

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
ОПК-3.ММ. Способен в процессе решения профессиональных задач самостоятельно получать, интерпретировать и	ММ.ОПК-3.И-2. Объективно оценивает полученные результаты, обобщает их, формулирует	Знать: 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. <i>Уметь:</i> выбрать оптимальную методику акваторной электроразведки, проконтролировать проведение наблюдений, выполнить обработку и интерпретацию данных, а также геологическое истолкование построенных геоэлектрических моделей. <i>Владеть:</i> 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>ОПК-6.ММ. Способен профессионально выбирать и использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач (формируется частично).</p>	<p>ММ.ОПК-6.И-1. Знает технические характеристики и возможности основных современных видов научного и технического оборудования, используемого в работах по направленности подготовки.</p>	<p><i>Знать:</i> технические характеристики и возможности основных современных видов аппаратуры для электроразведки на акваториях. <i>Уметь:</i> профессионально выбирать и использовать современные аппаратурно-программные комплексы для электроразведки на акваториях. <i>Владеть:</i> подходами к решению научных и практических задач на акваториях с использованием аппаратурно-программных комплексов для электроразведки на акваториях.</p>
<p>ПК-1.ММ. Способен самостоятельно проводить научные исследования с помощью современного оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (формируется частично).</p>	<p>ММ.ПК-1.И-1. Критически анализирует новейший отечественный и зарубежный опыт научно-исследовательских работ по тематике собственного исследования.</p>	<p><i>Знать:</i> основы устройства современного оборудования для проведения электроразведочных исследований на акваториях. <i>Уметь:</i> критически анализировать новейший отечественный и зарубежный опыт электроразведочных исследований на акваториях. <i>Владеть:</i> навыками применения информационных технологий при проведении электроразведочных исследований на акваториях.</p>
<p>МПК-1. Способен самостоятельно ставить задачи научных и</p>	<p>МПК-1.И-2. Владеет методами проведения геофизических наблюдений и</p>	<p><i>Знать:</i> 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>Уметь: самостоятельно ставить конкретные задачи научно-исследовательских и практических работ в области малоглубинной и глубоководной геофизики на акваториях и решать их с помощью комплекса геофизических методов, включающего электроразведку.</p> <p>Владеть: 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	4	2	2	4		
2. Зондирования с вертикальными и донными установками	2	2		2		
3. Непрерывные акваторные зондирования	4	2	2	4		
Текущая аттестация 1: контрольный опрос	10				10	10
4. Морские исследования методом зондирования становлением поля (ЗС)	4	2	2	4		
5. Основы теории и технология метода донных дипольных электромагнитных зондирований (ДЭМЗ)	2	2		2		
6. Примеры применения и результаты ДЭМЗ	2	2		2		
Текущая аттестация 2: контрольный опрос	10				10	10
7. Особенности технологии донных магнитотеллурических зондирований (МТЗ)	2	2		2		
8. Интерпретация аномалий МТЗ в океане	2	2		2		
9. Результаты МТЗ в океане	2	2		2		
10. Результаты МТЗ в прибрежных зонах	4	2	2	4		
Текущая аттестация 3: контрольный опрос	10				10	10
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>	14	<i>Устный экзамен</i>				14
Итого	72	28				44

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>Знания 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>Умения 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>Навыки владения 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.