

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана Геологического факультета

чл.-корр. РАН \_\_\_\_\_/Н.Н.Ерёмин/

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«Методы полевой геофизики при разведке и разработке месторождений нефти и газа»**

Автор-составитель: д.т.н., профессор Шпуров И.В.

**Уровень высшего образования:**

*Магистратура*

**Направление подготовки:**

**05.04.01 «Геология»**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**ГЕОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ**

**Магистерская программа:**

**Теоретические основы разработки месторождений нефти и газа**

Форма обучения:

*Очная*

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учено-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № \_\_\_\_\_, от \_\_\_\_\_)

Москва

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*).

Год (годы) приема на обучение: 2023

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова  
*Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.*

## **Цель и задачи дисциплины**

**Цель** – формирование у магистрантов знаний и умений, развитие компетенций в области получения максимально полной и достоверной информации об исследуемых геологических объектах и процессах, позволяющей решать поставленные практические задачи; физических основ сейсморазведки; сейсмических скоростей; проектирования полевых работ; оборудования, приборов, аппаратуры; обработки сейсмических данных; интерпретации данных сейсморазведки.

**Задачи** - решение различных вопросов, связанных с приобретением базовых знаний о геофизических методах исследований; ознакомлением с особенностями распространения физических полей в геологическом пространстве; получением навыков работы с геофизическим оборудованием; получением представления о способах обработки и основах интерпретации геофизических данных.

### **Краткое содержание дисциплины (аннотация):**

Курс включает в себя основные понятия и определения; предметом освоения дисциплины являются физические поля, модели, свойства горных пород и строение земной коры, основы исследований в области геоэлектрических, сейсмических, гравимагнитных и ядерных геофизических методов включая теорию, аппаратуру, полевые наблюдения, обработку и интерпретацию получаемых данных при изучении геологических объектов.

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП** – относится к вариативной части ОПОП, является профессиональной дисциплиной по выбору, семестр I

**2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:**

освоение дисциплин Геофизика, Общая физика, Механика, Физика нефтяного пласта, Геология нефтяных и газовых месторождений, Разработка нефтяных и газовых месторождений, Бурение скважин.

**3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.**

<b>Компетенции выпускников (коды)</b>	<b>Индикаторы (показатели) достижения компетенций</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями</b>
<b>ОПК-6Б</b> Способен использовать в профессиональной деятельности информационно-	<b>Б.ОПК-6. И-1.</b> Использует знания информационно-коммуникационных технологий для решения стандартных	<b>Знать:</b> теоретические основы выполняемых исследований, методику работ, современную аппаратную базу и принципы интерпретации полученных данных в сфере своей профессиональной деятельности;

<p>коммуникационные технологии, в т.ч. ГИС-технологии.</p> <p><b>ПК-3М</b> Способен создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии.</p>	<p>задач профессиональной деятельности.</p> <p><b>Б.ОПК-6. И-2.</b> Пользуется стандартными программными продуктами в области ГИС-технологий для обработки и визуализации геологических данных</p> <p><b>М.ПК-3. И-1.</b> Знает теоретические основы и методологию моделирования.</p> <p><b>М.ПК-3. И-2.</b> Знает возможности и ограничения распространенных стандартных программ моделирования (по профилю подготовки).</p> <p><b>М.ПК-3. И-3.</b> Владеет базовыми навыками использования стандартных программ моделирования (по профилю подготовки).</p>	<p>нормативную документацию на проведение геологоразведочных работ; основные методы решения прикладных задач нефтегазовой геологии на разных этапах и стадиях ГРР; стадийность геологоразведочного процесса на нефть и газ и рациональный комплекс ГРР, применяемый на каждой стадии, основные процессы нефтегазообразования; методы обработки и интерпретации геофизических данных и материалов бурения глубоких скважин; методы определения подземной геометрии залежей и подсчета запасов</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания; формировать проектную документацию на всех этапах и стадиях геологоразведочных работ и при подсчете запасов нефти и газа; выбрать аппаратную базу для обоснования рационального комплекса и последовательности исследований, обеспечивающих проектное решение;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками проведения научных исследований объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов; навыками проектирования и инженерных расчетов для выбора технических средств и проведения геологоразведочных работ; способами поиска рациональных проектных решений при выполнении ГРР.</p>
---	--	---

**4. Объем дисциплины (модуля)** составляет 1 зачетную единицу, в том числе 28 академических часов, на контактную работу обучающихся с преподавателем (14 часов – занятия лекционного типа, 14 часов – занятия семинарского типа), 8 академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – Зачет, семестр 1.

**5. Формат обучения** не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.)

**6. Содержание дисциплины (модуля),** структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>		Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>			
		Занятия лекционного типа	Всего	Подготовка рефератов	Тестирования	Устные опросы	Всего
Раздел 1. Введение в дисциплину, содержание курса.	<b>5</b>	4	<b>4</b>	1			<b>1</b>
Раздел 2. Гравиразведка - основы теории, аппаратура, методика и интерпретация	<b>5</b>	4	<b>4</b>		1		<b>1</b>
Раздел 3. Магниторазведка - основы теории, аппаратура, методика и интерпретация	<b>5</b>	4	<b>4</b>	1			<b>1</b>
Раздел 4. Электроразведка – основы теории, аппаратура, методики и интерпретация	<b>5</b>	4	<b>4</b>	1			<b>1</b>
Раздел 5. Сейсморазведка – основы теории, аппаратура, методики наблюдений и обработки, интерпретация	<b>5</b>	4	<b>4</b>		1		<b>1</b>
Раздел 6. Проектирование полевых работ, выполнение полевых работ	<b>5</b>	4	<b>4</b>	1			<b>1</b>
Раздел 7. Основы обработки сейсмических данных. Интерпретация данных сейсморазведки.	<b>6</b>	4	<b>4</b>	1		1	<b>2</b>
Промежуточная аттестация		<b>Экзамен</b>					
<b>Итого</b>	<b>36</b>	<b>28</b>		<b>8</b>			

### Содержание разделов дисциплины

#### Раздел 1. Введение в дисциплину, содержание курса.

Цели и задачи курса. Содержание курса, его связь со смежными дисциплинами. Общий обзор и классификация методов полевой геофизики. Краткий очерк развития полевой геофизики. Экономическая эффективность геофизических исследований для поисков и разведки нефтегазовых месторождений. Прямая и обратная задачи геофизики.

#### Раздел 2. Гравиразведка - основы теории, аппаратура, методика и интерпретация.

Уровенная поверхность, геоид. Нормальные значения силы тяжести. Редукция и аномалии силы тяжести, поправки за высоту и промежуточный слой. Аномалии силы

тяжести в редукциях Фая и Буге, их геологический смысл. Плотность горных пород. Определение силы тяжести гравиметрами. Вычисление гравитационных эффектов (прямая задача) от тел правильной формы. Гравитационный эффект от двумерных тел сложного сечения. Решение обратной задачи.

### **Раздел 3. Магниторазведка – основы теории, аппаратура, методика и интерпретация.**

Напряженность поля, магнитный момент, магнитный потенциал. Элементы магнитного поля Земли. Постоянное и переменное магнитное поле Земли. Структура постоянного геомагнитного поля, нормальное поле. Магнитные аномалии. Магнитные свойства горных пород. Применение магниторазведки для решения региональных, поисковых и разведочных задач.

### **Раздел 4. Электроразведка – основы теории, аппаратура, методики и интерпретация.**

Поле постоянного электрического тока, распределение плотности тока с глубиной. Измерения 4-х электродной установкой. Кажущееся сопротивление. Геоэлектрический разрез, суммарная продольная проводимость и суммарное поперечное сопротивление. Вертикальное электроразведание (ВЭЗ), дипольное электроразведание (ДЭЗ), электропрофилирование (ЭП). Методы переменного тока – частотное зондирование (ЧЗ), зондирование становлением поля (ЗС), магнитотеллурическое зондирование (МТЗ) и профилирование (МТП). Аппаратура и оборудование различных методов электроразведки. Применение электроразведки для решения региональных, поисковых и разведочных задач.

### **Раздел 5. Сейсморазведка - основы теории, аппаратура, методики наблюдений и обработки, интерпретация.**

Физические основы сейсморазведки. Задачи, решаемые сейсмическими методами, основные этапы развития техники сейсмических исследований. Теоретические основы метода. Основы теории упругости. Продольные и поперечные волны. Типы сейсмических скоростей. Понятие сейсмического сигнала. Математические основы описания сигнала. Метод общей глубинной точки. Понятие кратности.

### **Раздел 6. Проектирование полевых работ. Выполнение полевых работ**

Понятие 2d и 3d сейсморазведки. Расчет номинальной кратности. Лучевое моделирование. Аппаратура, используемая при наземной сейсморазведке. Принцип работы геофона. Источник сигнала на суше. Аппаратура, используемая при морской сейсморазведке. Принцип работы гидрофона. Источник сигнала при работе на акваториях.

## **Раздел 7. Основы обработки сейсмических данных. Интерпретация данных сейсморазведки.**

Основные процедуры обработки наземных и морских данных. Коррекция за сферическое расхождение. Статические поправки. Кинематические поправки. Фильтрация. Деконволюция. Суммирование. Подавление кратных волн. Миграция. Структурная интерпретация. Задачи структурной интерпретации. Привязка сейсмических данных к геологическому разрезу. Привязка на основе ВСП. Привязка на основе построения синтетической сейсмограммы. Корреляция горизонтов. Корреляция разрезов. Построение структурных карт на основе геофизических данных. Методы пересчета времен в глубины. Динамическая интерпретация. Возможности сейсморазведки для определения петрофизических характеристик пород. Инверсия сейсмических данных. Сейсмические атрибуты. Классификация атрибутов. Амплитудные, частотные атрибуты. Расчет сейсмических атрибутов по данным до и после суммирования. Сейсмофациальный анализ. Метод нейронных сетей. Индикация наличия флюидов по сейсмическим данным.

### **7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

#### **7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости**

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при контрольных письменных тестированиях и устных опросах, а также сдачей рефератов. По итогам обучения в 1-м семестре во время зачетной сессии проводится зачет.

#### **Примерный перечень вопросов для проведения устных опросов:**

1. Что изучает геофизика?
2. На какие методы подразделяется геофизика?
3. Каковы основные решаемые задачи геофизики?
4. Какова область применения геофизики?
5. Какие разделы геофизики существуют?
6. Поверхностные волны.
7. Форма колебаний сейсмических волн.
8. Геометрическое расхождение и поглощение.
9. Частотный состав сейсмических волн.
10. Основы геометрической сейсмики: поле времен, фронты, изохронны и лучи сейсмической волны.
11. Отражение и прохождение сейсмических волн, монотипные и обменные волны, коэффициенты отражения и прохождения.

12. Многократные сейсмические волны.
13. Образование головной (преломленной) волны.
14. Дифракция сейсмической волны.
15. Полезные волны и помехи.
16. Упругие свойства горных пород: скорости продольных, поперечных волн в различных породах, коэффициенты и декременты поглощения.
17. Прямая и отраженная волны в слоисто однородной среде.

**Примерный перечень вопросов для проведения тестирования:**

1. Какие методы геофизики можно выполнять в аэроварианте?
2. Какой группой методов необходимо изучать геологический разрез для поиска нефтегазовых месторождений?
3. Что такое прямая задача геофизики?
4. Укажите способы регистрации поля силы тяжести.
5. Укажите горные породы или минералы, относящиеся к ферромагнетикам.
6. От чего зависит глубинность методов сопротивлений?
7. Какие физические параметры горных пород можно определить с помощью метода сейсморазведки?

**Рекомендуемые темы докладов, рефератов:**

1. Как распространяются сейсмические волны в горных породах?
2. Какие типы упругих волн существуют?
3. Что изучает метод МОВ?
4. Какие задачи решает метод МПВ?
5. Какая аппаратура используется для выполнения сейсморазведочных работ?
6. Каковы законы геометрической оптики?

**7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации**

**Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:**

1. Что такое геофизика?
2. Какие задачи решаются геофизикой на региональном этапе исследований?
3. Какие стадии геофизических исследований бывают?
4. На какие группы делятся геофизические методы по решаемым задачам?
5. Кто впервые доказал наличие гравитационного поля?
6. Какие чувствительные системы устанавливаются в гравиметры?
7. Что такое «рейс» в гравиразведке?
8. Сколько существует опорных гравиметрических сетей?

9. Какие поправки вводят при морских наблюдениях гравитационного поля?
10. В каких единицах измеряется гравитационное поле Земли?
11. Чему равно ускорение свободного падения на экваторе и полюсе?
12. Когда было положено начало магниторазведки?
13. Как намагничиваются магматические горные породы?
14. Какие горные породы относятся к группе ферромагнетиков?
15. Какие породы являются диамагнетиками?
16. Как устроен протонный магнитометр?
17. На каком принципе основана работа квантового магнитометра?
18. Какие полезные ископаемые ищут с помощью магниторазведки?
19. Каковы физические основы методов сопротивлений?
20. Какие методы входят в группу «методов сопротивления»?
21. Какой ток подается на питающие электроды в методе сопротивления?
22. Какова природа токов естественного происхождения?
23. Каким методом можно искать вкрапленные руды?
24. Каким методом лучше всего искать подземные воды?
25. Когда применяют электромагнитные методы и почему?
26. Каковы физические основы метода георадиолокации?
27. Что такое фронт упругой волны?
28. Что такое принцип взаимности в сейсморазведке? 2
9. Что такое годограф?
30. Как на сейсмограмме выглядят годографы отраженной и преломленной волн?
31. Напишите формулы законов отражения и преломления.

#### Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (зачет)

<b>Оценка результатов обучения, соответствующие виды оценочных средств</b>	<b>Незачет</b>	<b>Зачет</b>
<i>Знания</i> теоретических основ выполняемых исследований, методик работ, современной аппаратурной базы и принципов интерпретации полученных данных в сфере своей профессиональной деятельности; нормативной документации на проведение геологоразведочных работ; основные методы решения прикладных задач нефтегазовой геологии на	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания

<p>разных этапах и стадиях ГРР; стадийности геологоразведочного процесса на нефть и газ и рационального комплекса ГРР, применяемый на каждой стадии, основные процессы нефтегазообразования; методы обработки и интерпретации геофизических данных и материалов бурения глубоких скважин; методы определения подземной геометрии залежей и подсчета запасов (устный опрос, реферат)</p>		
<p><b>Умения</b> осуществлять научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания; формировать проектную документацию на всех этапах и стадиях геологоразведочных работ и при подсчете запасов нефти и газа; выбрать аппаратную базу для обоснования рационального комплекса и последовательности исследований, обеспечивающих проектное решение; (устный опрос)</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений</p>	<p>Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)</p>
<p><b>Владения</b> навыками проведения научных исследований объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов; навыками проектирования и инженерных расчетов для выбора технических средств и проведения геологоразведочных работ; способами поиска рациональных проектных решений при выполнении ГРР. (устный опрос, реферат)</p>	<p>Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков</p>	<p>Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме</p>

## 8. Ресурсное обеспечение:

### А) Перечень основной и дополнительной литературы.

#### - Основная литература:

1. Егоров А.С. Геофизические методы поисков и разведки месторождений [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Егоров А.С., Глазунов В.В., Сысоев А.П., 2016, с. 276.

2. Захарченко Л.И. Геофизические методы контроля разработки МПИ [Электронный ресурс]: Лабораторный практикум/ Захарченко Л.И., Захарченко В.В. Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016, 124 с.

3. Хмелевской В.К., Костицын В.И. Основы геофизических методов: учебник для вузов – Пермь: Перм. ГУ, 2010. – 400 с.

**- Дополнительная литература:**

1. Прозорова Г.Н., Сианисян Э.С. Комплексирование нефтегазописковых методов : учебное пособие/ Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2011. - 360 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241185>

**Б) Перечень лицензионного программного обеспечения:**

**- лицензионные**

не требуется

**- нелицензионное и свободного доступа**

пакеты программ Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint (при необходимости), Мониторинг ГДИС (Ресурсы и технологии Групп)

**В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>

3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>

4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).

5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>  
<https://e.lanbook.com/books>.

9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).

11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgibin/tkv.pl>

12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»

13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):

14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).

16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопт»». <http://rucont.ru/>

17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

**Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется):**

**Д) Материально-технического обеспечение:** - Учебная аудитория, рассчитанная на группу из 10 учащихся, оборудованная мультимедийным проектором и компьютером, экран, выход в Интернет.

**9. Язык преподавания – русский**

**10. Преподаватель (преподаватели) –** ответственный за курс – д.т.н., профессор геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, Шпуров И.В.

**11. Разработчики программы –** д.т.н., профессор геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, Шпуров И.В.