

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**

### **Основы геофизики**

Автор-составитель: Хмелевской В.К., Попов М.Г., Степанов П.Ю., Шевнин В.А.

**Уровень высшего образования:**

*Бакалавриат*

**Направление подготовки:**

**05.03.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**Экологическая геология**

Форма обучения:

*Очная*

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

Москва 2020

---

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 бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 года № 1674.

Год (годы) приема на обучение – 2017.

## **Цель и задачи дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины «Основы геофизики» является получение общих знаний о геофизических методах исследования (гравиразведке, магниторазведке, электроразведке, терморазведке, сейсморазведке, ядерной геофизике, геофизических исследований скважин) с уклоном в малоглубинные методы для решения инженерно-гидрогеологических, почвенных и экологических геологий.

**Задачи** дисциплины «Основы геофизики» сводятся к изучению физико-математических основ всех геофизических методов, освоении технологии полевых и скважинных геофизических наблюдений, приемов качественной и количественной интерпретации геофизических данных с геоэкологическим истолкованием результатов на уровне как статических наблюдений, так и мониторинга природно-техногенных процессов и загрязнений геолого-геофизической среды.

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО** – вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины по выбору, курс – III, семестр – 6.

### **2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**

освоение дисциплин «Высшая математика», «Физика», «Химия», «Общая геология», «Структурная геология и геокартирование», «Геология полезных ископаемых», «Инженерная геология», «Геоэкология», «Гидрогеология», «Геохимия» и др.

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

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

ОПК-3.Б Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично),

ОПК-4.Б Способность применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач (формируется частично),

ПК-7.Б Готовность применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки при решении производственных задач (в соответствии с профилем подготовки) (формируется частично).

#### **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):**

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

**Уметь:** ставить геофизические задачи и определять возможности каждого геофизического метода при решении разных геологических задач.

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

**4. Формат обучения** – лекционные и семинарские занятия.

**5. Объем дисциплины** составляет 3 з.е., в том числе 52 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (26 часов – занятия лекционного типа, 26 часов – практические занятия, 2 часа – групповые консультации, 8 часов – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 56 академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

**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 «Основы геофизики» 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 разведочной и скважинной геофизики – гравиразведки, магниторазведки, электроразведки, сейсморазведки, ядерной геофизики, терморазведки и геофизических исследований скважин (ГИС). Рассмотрены основы экологической геофизики.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,  Форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия практического типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Введение		2			2	
Гравиразведка		2	4		6	2 часа
Магниторазведка		2	4		6	2 часа
Электроразведка		4	4		8	4 часа Контрольная работа
Терморазведка		1			1	2 часа
Сейсморазведка		4	4		8	6 часов Собеседование Контрольная работа
Ядерная геофизика		1			1	2 часа
ГИС		2				6 часов
Экологическая геофизика		8	10		18	20 часов Собеседование Контрольная работа
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>						10 часов Консультация и аттестация
<b>Итого</b>	<b>108</b>		<b>52</b>			<b>56</b>

## **Содержание разделов дисциплины:**

### **1. Введение.**

Место общей (фундаментальной) и прикладной (разведочной, инженерной, экологической) геофизики среди других естественно-научных фундаментальных и прикладных наук. Физическая, технологическая, прикладная классификации геофизических методов исследований. Роль единства и взаимозависимости физических полей и геологической обстановки как основы комплексирования, взаимопроникновения наук о земле и научной организации геологических работ.

### **2. Гравиразведка**

2.1. Определение и сущность гравиразведки. Понятия поля силы тяжести – изучаемые параметры поля, единицы измерения. Нормальное поле силы тяжести. Аномальные гравитационные поля и редукции.

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

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

2.4. Методика гравиразведки: типы съемок (профильные и площадные), проектная точность, выбор системы точек наблюдения, масштаб съемки, контрольных наблюдений.

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

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

2.7. Области применения гравиразведки. Применение гравиразведки для изучения строения земной коры и верхней мантии, при региональных съемках, при поисках и разведке нефтегазоносных месторождений, других полезных ископаемых в экологической геологии.

### **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. Аппаратура для наземной, воздушной и морской съемок.

3.4. Методика магнитных съемок - типы съемок (профильные и площадные), проектная точность, система 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. Типы магнитных аномалий. Условия применения магниторазведки.

3.6. Качественная и количественная интерпретация данных магниторазведки. Интерпретация магнитных аномалий и их геологическое истолкование.

3.7. Области применения магниторазведки. Общая магнитная съемка Земли и палеомагнитные исследования. Применение магниторазведки для выяснения внутреннего строения земной коры, при региональных, структурных исследованиях, геологической съемке, поисках и разведке рудных и нерудных полезных ископаемых, в экологической геологии.

### **4. Электроразведка**

4.1. Определение, сущность, многообразие и классификация методов электроразведки.

4.2. Общие сведения об изучаемых в электроразведке полях: естественных и искусственных, постоянных и переменных, установившихся и неуставившихся. 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 глубинной и малоглубинной 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, магнитотеллурического поля (МТП).

4.5.2. Вертикальные и дипольные электрические зондирования (ВЭЗ и ДЗ), методы электропрофилирования по сопротивлению (ЭП) и вызванной поляризации (ВП).

4.5.3. Методы электромагнитных зондирований (ЭМЗ) естественными (магнитотеллурическими) и искусственными (управляемыми) полями.

4.5.4. Методы низкочастотного профилирования (НЧМ): длинного кабеля (ДК), незаземленной петли (НП), дипольного индуктивного (ДИП) в гармоническом и неустановившемся (импульсном, переходном) режимах.

4.5.5. Высокочастотные и сверхвысокочастотные методы.

4.5.6. Подземные и геоэлектрохимические методы электроразведки.

## **5. Терморазведка**

5.1. Общая характеристика разных методов терморазведки.

5.2. Тепловое поле Земли. Региональные тепловые потоки в океанах, на континентах, их природа. Тепловые свойства горных пород.

5.3. Термометры и тепловизоры.

5.4. Аппаратура для геотермических исследований.

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

5.6. Региональные, поисково-разведочные и инженерно-гидрологические термические исследования, использование термальных полей в геоэнергетике и геоэкологии.

## **6. Сейсморазведка**

6.1. Определение и сущность сейсморазведки и геоакустики. Классификация методов сейсморазведки.

6.2. Физические основы сейсморазведки. Основы теории упругости, геометрической сейсмологии.

6.3. Типы сейсмических волн. Отражение, преломление, дифракция, рефракция упругих волн. Сейсмические среды, границы и скорости упругих волн.

6.4. Упругие свойства горных пород, их зависимость от различных природных факторов.

6.5. Принципы устройства сейсморазведочной аппаратуры. Понятия каналов записи и воспроизведения. Типы полевых сейсморазведочных станций.

6.6. Метод отраженных волн (МОВ). Уравнение годографа волны, отраженной от плоского наклонного контакта. Системы наблюдений МОВ. Интерпретация данных МОВ.

6.7. Интерференционные системы. Группирование. Метод общей глубинной точки (МОГТ).

6.8. Метод преломленных волн (МПВ). Уравнение годографа. Системы наблюдений в МПВ. Интерпретация данных МПВ.

6.9. 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 и экологических изысканиях.

## **7. Ядерная геофизика**

7.1. Характеристика и классификация методов ядерной геофизики.

7.2. Общие сведения о радиоактивности. Состав, энергия и взаимодействие радиоактивных излучений с веществом. Радиоактивность руд, горных пород, природных вод, почвенного воздуха и атмосферы.

7.3. Аппаратура для измерения радиоактивности. Газонаполненные и сцинтилляционные счетчики. Аэро- и авторадометры. Полевые радиометры и эманометры.

- 7.4. Радиометрические методы разведки. Воздушные, наземные, автомобильные, пешеходные и глубинные гамма-съемки. Эманационная съемка.
- 7.5. Нейтронные и гамма-лучевые свойства горных пород. Ядерно-физические методы исследования с целью их поэлементного анализа. Нейтронные методы. Гамма-гамма методы.
- 7.6. Области применения ядерной геофизики и ее роль в геоэкологии.

## **8. Геофизические исследования скважин**

- 8.1. Понятие скважинной геофизики или геофизических исследований скважин (ГИС) и работ в них (ГИРС или каротаж).
- 8.2. Задачи, решаемые каротажем при эколого-геофизических исследованиях.
- 8.3. Общие сведения об аппаратуре и оборудовании каротажа.
- 8.4. Методы эколого-геофизического каротажа: электрокаротаж (КС, ПС, микрозонд, резистивиметрия); акустический каротаж (АКН); радиоактивный каротаж (ГК, ННК, НГК, ГГК); термокаротаж (ТК); технические методы каротажа (кавернометрия, инклинометрия, перфорация).
- 8.5. Целевые комплексы каротажа при эколого-геофизических исследованиях скважин. Применение методов каротажа при решении экологических задач, расчленение геологических разрезов по комплексу методов; выделение промышленных пластов (водоносных горизонтов) и водоупоров; минерализации пластовых вод; качественные и количественные оценки, определение направления и скорости движения подземных вод, оценка скорости фильтрации подземных вод.
- 8.6. Скважинная геофизика: методы заряженного тела (МТЗ) для определения направления и действительной скорости движения подземных вод; межскважинное прогнозирование целиков (МП) для изучения экологии опасных природных и техногенных процессов
- 8.7. Решение задач по загрязнению окружающей среды.

## **9. Экологическая геофизика**

- 9.1. История развития экологической геофизики.
- 9.2. Геофизическая экология и экологическая геофизика.
- 9.3. Проблемы геофизической экологии при изучении окружающей среды и решении экологических задач.
- 9.4. Мониторинг окружающей среды с помощью природных и техногенных физических полей.
- 9.5. Аномалии естественных и техногенных полей, оказывающие воздействие на экосистемы и здоровье человека.
- 9.6. Медицинская геофизика. Санитарные нормы и уровни воздействия природных и техногенных полей на здоровье человека.
- 9.7. Экологическая геофизика, как прикладной раздел геофизической экологии. Объект, предмет, задачи экологической геофизики и геофизической экологии.
- 9.8. Технологические комплексы экологической геофизики; наземные; водные (аквальные); скважинные.
- 9.9. Эколого-геофизическое районирование территории при оценке прогноза антропогенного воздействия на окружающую среду.
- 9.10. Методы эколого-геофизического картографирования физического и химического загрязнений окружающей среды. Целевые эколого-геофизические комплексы при изучении источников техногенного физического и химического загрязнений геологической среды.
- 9.11. Эколого-геофизический мониторинг природных, природно-техногенных и техногенных процессов. Виды эколого-геофизического мониторинга: однометодный (электромагнитный, магнитный, сейсмический, термический) и комплексный при изучении природных, природно-техногенных и техногенных явлений. Примеры эколого-геофизического мониторинга.

## **Содержание семинаров.**

### **Примерные темы практических занятий**

1. Прямая задача гравиразведки. Аналитические и палеточные методы решения. Определение основных параметров методики проведения гравиразведочных работ.
2. Обратная задача магниторазведки. Методы их решения. Результаты интерпретации магнитных аномалий.
3. Методы интерпретации данных метода отраженных волн. Результаты интерпретации данных методов МОВ.
4. Метод зондирования на постоянном токе ВЭЗ. Условия применения электроразведки. Результаты интерпретации данных электроразведки методом ВЭЗ.
5. Комплексная интерпретация геофизических данных с целью решения задач экологической геологии.

### **Рекомендуемые образовательные технологии**

При реализации программы дисциплины «Основы геофизики» используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий (56 часа) занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, при выполнении и практических занятий в компьютерном классе отделения Геофизики Геологического факультета МГУ с использованием специальных вычислительных программ, а самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь в выполнении лабораторных работ) 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 и промежуточного контроля успеваемости.**

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные работы.

**Примерный перечень контрольных вопросов** для проведения текущей (контрольные работы) и промежуточной (зачет) аттестации:

1. Классификация методов геофизики.
2. Гравитационное поле Земли. Нормальное гравитационное поле, редукции и аномалии силы тяжести.
4. Методика гравиметрической съемки, основные типы гравитационных аномалий.
5. Прямые и обратные задачи гравиразведки. Качественная и количественная интерпретация аномалий гравитационного поля.
6. Области применения гравиразведки.
7. Элементы магнитного поля Земли и их распределение на земной поверхности. Нормальное и аномальное магнитные поля. Вариации магнитного поля Земли.
8. Методика магнитных съемок.
9. Принципы решения прямых и обратных задач магниторазведки, типы магнитных аномалий. Качественная и количественная интерпретация данных магниторазведки.
10. Области применения магниторазведки.
11. Классификация методов электроразведки.
12. Общие сведения об изучаемых в электроразведке полях.
13. Электромагнитные свойства горных пород и полезных ископаемых.
14. Электроразведка естественными постоянными электрическими полями.
15. Электроразведка естественными переменными электромагнитными полями.

16. Сущность электромагнитных зондирований, профилирований и просвечиваний.
17. Физико-геологические основы терморазведки.
18. Методы и области применения терморазведки.
19. Общие сведения о естественной радиоактивности. Причины возникновения гамма-аномалий.
20. Естественная радиоактивность горных пород и руд. Радиометрия.
21. Ядерно-физические методы (гамма-гамма и нейтронные).
22. Физические основы сейсморазведки. Основы геометрической сейсмологии. Типы сейсмических волн, скоростей сейсмических волн.
23. Общая характеристика метода отраженных волн (МОВ). Принципы решения прямых и обратных задач МОВ. Области применения МОВ.
24. Общая характеристика метода преломленных волн (МОВ). Принципы решения прямых и обратных задач МПВ. Области его применения.
25. Общая характеристика сейсмической аппаратуры.
26. Сущность и назначение геофизических исследований и работ в скважинах (ГИС).
27. Техника и методы геофизических исследований и работ в скважинах (ГИРС).
28. Электрические ядерные и сейсмические исследования в скважинах.
29. Геологическое истолкование комплексных скважинных геофизических исследований.
30. Геофизическая экология и экологическая геофизика.
31. Экологическая геофизика и мониторинг химического загрязнения окружающей среды.
32. Аномалии естественных и технических полей, оказывающих влияние на экологию среды и человека.
33. Медицинская геофизика.
34. Эколого-геофизическое картирование.
35. Эколого-геофизический мониторинг природно-техногенных процессов.

**Примерный перечень тем самостоятельной работы студентов:**

1. Типы гравитационной и магнитных аномалий.
2. Интерпретация гравимагнитных карт.
3. Решение задач по интерпретации данных метода отраженных волн (МОВ).
4. Решение задачи интерпретации результатов данных вертикальных электрических профилирований (ВЭЗ).
5. Решение тематической задачи по экологической геофизике.

**Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: фундаментальных физико-математических основ основных геофизических методов, области применения геофизических методов.	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: ставить геофизические	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое	В целом успешное, но содержащее	Успешное умение ставить геофизические

задачи и определять возможности каждого геофизического метода при решении различных геоэкологических задач.		умение ставить геофизические задачи и определять возможности каждого геофизического метода при решении различных геоэкологических задач, допускает неточности принципиального характера.	отдельные пробелы умение ставить геофизические задачи и определять возможности каждого геофизического метода при решении различных геоэкологических задач.	задачи и определять возможности каждого геофизического метода при решении различных геоэкологических задач.
Владения: навыками основных элементов технологии геофизических съемок, качественной и количественной интерпретации геофизических данных.	Навыки владения отсутствуют	Фрагментарное владение навыками основных элементов технологии геофизических съемок, качественной и количественной интерпретации геофизических данных.	В целом сформированные навыки основных элементов технологии геофизических съемок, качественной и количественной интерпретации геофизических данных.	Владение навыками основных элементов технологии геофизических съемок, качественной и количественной интерпретации геофизических данных.

## 8. Ресурсное обеспечение:

### А) Перечень основной и дополнительной литературы.

#### - основная литература:

1. Геофизические методы исследований. Под ред. В.К.Хмелевского. Изд-во КГПУ. Петропавловск-Камчатский. 2004, 232 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, 399 с.
4. З. Богословский В.А., Жигалин А.Д., Хмелевской В.К. Экологическая геофизика. Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 2000. 254 с.

#### - дополнительная литература:

1. Воскресенский Ю.Н. Полевая геофизика. М. Недра. 2010, 479 с.

### Б) Материально-технического обеспечение.

Специализированные аудитории с возможностью использования компьютерного проектора и персональных компьютеров. Специальные программы интерпретации геофизических данных.

## 9. Язык преподавания – русский.

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

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