

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**

**Электромагнитные зондирования при решении глубинных задач**

Авторы-составители: Куликов В.А., Пушкарев П.Ю., Шустов Н.Л.

**Уровень высшего образования:**

*Магистратура*

**Направление подготовки:**

**05.04.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП: Геофизика**

**Магистерская программа: Геофизика (ММ)**

Форма обучения:

*Очная*

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

Москва 20\_\_

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 в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 года, № 1674.

Год приема на обучение – 2018.

## **Цель и задачи дисциплины**

**Целью** курса "Электромагнитные зондирования при решении глубинных задач" является получение знаний об особенностях применения электромагнитных зондирований при решении различных глубинных задач.

**Задачи** - изучение возможностей электромагнитных зондирований при исследованиях верхней мантии и консолидированной коры Земли, а также при региональных, нефтегазовых и геотермальных исследованиях; приобретение навыков использования и развития методов и программного обеспечения для обработки и интерпретации электромагнитных данных.

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО** – вариативная часть, профессиональный цикл, курс – II, семестр – 3.

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

Знания в части общекультурной и общенаучной подготовки - на уровне требований Образовательного стандарта МГУ, направление «Геология», уровень бакалавриат; знания в области геологии - в соответствии с требованиями вступительного экзамена в магистратуру (общие вопросы, вопросы профиля «Геофизика»). Освоение дисциплин «Теория электромагнитных зондирований», «Прямые и обратные задачи магнитотеллурики».

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

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

ОПК-2 Способность в процессе решения профессиональных задач самостоятельно получать, интерпретировать и обобщать результаты, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию (формируется частично);

ОПК-3 Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки (формируется частично);

ПК-2 Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии (формируется частично);

ПК-5 Способность использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач (формируется частично);

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 (формируется частично).

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

**Знать:** особенности применения и возможности электромагнитных зондирований при региональных, нефтегазовых, геотермальных и инженерно-геологических исследованиях;

**Уметь:** проводить измерения, обработку, анализ и интерпретацию электромагнитных данных;

**Владеть:** навыками применения и развития методов и программного обеспечения для обработки и анализа данных, решения прямых и обратных задач электромагнитных зондирований.

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

**5. Объем дисциплины** составляет 2 з.е., в том числе 28 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (8 часов – занятия лекционного типа, 20 часов – занятия семинарского типа), 44 академических часа 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):**

Рассматриваются основы измерения электрических сигналов, обработка магнитотеллурических данных, методика обсерваторских наблюдений электромагнитного поля. Обсуждаются вопросы инверсии синтетических электромагнитных данных и применения электромагнитных зондирований при изучении верхней мантии и консолидированной коры Земли, а также при региональных, нефтегазовых, геотермальных и инженерно-геологических исследованиях.

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 лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
1. Основы измерения электрических сигналов		1		2	3	Сдача РГ работы, 6 часов
2. Обработка магнитотеллурических данных		1		2	3	Сдача РГ работы, 6 часов
3. Обсерваторские наблюдения ЭМ поля		1		2	3	
4. Инверсия синтетических ЭМ данных		1		2	3	
5. Региональные ЭМ исследования		1		3	4	Доклад, 6 часов
6. Нефтегазовые ЭМ исследования		1		3	4	Доклад, 6 часов
7. Геотермальные ЭМ исследования		1		3	4	Доклад, 6 часов
8. ЭМ исследования в инженерной геофизике		1		3	4	
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>						14 часов
<b>Итого</b>	<b>72</b>			<b>28</b>		<b>44</b>

## **Содержание разделов дисциплины:**

### **(1). Основы измерения электрических сигналов**

1. Фильтр ФНЧ. Схема. Расчет частоты среза.
2. Фильтр ФВЧ. Схема. Расчет частоты среза.
3. Операционный усилитель. Схемы включения (дифференциальный вход, повторитель).
4. Согласование каскадов систем измерения по входному/выходному сопротивлению.
5. Градуировочная кривая, АЧХ измерительного канала.

### **(2). Обработка магнитотеллурических данных**

1. Способы получения спектральных характеристик измеренных сигналов.
2. Построение импедансных оценок. Импеданс как частотная характеристика разреза.
3. Отбраковка и осреднение кривых компонент тензора импеданса.
4. Одноточечная и синхронная обработка данных.

### **(3). Обсерваторские наблюдения ЭМ поля**

1. Аппаратура для измерения параметров ЭМ поля в обсерватории.
2. Устройство и особенности функционирования геомагнитной обсерватории.
3. Сети геомагнитных обсерваторий и мировые центры данных.
4. Области использования обсерваторских данных.

### **(4). Инверсия синтетических ЭМ данных**

1. Методы анализа и инверсии МТ данных. Выбор стратегии интерпретации МТ данных.
2. Использование синтетических данных для развития методики интерпретации.
3. Двухмерная инверсия МТ данных при наличии трёхмерных структур.
4. Трёхмерная инверсия МТ данных, полученных на одиночном профиле.

### **(5). Региональные ЭМ исследования**

1. Методы исследования мантийной электропроводности.
2. Результаты глобальных и региональных исследований верхней мантии.
3. Спутниковые наблюдения геомагнитного поля.
4. Природа коровых аномалий электропроводности.
5. Результаты изучения коровых аномалий электропроводности Северной Евразии.

### **(6). Нефтегазовые ЭМ исследования**

1. Задачи, решаемые ЭМ методами при нефтегазовых исследованиях.
2. МТ исследования по опорным и региональным профилям.
3. МТ исследования на Таймыре.
4. МТ исследования в Прикаспийской впадине.
5. Применение метода вызванной поляризации для картирования углеводородов.

### **(7). Геотермальные ЭМ исследования**

1. Физические основы применения ЭМЗ для изучения геотермальных ресурсов.
2. Геоэлектрическая модель типичной геотермальной зоны и методика интерпретации.
3. ЭМ исследования геотермальной зоны Хенгил (Исландия).
4. МТ исследования геотермальной зоны Травале (Италия).
5. Возможности ЭМЗ при изучении геотермальных ресурсов платформенных областей.

### **(8). ЭМ исследования в инженерной геофизике**

1. Аппаратура и методика Аудио-МТЗ и Радио-МТЗ.
2. Возможности ЭМЗ при решении различных малоглубинных задач.
3. Применение ЭМЗ при изысканиях под строительство ЭЖД в Куэнке (Испания).
4. Применение Аудио-МТЗ при прогнозе подземных вод в Истмии (Греция).

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

**Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего и промежуточного контроля успеваемости.**

**Примерный перечень контрольных вопросов** при проведении промежуточной аттестации (экзамен) совпадает со списком тем, представленным в разделе б, «содержание разделов дисциплины».

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

Результаты Обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: особенностей применения и возможностей электромагнитных зондирований при региональных, нефтегазовых, геотермальных и инженерно-геологических исследованиях	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: проводить измерения, обработку, анализ и интерпретацию электромагнитных данных	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности не принципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное умение
Владения: навыками применения и развития методов и программного обеспечения для обработки и анализа данных, решения прямых и обратных задач электромагнитных зондирований	Навыки владения методами отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки использования методов	Владение методами, использование их для решения задач

**8. Ресурсное обеспечение:**

**А) Перечень основной и дополнительной литературы.**

**- основная литература:**

1. Бердичевский М.Н., Дмитриев В.И. Магнитотеллурическое зондирование горизонтально-однородных сред. Москва, Недра, 1992, 250 с.
2. Бердичевский М.Н., Дмитриев В.И., Новиков Д.Б., Пастуцан В.В. Анализ и интерпретация магнитотеллурических данных. Москва, Диалог-МГУ, 1997, 161 с.

**- дополнительная литература:**

1. Бобровников Л.З., Кадыров И.Н., Попов В.А. Электроразведочная аппаратура и оборудование. М.: Недра, 1985. 336 с.

2. Семёнов В.Ю. Обработка данных магнитотеллурического зондирования. М.: Недра, 1985. 133 с.
3. Нечаев С.А. Руководство для стационарных геомагнитных наблюдений. Иркутск: ИСЗФ СО РАН, 2003. 92 с.
4. Бердичевский М.Н., Дмитриев В.И. Модели и методы магнитотеллурики. М: Научный мир, 2009, 680 с.
5. Жданов М.С. Геофизическая электромагнитная теория и методы. М: Научный мир, 2012. 680 с.
6. Chave A.D., Jones A.G. (Editors). The magnetotelluric method: Theory and practice. Cambridge University Press, 2012. 552 p.
7. Bahr K., Simpson F. Practical magnetotellurics. Cambridge University Press, 2005. 270 p.

**9. Язык преподавания** – русский.

**10. Преподаватели** – Куликов В.А., Пушкарев П.Ю., Шустов Н.Л.

**11. Авторы программы** – Куликов В.А., Пушкарев П.Ю., Шустов Н.Л.