лабораторных работ и тесты: <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3216>.

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) желательно 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,

	<p>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.</p>
Лабораторные занятия	<p>Лабораторные занятия допускают различные формы проведения и могут быть направленными на освоение современного оборудования, программных средств обработки данных, проведение экспериментальных исследований и пр.</p> <p>При подготовке к <u>лабораторному занятию</u> 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.</p>
Консультации	<p>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 консультации 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.</p>
Подготовка к текущей аттестации	<p>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.</p> <p>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.</p>
Выполнение тестов	<p>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.</p>
Выполнение кейс-задания (ситуационная задача)	<p>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;</p>

	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) самостоятельная 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.

**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	Геофизика : [учебник для студ. вузов, обуч. по специальностям "Геология", "Геофизика", "Геохимия", "Гидрология и инженер. геология", "Геология и геохимия горючих ископаемых", "Экол. геология"] / [В.А. Богословский и др.] ; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, Геол. фак.; под ред. В.К. Хмелевского .— 2-е изд. — Москва : КДУ, 2009 .— 320 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 319. — 9 экз.
2	Ильин, Владимир Александрович. Линейная алгебра и аналитическая геометрия : учебник для студ. вузов, обуч. по направлениям подготовки и специальностям "Математика", "Прикладная математика и информатика" / В.А. Ильин, Г.Д. Ким ; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова .— 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Изд-во Моск. ун-та : Проспект, 2007 .— 392, [1] с. : ил. — (Классический университетский учебник) .— Предм. указ.: с.388-392 .— ISBN 5-482-01216-6 .— ISBN 978-5-482-01216-1.
3	Мальцев, И. А. Линейная алгебра [Электронный ресурс] / Мальцев И. А. — 2-е, испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2010 .— 384 с. — Книга из коллекции Лань - Математика .— ISBN 978-5-8114-1011-8 .— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=610>.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Геофизика : учебник : [учебник для студ. вузов, обуч. по специальностям "Геология", "Геофизика", "Геохимия", "Гидрология и инженер. геология", "Геология и геохимия горючих ископаемых", "Экол. геология"] / [В.А. Богословский и др.]; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, Геол. фак.; под ред. В.К. Хмелевского .— 3-е изд. — Москва : КДУ, 2012 .— 318 с. : ил., табл. — Авт. указ. на обороте тит. л. — Список учебников и учеб. пособий : с. 319 .— ISBN 978-5-98227-808-1.
5	Баскаков, А.Г. Лекции по алгебре: учеб. пособие / А.Г. Баскаков .— Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2004 .— 306 с. — Тираж 300. 19,25 п.л. — ISBN 5-9273-0654-3.
6	Кириянов Д.В. Mathcad 12 / Кириянов Д.В. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 567 с.
7	Яновская, Татьяна Борисовна. Обратные задачи геофизики : учебное пособие / Т.Б. Яновская, Л.Н. Порохова ; С.-Петерб. гос. ун-т .— 2-е изд. — СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004 .— 214 с. : ил. — Библиогр.: с. 208-211 .— ISBN 5-288-03429-Х.
8	Шевцов, Г. С. Численные методы линейной алгебры [Электронный ресурс] / Шевцов Г. С., Крюкова О. Г., Мызникова Б. И. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2011 .— 496 с. — Рекомендовано Научно-методическим советом по математике и механике Учебно-методического объединения по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для математических направлений и специальностей. — Книга из коллекции Лань - Математика .— ISBN 978-5-8114-1246-4 .— <URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=1800">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=1800</a> >.

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

№ п/п	Ресурс
9	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
10	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
11	Электронно-библиотечная система «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
12	Электронно-библиотечная система «РУКОНТ» (ИТС Контекстум) <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>
13	Электронно-библиотечная система «Юрайт» <a href="https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru">https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru</a>
14	Электронный курс - <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3216">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3216</a>

\* 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	Электронный курс «Линейные обратные задачи в геофизике» – <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3216">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3216</a>

**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 «Линейные обратные задачи в геофизике» на образовательном портале ВГУ: <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=3216>.

Программа курса 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	Лаборатория гравимагнитных	лаборатория	Компьютер Intel Atom, LCD-проектор BENQ MP 515

		пл.1, корпус 1Б	методов		
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	Корректные и некорректные задачи естествознания. Элементы линейной алгебры, функционального анализа, теории решения систем линейных алгебраических уравнений	ПК-3.3	Проводит комплексную интерпретацию данных наземных и скважинных геофизических методов	Собеседование Практическое задание № 1 Практическое задание № 2 Лабораторная работа № 1 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
2	Понятие о прямых и обратных задачах геофизики. Линейная постановка обратных задач геофизики. Понятие линеаризации.	ПК-3.3	Проводит комплексную интерпретацию данных наземных и скважинных геофизических методов	Собеседование Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
3	Линейная постановка обратных задач геофизики.	ПК-3.3	Проводит комплексную интерпретацию данных наземных и скважинных геофизических методов	Собеседование Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
4	Линейная постановка обратных задач геофизики. Понятие линеаризации. Способы решения линейных и линеаризованных обратных задач геофизики.	ПК-3.3	Проводит комплексную интерпретацию данных наземных и скважинных геофизических методов	Собеседование Практическое задание № 3 Лабораторная работа № 2 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
5	Способы решения линейных и линеаризованных обратных задач геофизики.	ПК-3.3	Проводит комплексную интерпретацию данных наземных и скважинных геофизических методов	Собеседование 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:

#### Лабораторные работы:

1. Способы решения СЛАУ с использованием программ компьютерной математики. Норма. Метрика. Оценка качества решения.
2. Аппроксимация среды физико-геологической моделью. Постановка прямой и обратной задачи. Методы решения линейной обратной задачи. Метод поиска псевдорешения. Оценка качества решения.



### **Практические задания:**

3. Корректные и некорректные задачи естествознания. Прямые и обратные линейные задачи гравиметрии и магнитометрии. Линеаризация нелинейных задач.
4. Метод Зейделя. Разложение Холецкого. Произвольные системы линейных уравнений. Переопределенные системы. Недоопределенные системы.
5. Физико-геологические модели. Способы аппроксимации и параметризации геологической среды.

### **Вопросы к собеседованию:**

1. Корректные и некорректные задачи естествознания.
2. Прямые и обратные линейные задачи гравиметрии и магнитометрии.
3. Линеаризация нелинейных задач.
4. Метод Зейделя.
5. Разложение Холецкого.
6. Физико-геологические модели.
7. Способы аппроксимации и параметризации геологической среды.

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 линейных обратных задач 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. Корректные и некорректные задачи естествознания.
2. Понятие о прямых и обратных задачах геофизики.
3. Типы операторов прямой задачи геофизики.
4. Причины некорректности обратных задач геофизики. Способы преодоления некорректности.
5. Типы матриц. Операции с матрицами.
6. Определитель. Обратная матрица.
7. Ранг и элементарные преобразования матрицы.
8. Линейная зависимость и независимость.
9. Собственные векторы и собственные значения матрицы.
10. Понятие вектора в пространстве 2D, 3D. Разложение по базису. Понятие вектора в n-мерном пространстве.
11. Линейное пространство. Линейный оператор. Линейный функционал. Норма. Метрика.
12. Системы линейных алгебраических уравнений
13. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса.
14. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод последовательных приближений.
15. Математическая постановка линейной прямой (обратной) задачи.
16. Понятие квазирешения. Условие МНК.
17. Система нормальных уравнений в покомпонентном и операторном виде.
18. Ограничения МНК. Влияние погрешности наблюдений на качество решения.

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 линейных обратных задач в геофизике.

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

#### 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 линейных обратных задач 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 линейных обратных задач 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 линейных обратных задач 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 линейных обратных задач в геофизике.	–	Неудовлетворительно  (Не зачтено)

#### Фонд оценочных средств сформированности компетенций

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

1) Закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности)

ЗАДАНИЕ 1. Выберите правильный вариант ответа: **Что является оператором линейной дискретной прямой задачи геофизики?**

1. Матрица.
2. Интегральное уравнение.
3. Дифференциальное уравнение.
4. Интегральное или дифференциальное уравнение.

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности, короткий ответ: Верно/Неверно):

ЗАДАНИЕ 1. Верно ли, утверждение: **Решение прямой линейной дискретной задачи геофизики математически является результатом умножения матрицы на вектор.**

Ответ: **Верно.**