

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой Геофизики



В. Н. Глазнев

04.06.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.11.02 Прямые и обратные задачи геофизики

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:
05.03.01 Геология
2. Профиль подготовки/специализации: Геофизика
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., доцент
7. Рекомендована: научно-методическим советом геологического факультета,
протокол № 6 от 04.06.2020 г.
8. Учебный год: 2022 Семестр: 8

9. Цели и задачи учебной дисциплины: Целью преподавания дисциплины «Прямые и обратные задачи геофизике» является подготовка бакалавров компетентных в сфере решения прямых и обратных геофизических задач и владеющих практическими методами их решения.

Задачами изучения дисциплины являются:

- получение обучаемыми базисных знаний о месте и роли прямых и обратных задач геофизики и принципов, лежащих в основе способов их решения;
- приобретение обучаемыми навыков применения практических способов решения прямых и обратных задач с учётом особенностей для различных методов геофизики.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: блок Б1, вариативная часть, дисциплины 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, Линейные обратные задачи в геофизике, Методы линейной алгебры в геофизике, Основы обработки геофизических данных, Методы обработки данных геофизики.

Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей: Применение геоинформатики при геофизических исследованиях, Моделирование геологических объектов средствами геоинформатики, Комплексирование геофизических методов, Физика Земли, Геолого-геофизические модели.

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

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-3	Способность в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций	Знать: теоретические основы решения прямых и обратных задач геофизики, основные методы их решения. Уметь: самостоятельно анализировать научную литературу, эффективно применять различные методы решения прямых и обратных задач исходя из конкретной геологической ситуации. Владеть: средствами компьютерной техники и информационными технологиями, методиками численного решения прямых и обратных задач геофизики.
ПК-6	Готовность в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утвержденным формам	Знать: методы представления результатов решения прямых и обратных задач в виде геолого-геофизических карт, схем и разрезов. Уметь: применять методы представления результатов решения прямых и обратных задач с учетом специфики решаемых геологических задач. Владеть: средствами компьютерной техники и информационными технологиями, направленными на визуализацию результатов решения прямых и обратных задач.

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

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен): зачёт.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		8	№ семестра	...
Аудиторные занятия	36	36		
в том числе:				
лекции	12	12		
практические	12	12		
лабораторные	12	12		
Самостоятельная работа	36	36		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – 36 час.)	0	0		
Итого:	72	72		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Математическая постановка прямых и обратных задач геофизики. Классификация операторов прямых задач.	Математическая постановка прямых и обратных задач. Особенности прямых и обратных задач для различных геофизических методов. Классификация операторов прямых задач. Линеаризация нелинейных обратных задач.
1.2	Интерпретационная модель. Математическое моделирование геофизических полей.	Понятие интерпретационной модели. Адекватные и эквивалентные модели. Параметризация. Математическое моделирование геофизических полей для заданной модели среды. Стохастический метод моделирования полей.
1.3	Некорректность обратных задач геофизики и способы ее преодоления. Вероятностно-статистический подход к решению обратных задач.	Понятие корректности задач. Влияние погрешности наблюдений на результаты решения. Неустойчивость обратных задач. Существование и единственность в обратных задачах геофизики. Способы преодоления некорректности. Методы решения обратных задач.
2. Практические занятия		
2.1	Математическая постановка прямых и обратных задач геофизики. Классификация операторов прямых задач.	Томографические задачи.
2.2	Интерпретационная модель. Математическое моделирование геофизических полей.	Использование априорной информации при построении стартовых аппроксимационных моделей.
2.3	Некорректность обратных задач геофизики и способы ее преодоления. Вероятностно-статистический подход к решению обратных задач.	Условно-корректная постановка обратных задач. Статистическая постановка обратных геофизических задач.
3. Лабораторные работы		
3.2	Интерпретационная модель. Математическое моделирование геофизических полей.	Формирование физико-геологической модели среды. Построение оператора прямой задачи. Решение прямой задачи (моделирование определенного поля) для заданной модели среды. Стохастический метод моделирования поля. Представление результатов в виде карты изолиний.
3.3.	Вероятностно-статистический подход к решению обратных задач	Решение обратной задач методом поиска псевдорешения. Оценка качества входных данных с использованием критерия Пирсона. Оценка качества решения. Представление результатов в виде геолого-геофизического разреза.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	
1	Математическая постановка прямых и обратных задач геофизики. Классификация операторов прямых задач.	2	4	-	12	-	18
2	Интерпретационная модель. Математическое моделирование геофизических полей.	2	4	4	12	-	22
3	Некорректность обратных задач геофизики и способы ее преодоления. Вероятностно-статистический подход к решению обратных задач.	8	4	8	12	-	32
Итого:		12	12	12	36	-	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Обучающимся следует использовать опубликованные методические пособия по курсу «Прямые и обратные задачи геофизики» из списка литературы и презентационные материалы электронного курса «Методы решения обратных задач в геофизике» на Образовательном портале ВГУ – <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2761>.

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 : [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.
2	Тихонов, Андрей Николаевич. Методы решения некорректных задач : Учебное пособие для студ. вузов, обуч. по специальности "Прикладная математика" / А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин .— 3-е изд., испр. — М. : Наука, 1986 .— 286, [1] с. : ил.
3	Сизиков, В. С. Обратные прикладные задачи и MatLab [Электронный ресурс] / Сизиков В. С. — 1-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2011 .— 256 с. — Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ по образованию в области приборостроения и оптоэлектроники для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 200100 — «Приборостроение» и специальности 200101 — «Приборостроение». — Книга из коллекции Лань - Физика .— ISBN 978-5-8114-1238-9 .— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2037>.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	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-X.
5	Лесин, В. В. Основы методов оптимизации [Электронный ресурс] / Лесин В. В., Лисовец Ю. П. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016 .— 344 с. — Книга из коллекции Лань - Математика .— ISBN 978-5-8114-1217-4 .— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=86017>.
6	Лаврентьев, Михаил Михайлович. Теория операторов и некорректные задачи : [Учебное пособие] / М. М. Лаврентьев, Л. Я. Савельев .— Новосибирск : Изд-во Ин-та математики, 1999 .— 701 с. — ISBN 5-86134-077-3 : 120.00.

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

№ п/п	Ресурс
6	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» http://biblioclub.ru/

7	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» http://www.studmedlib.ru
8	Электронно-библиотечная система «Лань» https://e.lanbook.com/
9	Электронно-библиотечная система «РУКОНТ» (ИТС Контекстум) http://rucont.ru
10	Электронно-библиотечная система «Юрайт» https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru
11	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» http://biblioclub.ru/
12	Электронный курс «Методы решения обратных задач геофизики» - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2761

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

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	Методические указание в курсе «Методы решения обратных задач геофизики» на Образовательном портале ВГУ – https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2761

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

№ пп	Программное обеспечение
1	WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmс
2	OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmс
3	Университетская лицензия на программный комплекс для ЭВМ -MathWorks Total Academic Headcount – 25
4	СПС "Консультант Плюс" для образования
5	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах
6	Неисключительные права на ПО KasperskyEndpointSecurity для бизнеса - РасширенныйRussianEdition

Электронный курс лекций «Прямые и обратные задачи геофизики» на Образовательном портале ВГУ – <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2761>.

Программа реализуется с применением дистанционных технологий.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

№ 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. Фонд оценочных средств:

19.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-3 Способность в	Знать: теоретические основы решения прямых и обратных	Типы обратных задач. Математическая постановка обрат-	Собеседование Практическое задание № 1

<p>составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций</p>	<p>задач геофизики, основные методы их решения.</p>	<p>ных задач. Линейные и нелинейные обратные задачи. Неоднозначность обратных задач и способы ее преодоления. Неустойчивость обратных задач и способы ее преодоления. Классификация методов решения обратных задач Вероятностно-статистическая постановка обратных задач геофизики</p>	<p>Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ</p>
	<p>Уметь: самостоятельно анализировать научную литературу, эффективно применять различные методы решения прямых и обратных задач исходя из конкретной геологической ситуации.</p>	<p>Метод поиска псевдорешения. Метод Бейкуса-Гильберта Метод регуляризации Формализация априорной информации. Выбор параметра регуляризации Линеаризация нелинейных обратных задач.</p>	<p>Собеседование Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на Образовательном портале ВГУ</p>
	<p>Владеть: средствами компьютерной техники и информационными технологиями, методиками численного решения прямых и обратных задач геофизики</p>	<p>Понятие интерпретационной модели. Эквивалентные и адекватные модели среды. Стартовая модель. Классификация ФГМ. Способы построения аппроксимационных моделей. Параметризация моделей среды.</p>	<p>Практическое задание № 2 Лабораторная работа № 1 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на Образовательном портале ВГУ</p>
<p>ПК-4 Готовность в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утвержденным формам</p>	<p>Знать: методы представления результатов решения прямых и обратных задач в виде геолого-геофизических карт, схем и разрезов.</p>	<p>Формирование физико-геологической модели среды. Представление модели в виде геолого-геофизического разреза. Решение прямой задачи. Представление результатов в виде карты изолиний. Решение обратной задачи методом регуляризации. Представление модели в виде геолого-геофизического разреза Решение нелинейной обратной задачи с использованием линеаризации</p>	<p>Собеседование Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на Образовательном портале ВГУ</p>
	<p>Уметь: самостоятельно анализировать научную литературу, эффективно применять различные методы решения прямых и обратных задач исходя из конкретной геологической ситуации.</p>	<p>Метод поиска псевдорешения. Метод Бейкуса-Гильберта Метод регуляризации. Формализация априорной информации. Выбор параметра регуляризации Линеаризация нелинейных обратных задач.</p>	<p>Собеседование Практическое задание № 3 Лабораторная работа № 2 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на Образовательном портале ВГУ</p>
	<p>Владеть: средствами компьютерной техники и информационными технологиями, методиками численного решения прямых и обратных задач геофизики.</p>	<p>Понятие интерпретационной модели. Эквивалентные и адекватные модели среды. Стартовая модель. Классификация ФГМ. Способы построения аппроксимационных моделей. Параметризация моделей среды.</p>	<p>Собеседование Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на Образовательном портале ВГУ</p>
<p>Промежуточная аттестация (зачет) Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на Образовательном портале ВГУ</p>			<p>КИМ № 1</p>

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при 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 прямых и обратных задач геофизики	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 прямых и обратных задач геофизики, 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 прямых и обратных задач геофизики	Пороговый уровень	Удовлетворительно (Зачтено)
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания в базовых положениях и теоретических основах дисциплины, допускает грубые ошибки в иллюстрировании результатов и применении в прямых и обратных задачах геофизики	–	Неудовлетворительно (Не зачтено)

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

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену (зачету): *(нужное выбрать)*

Перечень вопросов к зачету:

1. Математическая постановка прямых и обратных задач.
2. Томографические задачи.
3. Классификация операторов прямых задач.
4. Линеаризация нелинейных обратных задач.
5. Понятие интерпретационной модели. Адекватные и эквивалентные модели.
6. Параметризация.
7. Использование априорной информации при построении стартовых аппроксимационных моделей.
8. Понятие корректности задач.
9. Влияние погрешности наблюдений на результаты решения.
10. Неустойчивость обратных задач.
11. Существование и единственность в обратных задачах геофизики.
12. Условно-корректная постановка обратных задач.
13. Статистическая постановка обратных геофизических задач. Оценка качества решения.
14. Методы решения обратных задач.

19.3.2 Перечень практических заданий

1. Томографические задачи.
2. Использование априорной информации при построении стартовых аппроксимационных моделей.
3. Условно-корректная постановка обратных задач. Статистическая постановка обратных геофизических задач.

19.3.3 Вопросы для собеседования

1. Особенности математической постановки прямых и обратных задач гравиметрии.
2. Особенности математической постановки прямых и обратных задач магнитометрии.
3. Особенности математической постановки прямых и обратных задач электроразведки.
4. Особенности математической постановки прямых и обратных задач сейсморазведки.
5. Особенности математической постановки прямых и обратных задач термометрии.
6. Томографические задачи.

19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ

19.3.5 Темы курсовых работ

19.3.6 Темы рефератов

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

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): тестирования. Критерии оценивания приведены выше.

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

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний, позволяющих оценить степень сформированности умений и навыков деятельности в прямых и обратных задачах геофизики.

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