

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

УТВЕРЖДАЮ

**Декан Геологического факультета
академик**

_____/Д.Ю.Пушаровский/

«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Геофизические методы исследования

Авторы-составители: Попов М.Г., Степанов П.Ю., Шевнин В.А.

Уровень высшего образования:

Магистратура ММ

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Магистерская программа: Геофизика

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва 20__

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Годы приема на обучение – 2018-19.

© 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

Целью освоения дисциплины «Геофизические методы исследований» является получение общих фундаментальных знаний по основным геофизическим методам исследования - гравиразведка, магниторазведка, электроразведка, сейсморазведка, ядерная геофизика, термометрия и геофизические исследования скважин.

Задачи дисциплины «Геофизические методы исследований» состоят в получении физико-математических основ геофизических методов, освоении технологии различных геофизических наблюдений, практическом освоении приемов качественной и количественной интерпретации данных геофизических съемок, понимании места, роли и возможности каждого геофизического метода и их комплексирования при решении различных геологических задач.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, обязательные дисциплины по выбору, курс – I - II, семестр – 1, 3.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Общая геология», «Высшая математика», «Физика», «Химия», «Информатика».

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-3. Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки.

ОПК-4. Способность использовать современные вычислительные методы и компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности.

Способность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-7).

ПК-2. Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии.

ПК-3. Способность использовать специализированные профессиональные теоретические знания и практические навыки для проведения прикладных исследований.

ПК-5. Способность использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач.

ПК-9. Способность проводить семинарские, лабораторные и практические занятия по специальным дисциплинам.

СПК-1. Способность самостоятельно ставить задачи научных и практических исследований в области геофизики, а также решать их с использованием современных подходов к проведению геофизических наблюдений, обработке данных, решению прямых и обратных задач, геологической интерпретации результатов.

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Знать: фундаментальные физико-математические основы основных геофизических методов, области применения геофизических методов.

Уметь: ставить геофизические задачи при решении различных геологических задач, решать прямые и обратные задачи основных методов геофизики, определять возможности каждого геофизического метода.

Владеть: навыками постановки геофизической задачи, основами технологии геофизических съемок, основными элементами качественной и количественной интерпретации геофизических данных.

5. Объем дисциплины составляет **5** (3 в 1 семестре, 2 во втором семестре) з.е., в том числе **84 (56+28)** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (**25 (14+11)** часов – занятия лекционного типа, **59 (42+17)** часов – занятия семинарского типа, **4** часа – групповые консультации, **10** часов – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), **96 (52+44)** академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен (1 семестр, руб. зачет – 3 семестр).

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

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе дисциплины «Геофизические методы исследований» рассмотрены физико-математические и геологические основы, принципы решения прямых и обратных задач, общие сведения об аппаратуре, технологии проведения полевых работ, приемы обработки и интерпретации материалов, условия и области применения основных методов прикладной и скважинной геофизики – гравиразведки, магниторазведки, электроразведки, сейсморазведки, ядерной геофизики, терморазведки и геофизических исследований скважин (ГИС) при решении различных геологических задач.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, Форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы *
		Лекции	Лабораторные занятия	Семинары	Всего	
Введение		2			2	8
Гравиразведка		5		11	16	8
Магниторазведка		5		9	14	8 Контрольная работа
Электроразведка		5		13	18	8 Контрольная работа
Сейморазведка		8		6	20	8 Контрольная работа
1 семестр Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>		2				12
1 семестр Всего	108	56				52
Ядерная геофизика		1		3	4	7
Терморазведка		1		3	4	7
ГИС		2		6	8	7 Контрольная работа
Комплексирование		4		6	10	7 Контрольная работа
Геологические задачи				2	2	7
3 семестр Промежуточная аттестация руб.зачет						9
3 семестр Всего	72	28				44
Итого	180	84				96

Содержание разделов дисциплины:

1. Введение.

Место общей и разведочной геофизики среди других естественно-научных фундаментальных и прикладных наук. Классификации геофизических методов исследований.

2. Гравиразведка

2.1. Определение и сущность гравиразведки. Понятия поля силы тяжести – изучаемый параметр, единицы измерения, структура. Нормальное поле силы тяжести – физическая природа, составляющие, диапазон изменения, причины изменения с широтой. Редукции (поправ за условия наблюдения и вариации). Аномальное гравитационное поле – диапазон изменения, физическая природа.

2.2. Плотность горных пород, полезных ископаемых и методы ее измерения.

2.3. Физические принципы и особенности устройства динамических и статических гравиметров.

2.4. Методика гравиразведки: типы съемок, проектная точность, система точек наблюдения, масштаб съемки, правило обхода точек наблюдения, контрольные наблюдения.

2.5. Аналитические методы решения прямых и обратных задач гравитационного поля для тел простой геометрической формы. Основные типы гравитационных аномалий. Условия применения гравиразведки.

2.6. Качественная и количественная интерпретация данных гравиразведки. Принципы интерпретации и геологическое истолкование гравитационных аномалий.

2.7. Применение гравиразведки для изучения строения земной коры и верхней мантии, при региональных съемках, при поисках и разведке нефтегазоносных структур и месторождений, рудных и нерудных полезных ископаемых, при решении инженерно-геологических задач.

3. Магниторазведка

3.1. Определение и сущность магниторазведки. Магнитное поле Земли, параметры и единицы измерения, особенности его строения и происхождения, изменения во времени. Нормальное и аномальное магнитные поля.

3.2. Магнитные свойства горных пород и руд, методы их измерения.

3.3. Физические принципы и особенности устройства чувствительных систем приборов для измерения элементов напряженности геомагнитного поля. Классификация и основные современные виды магниторазведочной аппаратуры.

3.4. Методика магнитных съемок - типы съемок, проектная точность, система точек наблюдения, система обхода точек наблюдения, масштаб съемки, учет вариаций магнитного поля, контрольные наблюдения.

3.5. Аналитические методы решения прямых и обратных задач магниторазведки для тел простой геометрической формы. Основные типы магнитных аномалий. Условия применения магниторазведки.

3.6. Качественная и количественная интерпретация данных магниторазведки.

Интерпретация магнитных аномалий и их геологическое истолкование.

3.7. Применение магниторазведки для выяснения внутреннего строения земной коры, при региональных, структурных исследованиях, геологической съемке, поисках и разведке железорудных и других полезных ископаемых.

4. Электроразведка

4.1. Определение, сущность и классификация методов электроразведки.

4.2. Общие сведения об изучаемых в электроразведке полях: естественных и искусственных, постоянных и переменных, установившихся и не установившихся. Принципы решения прямых и обратных задач. Нормальные и аномальные поля.

4.3. Электромагнитные свойства горных пород и руд, методы их измерения.

- 4.4. Аппаратура и оборудование для электроразведки. Переносные приборы. Электроразведочные станции.
- 4.5. Сущность основных методов электроразведки, методика и техника работ, особенности интерпретации и решаемых задач.
- 4.5.1. Методы естественного электрического (постоянного - ЕП и переменного - ПЕЭП) и магнитного (переменного - ПЕМП) поля.
- 4.5.2. Вертикальные и дипольные электрические зондирования (ВЭЗ и ДЗ), методы электропрофилеирования по сопротивлению (ЭП) и вызванной поляризации (ВП).
- 4.5.3. Методы низкочастотного профилирования (НЧМ): длинного кабеля (ДК), незаземленной петли (НП), дипольного индуктивного (ДИП) в гармоническом и неустановившемся (импульсном, переходном) режимах.
- 4.5.4. Методы электромагнитных зондирований (ЭМЗ) естественными (магнитотеллурическими) и искусственными (управляемыми) полями.
- 4.5.5. Высокочастотные и сверхвысокочастотные методы профилирования.

5. Сейсморазведка

- 5.1. Определение и сущность сейсморазведки. Классификация методов сейсморазведки.
- 5.2. Физические основы сейсморазведки. Основы теории упругости, геометрической сейсмологии.
- 5.3. Типы сейсмических волн. Отражение, преломление, дифракция, рефракция упругих волн. Сейсмические среды, границы и скорости упругих волн.
- 5.4. Сейсмические свойства горных пород, их зависимость от различных природных факторов.
- 5.5. Принципы устройства сейсморазведочной аппаратуры. Понятия каналов записи и воспроизведения. Типы полевых сейсморазведочных станций.
- 5.6. Метод отраженных волн (МОВ). Уравнение годографа волны, отраженной от плоского наклонного контакта. Системы наблюдений МОВ. Интерпретация данных МОВ.
- 5.7. Интерференционные системы. Группирование. Метод общей глубинной точки (МОГТ).
- 5.8. Метод преломленных волн (МПВ). Уравнение годографа. Системы наблюдений в МПВ. Интерпретация данных МПВ.
- 5.9. Области применения сейсморазведки. Применение сейсморазведки в региональной геологии при поисках и разведке нефтегазоносных структур, сейсмостратиграфии и прогнозировании геологических разрезов. Особенности рудной сейсморазведки. Применение сейсмических и сейсмоакустических методов при инженерно-геологических и гидрогеологических изысканиях.

6. Ядерная геофизика

- 6.1. Характеристика и классификация методов ядерной геофизики.
- 6.2. Общие сведения о радиоактивности. Состав, энергия и взаимодействие радиоактивных излучений с веществом. Радиоактивность руд, горных пород, природных вод, почвенного воздуха и атмосферы.
- 6.3. Аппаратура для измерения радиоактивности. Газонаполненные и сцинтилляционные счетчики. Аэро- и авторадометры. Полевые радиометры и эманометры.
- 6.4. Радиометрические методы разведки. Воздушные, наземные, автомобильные, пешеходные и глубинные гамма-съемки. Эманационная съемка.
- 6.5. Нейтронные и гамма-лучевые свойства горных пород. Ядерно-физические методы исследования с целью их поэлементного анализа. Нейтронные методы. Гамма-гамма методы.

7. Терморазведка

- 7.1. Общая характеристика разных методов терморазведки.
- 7.2. Тепловое поле Земли. Региональные тепловые потоки в океанах, на континентах, их природа. Тепловые свойства горных пород.
- 7.3. Аппаратура для геотермических исследований. Термометры и тепловизоры.

7.4. Воздушная съемка Земли в инфракрасных и ультрафиолетовых лучах. Измерения температур на дне акваторий и в горных выработках.

7.5. Региональные, поисково-разведочные и инженерно-гидрологические термические исследования.

8. Геофизические исследования скважин

8.1. Классификация методов геофизических исследований в скважинах (ГИС).

8.2. Аппаратура для скважинных геофизических исследований.

8.3. Сущность, методика и решаемые задачи для следующих методов ГИС.

8.3.1. Электрические методы исследования скважин. (ПС, КС, БКЗ, ИК).

8.3.2. Ядерные исследования в скважинах (ГК, НГК, ННК, ГГК).

8.3.3. Сейсмоакустические методы исследования скважин.

8.3.4. Методы контроля технического состояния скважин. Кавернометрия.

Инклинометрия. Профилеметрия.

8.4. Геологическое истолкование результатов комплексных скважинных геофизических исследований.

9. Комплексирование геофизических методов

9.1 Необходимость комплексирования, как следствие неоднозначности и некорректности решения обратных задач геофизики.

9.2 Роль физико-геологического моделирования при решении прямых и обратных задач геофизики и выборе методов комплексирования.

9.3 Качественное и количественное комплексирование, использование геологической информации.

9.4 Виды комплексирования геофизических методов. Типовые, рациональные, технологические, разноуровневые, межметодные, внутриметодные комплексы.

10. Геологические задачи, решаемые с помощью геофизики

10.1. Строение литосферы и земной коры. Комплекс глубинных геофизических исследований.

10.2. Региональные и структурно-картировочные геолого-геофизические исследования в мелких и средних масштабах. Их роль при изучении строения фундамента и осадочного чехла как на суше, так и в океанах.

10.3. Поисково-картировочные геофизические исследования. Комплексирование наземных и аэрокосмических геофизических данных при геологическом картировании и съемках средних и крупных масштабов.

10.4. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: нефти, газа, рудных, нерудных полезных ископаемых и угля. Рудная и нерудная геофизика.

10.5. Детальное исследование верхней части разреза при решении гидрогеологических, инженерно-геологических и геокриологических задач.

5. Рекомендуемые образовательные технологии

При реализации программы дисциплины Геофизические методы исследований используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий при чтении лекций используются специализированные аудитории, оснащенные ПК и компьютерным проектором, а при проведении семинаров занятия организуются в компьютерном классе отделения Геофизики Геологического факультета МГУ с использованием специальных вычислительных программ, а самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и подготовка к семинарам) и индивидуальную работу студента в компьютерном классе или библиотеке Геологического факультета МГУ.

Содержание семинаров.

Примерный перечень тем семинарских занятий

1. Прямая задача гравиразведки и методы ее решения.

2. Интерпретация карты аномалий магнитного поля.
3. Интерпретации результатов профильных данных ВЭЗ.
4. Интерпретации материалов МТЗ.
5. Интерпретация результатов МОВ.
6. Интерпретация данных сейсмического каротажа скважин.

Рекомендуемые образовательные технологии

При реализации программы дисциплины Геофизические методы исследований используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий при чтении лекций используются специализированные аудитории, оснащенные ПК и компьютерным проектором, а при проведении семинаров занятия организуются в компьютерном классе отделения Геофизики Геологического факультета МГУ с использованием специальных вычислительных программ, а самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и подготовка к семинарам) и индивидуальную работу студента в компьютерном классе или библиотеке Геологического факультета МГУ.

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

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

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных расчетных работ, контрольных работ.

Примерный перечень контрольных вопросов для проведения текущего контроля (контрольные работы) и промежуточной аттестации (экзамен, рубежный зачет):

1. Классификация методов геофизики.
2. Гравитационное поле Земли, параметры, единицы измерения, структура.
3. Нормальное гравитационное поле, редукции и аномалии.
4. Методика гравиметрической съемки.
5. Прямые и обратные задачи гравиразведки, основные типы гравитационных аномалий.
6. Качественная и количественная интерпретация аномалий гравитационного поля.
7. Условия и области применения гравиразведки.
8. Элементы магнитного поля Земли и их распределение на земной поверхности. Единицы измерения.
9. Нормальное и аномальное магнитное поле. Вариации магнитного поля Земли.
10. Методика магнитных съемок.
11. Принцип решение прямых и обратных задач магниторазведки, типы магнитных аномалий.
12. Качественная и количественная интерпретация данных магниторазведки.
13. Условия и области применения магниторазведки.
14. Классификация методов электроразведки.
15. Общие сведения об изучаемых в электроразведке полях.
16. Электромагнитные свойства горных пород и полезных ископаемых.
17. Электроразведка естественными постоянными электрическими полями (ЕП).
18. Электроразведка естественными переменными электромагнитными полями.
19. Сущность электромагнитных зондирований, профилирований и просвечиваний.
20. Электромагнитные зондирования (ВЭЗ, ДЕЗ, ВЭЗ-ВП, МТЗ, ЧЗ, ЗС).
21. Электромагнитные методы профилирования (ЕП, ЭП, ВП, НЧМ, МПП).
22. Физико-геологические основы терморазведки.
23. Методы и области применения терморазведки.

24. Общие сведения о естественной радиоактивности. Причины возникновения гамма-аномалий.
25. Естественная радиоактивность горных пород и руд.
26. Радиометрия (гамма и эманационная съемки).
27. Ядерно-физические методы (гамма-гамма и нейтронные).
28. Физические основы сейсморазведки. Основы геометрической сейсмологии.
29. Типы сейсмических волн. Типы скоростей сейсмических волн.
30. Общая характеристика метода отраженных волн (решение прямой задачи для горизонтальной и наклонной границ раздела двух сред, особенности методики).
31. Принципы решения обратной задачи МОВ. Области применения МОВ.
32. Общая характеристика метода преломленных волн (образование головной волны на границе двух сред, вывод уравнения годографа головной волны, особенности методики).
33. Интерпретация данных МПВ и области его применения.
34. Общая характеристика сейсмической аппаратуры.
35. Сущность и назначение геофизических исследований скважин (ГИС).
36. Техника и методы геофизических исследований скважин.
37. Электрические ядерные и сейсмические исследования в скважинах.
38. Геологическое истолкование комплексных скважинных геофизических исследований.
39. Принципы комплексирования геофизических методов.
40. Глубинная геофизика.
41. Региональная (структурная и картировочно-поисковая) геофизика.
42. Рудная, нерудная и угольная геофизика.
43. Инженерная геофизика.
44. Нефтегазовая геофизика.
45. Экологическая геофизика.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (1 семестр – экзамен).

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: фундаментальных физико-математических основ основных геофизических методов, области применения геофизических методов (гравиразведка, магниторазведка, электроразведка, сейсморазведка).	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: ставить геофизические задачи при решении различных геологических	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципаль	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение.	Успешное умение ставить геофизические задачи при решении различных

задач, решать прямые и обратные задачи основных методов геофизики, определять возможности каждого геофизического метода (гравиразведка, магниторазведка, электроразведка, сейсморазведка).		ного характера		геологических задач, решать прямые и обратные задачи основных методов геофизики, определять возможности каждого геофизического метода.
Владения: навыками постановки геофизической задачи, основами технологии геофизических съемок, основными элементами качественной и количественной интерпретации геофизических данных (гравиразведка, магниторазведка, электроразведка, сейсморазведка).	Навыки владения графическими методами отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки постановки геофизической задачи, основами технологии геофизических съемок, основными элементами качественной и количественной интерпретации геофизических данных.	Владение навыками постановки геофизической задачи, основами технологии геофизических съемок, основными элементами качественной и количественной интерпретации геофизических данных.

7.3 Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (3 семестр – рубежный зачет).

Результаты обучения	«Незачет»	«Зачет»
Знания: фундаментальных физико-математических основ основных геофизических методов, области применения геофизических методов.	Знания отсутствуют	Систематические или общие, но не структурированные знания
Умения: ставить геофизические задачи при решении различных геологических задач, решать прямые и обратные задачи основных методов геофизики,	Умения отсутствуют	Успешное умение или в целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности

определять возможности каждого геофизического метода.		непринципиального характера
Владения: навыками постановки геофизической задачи, основами технологии геофизических съемок, основными элементами качественной и количественной интерпретации геофизических данных.	Навыки владения отсутствуют	Владение навыками постановки геофизической задачи, основами технологии геофизических съемок, основными элементами качественной и количественной интерпретации геофизических данных.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

а) основная литература:

1. Геофизические методы исследований. Под ред. В.К.Хмелевского. Изд-во КГПУ. Петропавловск-Камчатский. 2004. С.
2. Геофизика. Под ред. В.К.Хмелевского. М. КДУ. 2009, 2012. С.320.
3. Хмелевской В.К., Костицин В.И. Основы геофизических методов. Пермь. Изд-во ПГУ. 2010 С.

- дополнительная литература:

1. Воскресенский Ю.Н. Полевая геофизика. М. Недра. 2010. С.

Б) Материально-техническое обеспечение

Специализированные аудитории с возможностью использования компьютерного проектора. Специальные программы интерпретации геофизических данных. Учебные пособия по лабораторным геофизическим работам.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватели – преподаватели и сотрудники отделения Геофизики Геологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова.

11. Авторы программы – Попов М.Г., Степанов П.Ю., Шевнин В.А.