

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/  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Электроразведка на морских и пресноводных акваториях**

**Marine and shallow-water areas electrical prospecting**

Авторы-составители: Модин И.Н., Пушкарев П.Ю.

**Уровень высшего образования:**  
*Магистратура*

**Направление подготовки:**  
**05.04.01 Геология**

**Магистерская программа:**  
**Геофизика**

Форма обучения:  
*Очная*

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

Москва 2022

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 магистратуры*).

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от \_\_\_\_\_ 2022 года (протокол №\_\_).

Год приема на обучение: 2022

## Цель и задачи дисциплины

**Целью** курса "Электроразведка на морских и пресноводных акваториях" является подготовка слушателя к выбору технологий и методов глубинных и малоглубинных акваторных электроразведочных работ, начиная от проведения наблюдений и заканчивая интерпретацией данных, а также к обеспечению контроля над проведением подобных работ.

**Задачи** - получение знаний об аппаратуре и методике акваторных наблюдений, об особенностях обработки и интерпретации данных морской и речной электроразведки, а также о геоэлектрическом строении морей и океанов, рек и озер.

### Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Рассматриваются особенности проведения речных исследований и геоэлектрического строения пресноводных акваторий. Приводится краткая история развития речной электроразведки. Анализируются конструкции плавающих электроразведочных кос и методика измерений. Обсуждаются вопросы теории, техники, методика и программное обеспечение зондирований с вертикальными и донными установками. Рассматриваются особенности непрерывных акваторных зондирований, вопросы их технического исполнения, методика и программное обеспечение. Приводятся примеры практических исследований на пресноводных акваториях.

Анализируются особенности методов электромагнитного зондирования (магнитотеллурического, частотного и становлением поля), применяемых в океанах и морях с целями изучения их глубинного строения и прогноза месторождений углеводородов. Приводятся сведения о свойствах электромагнитных полей в океанах и морях, аппаратуре, методиках наблюдений, обработке и интерпретации данных. Рассматриваются геоэлектрические модели абиссальных равнин океанов, срединно-океанических хребтов, зон субдукции. Обсуждаются возможности методов электроразведки при поиске и разведке морских месторождений углеводородов.

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП** – относится к профессиональному блоку вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения. Курс – II магистратуры, семестр – 3.

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

обучающийся должен владеть базовыми естественно-научными, математическими и профессиональными знаниями в объеме вступительного экзамена в магистратуру, знаниями по дисциплинам «Геофизические методы исследования», «Теория геофизических полей», «Электроразведка неоднородных и анизотропных сред», «Теория электромагнитных зондирований», «Комплексирование геофизических методов», «Геологическая интерпретация данных электроразведки».

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями
<b>ОПК-3.ММ.</b> Способен в процессе решения профессиональных задач самостоятельно получать, интерпретировать и	<b>ММ.ОПК-3.И-2.</b> Объективно оценивает полученные результаты, обобщает их, формулирует	<b>Знать:</b> особенности устройства аппаратуры для акваторной электроразведки и методике проведения работ; закономерности пространственного распределения электромагнитных полей естественных и искусственных источников в морях и океанах, реках и озёрах; основные черты их

<p>обобщать результаты, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию (формируется частично).</p>	<p>выводы.</p>	<p>глубинного и приповерхностного геоэлектрического строения.  <b>Уметь:</b> выбрать оптимальную методику акваторной электроразведки, проконтролировать проведение наблюдений, выполнить обработку и интерпретацию данных, а также геологическое истолкование построенных геоэлектрических моделей.  <b>Владеть:</b> методами регистрации, обработки и интерпретации данных акваторной электроразведки для получения информации о строении срединно-океанических хребтов, абиссальных равнин и зон субдукции, нефтеперспективных шельфовых зон, а также верхней части разреза как объекта инженерно-геологических изысканий.</p>
<p><b>ОПК-6.ММ.</b>  Способен профессионально выбирать и использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач (формируется частично).</p>	<p><b>ММ.ОПК-6.И-1.</b>  Знает технические характеристики и возможности основных современных видов научного и технического оборудования, используемого в работах по направленности подготовки.</p>	<p><b>Знать:</b> технические характеристики и возможности основных современных видов аппаратуры для электроразведки на акваториях.  <b>Уметь:</b> профессионально выбирать и использовать современные аппаратурно-программные комплексы для электроразведки на акваториях.  <b>Владеть:</b> подходами к решению научных и практических задач на акваториях с использованием аппаратурно-программных комплексов для электроразведки на акваториях.</p>
<p><b>ПК-1.ММ.</b>  Способен самостоятельно проводить научные исследования с помощью современного оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (формируется частично).</p>	<p><b>ММ.ПК-1.И-1.</b>  Критически анализирует новейший отечественный и зарубежный опыт научно-исследовательских работ по тематике собственного исследования.</p>	<p><b>Знать:</b> основы устройства современного оборудования для проведения электроразведочных исследований на акваториях.  <b>Уметь:</b> критически анализировать новейший отечественный и зарубежный опыт электроразведочных исследований на акваториях.  <b>Владеть:</b> навыками применения информационных технологий при проведении электроразведочных исследований на акваториях.</p>
<p><b>МПК-1.</b>  Способен самостоятельно ставить задачи научных и</p>	<p><b>МПК-1.И-2.</b>  Владеет методами проведения геофизических наблюдений и</p>	<p><b>Знать:</b> основы устройства современных геофизических аппаратурно-программных комплексов и их применения для решения геологических задач на акваториях с использованием методов электроразведки.</p>

<p>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).</p>	<p>обработки данных.</p>	<p><b>Уметь:</b> самостоятельно ставить конкретные задачи научно-исследовательских и практических работ в области малоглубинной и глубинной геофизики на акваториях и решать их с помощью комплекса геофизических методов, включающего электроразведку.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования междисциплинарных знаний, современной аппаратуры, оборудования и информационных технологий, а также современного отечественного и зарубежного опыта в области электроразведочных исследований на акваториях.</p>
---	--------------------------	--

**4. Объем дисциплины** составляет **2** з.е., в том числе **28** академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (лекции и семинары вместе), **44** академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

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

**6. Содержание дисциплины**, 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,  Форма промежуточной аттестации по дисциплине	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	Занятия семинарского типа	Всего	Подготовка к контрольному опросу	Всего
1. Речные зондирования с плавающими косами	<b>4</b>	2	2	<b>4</b>		
2. Зондирования с вертикальными и донными установками	<b>2</b>	2		<b>2</b>		
3. Непрерывные акваторные зондирования	<b>4</b>	2	2	<b>4</b>		
Текущая аттестация 1: контрольный опрос	<b>10</b>				10	<b>10</b>
4. Морские исследования методом зондирования становлением поля (ЗС)	<b>4</b>	2	2	<b>4</b>		
5. Основы теории и технология метода донных дипольных электромагнитных зондирований (ДЭМЗ)	<b>2</b>	2		<b>2</b>		
6. Примеры применения и результаты ДЭМЗ	<b>2</b>	2		<b>2</b>		
Текущая аттестация 2: контрольный опрос	<b>10</b>				10	<b>10</b>
7. Особенности технологии донных магнитотеллурических зондирований (МТЗ)	<b>2</b>	2		<b>2</b>		
8. Интерпретация аномалий МТЗ в океане	<b>2</b>	2		<b>2</b>		
9. Результаты МТЗ в океане	<b>2</b>	2		<b>2</b>		
10. Результаты МТЗ в прибрежных зонах	<b>4</b>	2	2	<b>4</b>		
Текущая аттестация 3: контрольный опрос	<b>10</b>				10	<b>10</b>
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>	<b>14</b>	<i>Устный экзамен</i>				<b>14</b>
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>28</b>				<b>44</b>

## Содержание лекций, семинаров

### Содержание лекций

#### **(1) Речные зондирования с плавающими косами**

- Особенности пресноводных исследований, геоэлектрическое строение акваторий;
- История развития речной электроразведки;
- Конструкции плавающих кос и методика измерений в ручном и автоматическом режиме;
- Примеры практических исследований.

#### **(2) Зондирования с вертикальными и донными установками**

- Техника и методика донных зондирований;
- Программное обеспечение для интерпретации донных зондирований;
- Особенности использования вертикальных установок;
- Примеры практического применения донных и вертикальных установок.

#### **(3) Непрерывные акваторные зондирования**

- Особенности технологии НАЗ;
- НАЗ как двумерная электротомография на акваториях;
- Обработка данных НАЗ, инверсия данных НАЗ;
- Примеры практического применения НАЗ.

#### **(4) Морские исследования методом зондирования становлением поля (ЗС)**

- Аппаратура и методика проведения работ;
- Расчет кривых становления поля для поляризующихся сред;
- Методика выделения высокочастотной составляющей сигнала;
- Современное состояние метода морских ЗС.

#### **(5) Основы теории и технология метода донных дипольных электромагнитных зондирований (ДЭМЗ)**

- Прямая одномерная задача метода ДЭСЗ;
- Вертикальный и горизонтальный скин-эффект;
- Кажущееся сопротивление в методе ДЭМЗ;
- Аппаратура и методика работ.

#### **(6) Примеры применения и результаты донных ДЭМЗ**

- Геоэлектрическое строение океанической коры;
- ДЭМЗ при изучении океанических рифтов;
- ДЭМЗ в нефтегазовых исследованиях;
- Малоглубинные ДЭМЗ.

#### **(7) Особенности технологии донных магнитотеллурических зондирований (МТЗ)**

- Влияние проводящей водной толщи;
- Источники и способы подавления помех;
- Особенности аппаратуры и методики работ;
- Способы регистрации длиннопериодных вариаций.

#### **(8) Интерпретация аномалий МТЗ в океане**

- МТ-поле в горизонтально-неоднородных средах;
- Геоэлектрическая неоднородность типа горста;
- Береговой и островной эффекты;
- Граф обработки и интерпретации МТ-данных.

#### **(9) Результаты МТЗ в океане**

- Первые МТЗ в северной части Тихого океана;
- Глубинное геоэлектрическое строение океанов;
- МТ-исследования срединно-океанических хребтов;
- Донные МТЗ в нефтегазовых исследованиях.

#### **(10) Результаты МТЗ в прибрежных зонах**

- МТЗ на Дальнем Востоке СССР;
- МТЗ на профиле через Японское море;

- МТЗ в Каскадной зоне субдукции;
- МТЗ на западном побережье Никарагуа.

*План проведения семинаров.*

1. Комплексирование методов малоглубинной геофизики на пресноводных акваториях
2. Комплексирование электромагнитных и других морских геофизических методов

## **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 выполнении каждым студентом контрольного опроса по завершении каждой трети курса.

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

*Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации (экзамене):*

1. Мобильный речной электроразведочный комплекс: состав комплекса и схема размещения оборудования.
2. Проблемы и задачи электроразведки при переходах через речные преграды.
3. Методы малоглубинной электроразведки на мелководных акваториях.
4. Особенности электрических зондирований с вертикальной установкой.
5. Георадиолокация на акваториях.
6. НАЗ: состав аппаратного комплекса, установки и методика измерений.
7. Электротомография НАЗ: особенности обработки и интерпретации данных.
8. Съёмка естественного поля на акваториях: методика, обработка и результаты.
9. Электроразведка при изучении современной речной долины р.Москва. Взаимодействие палеодолин с руслом реки.
10. Карст и карстовая опасность для р. Москвы по данным электроразведки.
11. Объекты исследования морской геоэлектрики.
12. Особенности методов морской геоэлектрики.
13. Влияние водного слоя на результаты донных МТЗ.
14. Аппаратура и методика наблюдений методом донных МТЗ.
15. Способы регистрации длиннопериодных вариаций МТ поля.
16. Особенности донных МТЗ при изучении двухмерных сред.
17. Береговой и островной эффекты в МТ поле.
18. Геоэлектрическое строение верхней мантии Земли под океанами.
19. Применение МТЗ при изучении океанических рифтов.
20. МТ исследования в области перехода от океана к континенту.
21. Вертикальный и горизонтальный скин-эффект в методах ЧЗ и ДЭМЗ (CSEM).
22. Кажущееся сопротивление в методе ДЭМЗ (CSEM).
23. Аппаратура и методика наблюдений методом ДЭМЗ (CSEM).
24. Геоэлектрическое строение земной коры океанов.
25. Методика и результаты ДЭМЗ (CSEM) в рифтовых зонах океанов.
26. ДЭМЗ (CSEM) в нефтегазовых исследованиях.
27. Аппаратура и методика проведения морских работ методом ЗС.
28. Расчет кривых ЗС для поляризующихся сред.
29. «Высокоразрешающая» электроразведка.
30. Технологии электроразведки при изучении транзитной зоны.

**Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (экзамен).**

Результаты обучения, соответствующие оценочным средствам	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
<p><b>Знания</b> особенностей устройства аппаратуры для электроразведки и методики проведения работ; закономерностей пространственного распределения электромагнитных полей естественных и искусственных источников в морях и океанах, реках и озёрах; основных черт их глубинного и приповерхностного геоэлектрического строения (письменный или устный опрос)</p>	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
<p><b>Умения</b> выбрать оптимальную методику электроразведки, проконтролировать проведение наблюдений, выполнить обработку и интерпретацию данных, а также геологическое истолкование построенных геоэлектрических моделей (письменный или устный опрос)</p>	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неприципиальные неточности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное умение
<p><b>Навыки владения</b> методами регистрации, обработки и интерпретации данных электроразведки для получения информации о строении срединно-океанических хребтов, абиссальных равнин и зон субдукции, нефтеперспективных шельфовых зон, а также верхней части разреза как объекта инженерно-геологических изысканий (письменный или устный опрос)</p>	Навыки владения отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки	Свободное владение и использование

## **8. Ресурсное обеспечение:**

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

#### **- основная литература:**

1. Бердичевский М.Н., Жданова О.Н., Жданов М.С. Глубинная геоэлектрика в Океане. М.: Наука, 1989. 80 с.
2. Ваньян Л.Л., Шиловский П.П. Глубинная электропроводность океанов и континентов. М.: Наука, 1983. 88 с.
3. Инструкция по электроразведке: наземная, скважинная, шахтно-рудничная, аэро-, морская электроразведка. Л.: Недра, 1984. 352 с.
4. Жданов М.С. Геофизическая электромагнитная теория и методы. М.: Научный мир, 2012. 680 с.

#### **- дополнительная литература:**

1. Литвинов Э.М. Введение в морскую геофизику. С-Пб.: Недра, 1993. 184 с.
2. Морские геофизические исследования. Ред. Маловицкий Я.П. М.: Недра, 1977. 375 с.
3. Калинин В.В., Калинин А.В., Модин И.Н., Мусатов А.А., Владов М.Л. Результаты комплексных геофизических исследований на акватории р. Москвы. Инженерная геология, 1985, № 2, с. 98-107.
4. Бобачев А.А., Волков С.И., Коларов Д.Л., Модин И.Н., Мюллер А., Перваго Е.В., Шевнин В.А. Комплексные акваторные электроразведочные исследования в восточной части Германии. Разведка и охрана недр, 2004, № 5, с. 22 – 27.
5. Бобачев А.А., Зайцев Д.А., Модин И.Н. Электрометрические исследования на территории хвостохранилища горно-обогатительного комбината. Разведка и охрана недр, 2006, № 12.
6. Модин И.Н., Андреев М.А., Акуленко С.А., Аржанцева И.А., Кац М.Я. Геофизические исследования на острове Пор-Бажын в республике Тува. Вестник Московского университета, Серия 4 «Геология», 2010, 8 с.
7. Андреев М.А., Большаков Д.К., Комаров О.И., Модин И.Н. Электрометрические исследования на переходах трасс проектируемых трубопроводов через водные преграды методом ННБ. Трубопроводный транспорт, 2009, № 2(14), с. 23-25.
8. Владов М.Л., Калинин А.В., Калинин В.В., Модин И.Н., Мусатов А.А. Методика, техника и результаты комплексных геофизических исследований на акватории р. Москвы. В книге: «Геологические проблемы Московской агломерации». Изд-во Моск. ун-та, 1991, с. 80-137.

## **9. Язык преподавания – русский.**

## **10. Преподаватели**

Ответственный за курс: Модин Игорь Николаевич.

Преподаватели: Модин И.Н., Пушкарев П.Ю.

## **11. Разработчики программы: Модин И.Н., профессор; Пушкарев П.Ю., профессор.**