

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

УТВЕРЖДАЮ

**Декан Геологического факультета
академик**

_____/Д.Ю.Пущаровский/

«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Гидрогеологическая и геокриологическая геофизика

Автор-составитель: И.Н.Модин

Уровень высшего образования:

Магистратура (ММ)

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

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

Год приема на обучение – 2018.

Цели и задачи дисциплины

Целью курса "Гидрогеологическая и геокриологическая геофизика" является обеспечить подготовку магистрантов геологии по дисциплине.

Задачи - освоение теории и практики геофизических исследований при решении разнообразных малоглубинных геологических задач, связанных с решением гидрогеологических и геокриологических задач.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, дисциплина по выбору в модуле «Электроразведка», курс – II, семестр – 3.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

Освоение дисциплин: «Электроразведка», «Некорректные задачи геофизики», «Интерпретация данных электроразведки», «Теоретические основы обработки геофизических сигналов», «Комплексирование геофизических методов», «Общая геология», «Структурная геология и геокартирование», «Геология России», «Гидрогеология, инженерная геология и геокриология».

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

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

ОПК-1 Способность самостоятельно формулировать цели работы, устанавливать последовательность решения профессиональных задач (формируется частично);

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);

ОПК-4 Способность использовать современные вычислительные методы и компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности (формируется частично);

ПК-1 Способность самостоятельно проводить научные исследования с помощью современного оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (формируется частично);

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

ПК-3 Способность использовать специализированные профессиональные теоретические знания и практические навыки для проведения прикладных исследований (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: специфику решения малоглубинных (гидрогеологических и геокриологических) задач, принципы комплексирования геофизических методов для решения гидрогеологических и геокриологических задач; о стадийности геофизических работ при решении малоглубинных (гидрогеологических и геокриологических) задач; классификацию электромагнитных и другого типа помех, их проявление в результатах полевых экспериментов; исследуемые физические параметры разреза; теоретические основы моделирования гео-

физических полей для оценки результатов выполнения геофизических исследований; методы обработки и формы представления полевых материалов, специфику обработки полевых геофизических данных; знать названия программ обработки и интерпретации геофизических данных.

Уметь: планировать геофизические исследования для решения малоглубинных (гидрогеологических и геокриологических) задач, оценивать необходимые временные и людские ресурсы, а также потребности в аппаратуре и оборудовании для решения поставленной задачи; проектировать геофизические установки и планировать подготовку оборудования к полевым экспериментам, проводить оценку качества работы измерительных и генераторных устройств, а также точности топографических привязок, планировать и проводить оценку качества полевых экспериментов; обрабатывать самостоятельно полевые данные с помощью специализированных геофизических программ и типового программного обеспечения, правильно выполнять визуализацию промежуточных материалов на бумажном носителе и с помощью компьютеров, самостоятельно выполнять качественную, количественную и геологическую интерпретацию материалов разной степени сложности.

Владеть: теоретическими основами методов геофизики при конкретном выполнении геофизических исследований; конкретными навыками выполнения интерпретации геофизических данных; технологией интерпретации геофизических данных с широким привлечением априорной информации из следующих областей знаний: физика, общегеологические теоретические представления, результаты шурфовок и раскопок, бурения и ГИС, результаты собственных наблюдений, геокриология, гидрогеология, инженерная геология, почвоведение, история и археология и т.д.

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 лекций, 20 часов семинаров), 44 часа на самостоятельную работу студентов. 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):

Гидрогеологическая обстановка является одним из основных факторов при проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных сооружений. Особенное значение подземные и грунтовые воды имеют при гидротехническом строительстве, подземном строительстве, отработке полезных ископаемых и при строительстве и эксплуатации высокотоксичных предприятий. Существуют определенные возможности изучения элементов обводненного геологического пространства с помощью геофизических методов. Примерно 2/3 территории России расположено в зоне распространения многолетнемерзлых грунтов. Мерзлота оказывает огромное воздействие на всю хозяйственную деятельность человека: прежде определяет условия строительства и освоения северного пространства, сроки транспортировки грузов для северных поселков и городов, сезонность в проведении научных, геологических и другого вида исследований и т.д. Геофизика криолитозоны тесно связана с гидрогеологической геофизикой и изучает верхнюю часть литосферы, которая находится в условиях отрицательных температур. Вследствие высокой чувствительности криолитозоны к внешним, прежде всего температурным воздействиям соответственно резко могут меняться и физико-механические свойства грунтов. Формально данная дисциплина по объекту исследования относится к геокриологии, а по методам исследования к прикладной или разведочной геофизике. При решении всех этих вопросов и принятии соответствующих решений необходимо знать оперативную информацию о строении талых и мерзлых грунтов, которую дают геофизические методы.

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	
<u>Раздел 1.</u> Введение.		2			2	Собеседование Контрольная работа 9
<u>Раздел 2.</u> Особенности гидрогеологической и геокриологической исследований		2		4	6	Коллоквиум Контрольная работа 9
<u>Раздел 3.</u> Аппаратура и методики гидрогеологической и геокриологической геофизики		2		8	10	Контрольная работа 9
<u>Раздел 4.</u> Проблемы гидрогеологической и геокриологической геофизики. Принципы и подходы при интерпретации данных		2		8	10	Собеседование 9
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>						8
Итого	72			28		44

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение

1.1. Значение подземных и грунтовых вод при гидротехническом строительстве, подземном строительстве и отработке полезных ископаемых, а также в строительстве и эксплуатации высокотоксичных предприятий и роль геофизических методов при решении гидрогеологических задач;

1.2. Высокая чувствительности криолитозоны к внешним, прежде всего температурным воздействиям, физико-механические свойства грунтов и значение геофизических методов при решении геокриологических задач;

Одним из основных факторов при проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных сооружений, является гидрогеологическая обстановка. Она во многом предопределяет выбор места строительства, технологию и прогноз экологических последствий хозяйственного использования объекта. Особенное значение подземные и грунтовые воды имеют при гидротехническом строительстве, подземном строительстве и отработке полезных ископаемых, а также строительстве и эксплуатации высокотоксичных предприятий. Распределение и движение подземных вод определяется положением современных и древних базисов эрозии, пространственным соотношением непроницаемых и проницаемых горизонтов и зон, структурными особенностями территории, литолого-петрографическим составом пород и другими факторами. Существуют определенные возможности изучения этих элементов геологического пространства с помощью геофизических методов. При непосредственных инженерно-гидрогеологических исследованиях выделяют четыре группы задач: 1) определение водопроницаемости массивов горных пород; 2) изучение условий накопления и движения подземных вод в зоне аэрации и ниже уровня грунтовых вод; 3) изучение минерализации и температуры подземных вод; 4) прогнозирование режима подземных вод, в связи с влиянием техногенных факторов. При необходимости эти задачи в том или ином сочетании могут решаться с помощью геофизических методов.

Геофизика криолитозоны тесно связана с гидрогеологической геофизикой и изучает верхнюю часть литосферы, которая находится в условиях отрицательных температур. Вследствие высокой чувствительности криолитозоны к внешним, прежде всего температурным воздействиям соответственно резко могут меняться и физико-механические свойства грунтов. Поэтому часто геофизику криолитозоны относят к разделу инженерной геофизики. Формально данная дисциплина по объекту исследования относится к геокриологии, а по методам исследования к прикладной или разведочной геофизике. Примерно 2/3 территории России расположено в зоне распространения многолетнемерзлых грунтов. Мерзлота оказывает огромное воздействие на всю хозяйственную деятельность человека: прежде определяет условия строительства и освоения северного пространства, сроки транспортировки грузов для северных поселков и городов, сезонность в проведении научных, геологических и другого вида исследований и т.д.. При решении всех этих вопросов и принятии соответствующих решений необходимо знать оперативную информацию о строении талых и мерзлых грунтов. Такую информацию дают геофизические методы.

Раздел 1. Особенности малоглубинных исследований

- 1.1. Жесткий внутренний и внешний контроль результатов полевой съемки,
- 1.2. Многостадийность исследований,
- 1.3. Большой объем априорной информации,
- 1.4. Пространственная стесненность,
- 1.5. Требование высокой скорости выполнения работ,
- 1.6. Требование высокой точности,
- 1.7. Высокий уровень промышленных и геологических помех.

Раздел посвящен особенностям выполнения гидрогеологических и геокриологических исследований: жесткий внутренний и внешний контроль результатов полевой съемки и результатов интерпретации (внутренний контроль: 5-10% повторных контрольных наблюдений

самого исполнителя, геологический контроль данных с помощью бурения и шурфовки, внешний регламентный контроль третьей стороны), большой объем априорной информации, требование высокой точности и разрешающей способности методов, требование высокой скорости выполнения работ в любых погодных и климатических условиях, многостадийность в интерпретации данных, связанная с неравномерностью поступления дополнительной информации по другим методам и геологическому бурению, пространственная стесненность в городах и промышленных площадках, невозможность размещения установок непосредственно над объектом, высокий уровень промышленных, электромагнитных помех, высокий уровень геологических, неустраняемых помех, широкий спектр задач.

Возбуждаемые и измеряемые электромагнитные поля в методах постоянного тока, низкочастотного индукционного диапазона и при георадарных исследованиях: краткие теоретические основы методов электроразведки, форма и амплитуда возбуждаемых и принимаемых сигналов, частотный диапазон, глубинность методов и разрешающая способность методов в горизонтальном и вертикальном направлении. Принцип эквивалентности на постоянном и переменном токе. Основы метода магнитного резонанса (методика работ, выбор частотного диапазона, управление глубиной, определяемые параметры среды).

Сейсмические и сейсмоакустические волновые поля: основы малоглубинной сейсморазведки, распространение, преломление и отражение импульсных волн в поглощающих средах, упругие характеристики среды, которые мы реально получаем в результате сейсмических исследований, глубинность сейсмических методов и реальные возможности по разрешающей способности сейсмических методов. Особенности проявления шума на волновых картинах. Пространственные и временные диапазоны интерференции волн различной природы. Физические ограничения в сейсморазведке.

Раздел 2. Аппаратура и методики гидрогеологической и геокриологической геофизики

2.1. Современная отечественная и зарубежная электроразведочная аппаратура

2.2. Обзор сейсмической аппаратуры и оборудования

Раздел посвящен обзору современной отечественной и зарубежной электроразведочной аппаратуры для наземных исследований: георадарные системы, одноканальная аппаратура постоянного тока, многоканальная и многоэлектродная аппаратура для электротомографии, аппаратура для метода становления поля, теллурических зондирований в аудио частотном диапазоне, аппаратура для метода вызванной поляризации. Особенности и различия зарубежной и отечественной аппаратуры по следующим характеристикам: частотный диапазон, ток и измеряемые сигналы, число каналов и число электродов, производительность, габариты и вес аппаратуры.

Обзор сейсмической аппаратуры и оборудования для наземных измерений: технические средства и способы возбуждения, приема и регистрации упругих волн при сейсмических исследованиях. Способы возбуждения упругих колебаний, форма и тип волн, возбуждаемый этими системами, методики съемки. Особенности скважинных измерений. Современные направления в развитии сейсмической аппаратуры. Примеры и особенности отечественной и зарубежной аппаратуры.

Раздел 3. Проблемы гидрогеологической и геокриологической геофизики. Принципы и подходы при интерпретации данных

3.1. Гидрогеологическая геофизика.

3.2. Электроразведка при исследовании многолетнемерзлых пород.

3.3. Сейсморазведка при исследовании многолетнемерзлых пород

3.4. Георадиолокация при исследовании многолетнемерзлых пород.

В разделе 3 рассматриваются проблемы применения геофизических методов.

Гидрогеологическая геофизика. Поиски и разведка воды. Задачи, которые ставятся перед геофизическими исследованиями: поиски обводненных коллекторов, поиски палеодолин,

изучение региональных водоупоров, утечки поверхностных и разгрузки подземных вод, поиски обводненных, малоамплитудных тектонических нарушений. Комплекс электроразведочных методов при поисках подземных вод: георадар, вертикальные электрические зондирования, становление поля, магниторезонансное зондирование, естественное поле.

Электроразведка при исследовании многолетнемерзлых пород. Понятие об основных типах мерзлых грунтов. Электрические и упругие свойства мерзлых пород. Талики и островная мерзлота. Особенности изучения криопэгов. Тактика выполнения полевых исследований при мерзлотной съемке. Методика электрических зондирования в руслах рек при картировании мерзлоты.

Сейсморазведка при исследовании многолетнемерзлых пород. Основные типы сейсмоакустических волн на мерзлых грунтах. Особенности волновой картины при выполнении сейсмического и акустического каротажа, просвечивания, вертикального сейсмического профилирования в мерзлых грунтах. Акустические свойства мерзлых пород. Выполнение полевых сейсмических исследований на мерзлоте.

Георадиолокация при исследовании многолетнемерзлых пород. Электрофизическая модель полигонально-жильных льдов, псевдоморфоз по полигонально-жильным льдам, бугров пучения. Определение скорости электромагнитных волн в разрезе. Примеры георадиолокационных исследований над полигонально-жильными льдами, псевдоморфозами по полигонально-жильным льдам, буграх пучения, миграционных бугра пучения типа *пальза*.

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 контрольных работ и промежуточной аттестации (экзамен):

- (1). Петрофизические свойства проницаемых и мерзлых грунтов.
- (2). Особенности выполнения гидрогеологической и геокриологической геофизических исследований.
- (3). Возбуждаемые и измеряемые электромагнитные поля в методах постоянного тока, низкочастотного индукционного диапазона и при георадиолокации.
- (4). Метод сопротивлений: электропрофилирование, вертикальное электрическое зондирование и электрическая томография.
- (5). Дипольное электромагнитное профилирование.
- (6). Радио магнитотеллурические зондирования.
- (7). Метод становления поля.
- (8). Метод георадиолокационных исследований.
- (9). Измерение комплексной электропроводности.
- (10). Основы метода магнитного резонанса.
- (11). Микрогравиметрия.
- (12). Современные отечественные и зарубежные георадарные системы (13). Электроразведочная аппаратура для наземных исследований: одноканальная аппаратура постоянного тока, многоканальная и многоэлектродная аппаратура для электротомографии. (14). Аппаратура для метода становления поля.
- (15). Аппаратура для дипольных индукционного профилирования.
- (16). Аппаратура для теллурических зондирований в радиочастотном диапазоне. (17). Аппаратура для метода вызванной поляризации.
- (18). Обзор сейсмической аппаратуры и оборудования для наземных измерений. (19). Современные направления в развитии сейсмической аппаратуры.
- (20). Водоносный горизонт как объект геофизического исследования Талики и островная мерзлота.
- (21). Особенности геофизических исследований при изучении криопэгов.

- (22). Тактика выполнения геофизических работ при мерзлотной съемке.
- (23). Модели геоэлектрического разреза тало-мерзлых зон.
- (24). Одномерная, двумерная и трехмерная интерпретация геофизических данных при изучении тало-мерзлых пород.
- (25). Распределение температур и удельных сопротивлений мерзлых грунтов.
- (26). Аномально высокие сопротивления у мерзлых грунтов.
- (27). Проблема шлиров и анизотропия мерзлых грунтов.
- (28). Эффект Вагнера-Максвелла и интерпретация данных ВП в области малых времен спада.
- (29). Диэлектрическая проницаемость воды, льдов и мерзлых грунтов в области низких и сравнительно высоких температур для разных частот.
- (30). Спектральная электрическая проводимость и ее связь с фильтрационными параметрами грунтов.
- (31). Явление аномальной вызванной поляризации маловлажных песков.
- (32). Подходы к интерпретации данных ядерно-магнитного резонанса.
- (33). Общий подход при интерпретации геофизических данных при решении гидрогеологических задач.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты Обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: специфики решения малоглубинных (гидрогеологических и геокриологических) задач, принципов комплексирования геофизических методов для решения гидрогеологических и геокриологических задач; о стадийности геофизических работ при решении малоглубинных (гидрогеологических и геокриологических) задач; классификации электромагнитных и другого типа помех, их проявление в результатах полевых экспериментов; исследуемых физических параметров разреза; теоретических основ моделирования геофизических полей для оценки результатов выполнения геофизических исследований; методов обработки и формы представления полевых материалов, специфику обработки полевых геофизических данных; названий программ обработки и интерпретации геофизических данных.	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: планировать геофизические исследования в области решения малоглубинных (гидрогеологических и геокриологических) задач, оценивать необходимые временные и людские ресурсы, а также потребности в аппаратуре и оборудовании для решения поставленной задачи; проектировать геофизические установки и планировать подготовку оборудования к полевым экспериментам, проводить оценку	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципального	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное умение

<p>качества работы измерительных и генераторных устройств, а также точности топографических привязок, планировать и проводить оценку качества полевых экспериментов; обрабатывать самостоятельно полевые данные с помощью специализированных геофизических программ и типового программного обеспечения, правильно выполнять визуализацию промежуточных материалов на бумажном носителе и с помощью компьютеров, самостоятельно выполнять качественную, количественную и геологическую интерпретацию материалов разной степени сложности.</p>		<p>характера</p>		
<p>Владения: теоретическими основами методов геофизики при конкретном выполнении геофизических исследований; конкретными навыками выполнения интерпретации геофизических данных; технологией интерпретации геофизических данных с широким привлечением априорной информации из следующих областей знаний: физика, общегеологические теоретические представления, результаты шурфовок и раскопок, бурения и ГИС, результаты собственных наблюдений, геокриология, гидрогеология, инженерная геология, почвоведение, история и археология и т.д.</p>	<p>Навыки владения методами отсутствуют</p>	<p>Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков</p>	<p>В целом сформированные навыки использования методов.</p>	<p>Владение методами, использование их для решения задач</p>

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы

- основная литература:

1. Электрическое зондирование геологической среды. Часть 1. Прямые задачи и методика работ.//Под ред. В.К.Хмелевского и В.А.Шевнина. М., 1988, 176 с.
2. Электрическое зондирование геологической среды. Часть 2. Интерпретация и практическое применение.//Под ред. В.К.Хмелевского и В.А.Шевнина. М., 1992, 200 с.
3. Электроразведка методом сопротивлений //Под ред. В.К.Хмелевского и В.А.Шевнина. М., 1994, 160 с.
4. Огильви А.А. Основы инженерной геофизики. Учебн.для вузов. /Под редакцией В.А.Богословского.-М.:Недра, 1990.- 501 с.
5. Жданов М.С. «Электроразведка». -М.: Недра, 1986. 316 с.
6. Калинин А.В., Калинин В.В., Пивоваров Б.Л. Сейсмоакустические исследования на акваториях. М., Недра, 1983, 204 с.
7. Зыков Ю.Д. Геофизические методы исследования криолитозоны. Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1999, 243 с.
8. В.А.Комаров.Электроразведка методом вызванной поляризации. Л.:Недра, 1980. 391 с.
9. В.А.Богословский, А.Д.Жигалин, В.К.Хмелевской. Экологическая геофизика. –М.: Изд-во МГУ, 2000. – 256 с.

- дополнительная литература:

1. Геологические проблемы Московской агломерации. Сб. научн.тр./Под ред. Г.А.Голодковской, А.В.Калинина. – М.:Изд-во МГУ, 1991. –192с.

2. Черняк Г.Я. Электромагнитные методы в гидрогеологии и инженерной геологии. – М.: Недра, 1987. -213 с.
3. Геоэкологическое обследование предприятий нефтяной промышленности. Под ред. проф.В.А. Шевнина доц.И.Н.Модина. –М.: РУССО, 1999.- 511 с.
4. Изучение подземных вод вулканических областей геофизическими методами/Минводхоз арм.ССР; НИИ водных проблем и гидротехники; Сост. Р.С.Минасян.- М.:Недра, 1989.- 198 с.
5. 6th International Conference on Archaeological Propection. Proceedings. Extended Abstracts. National Research Council. Rome, Italy. September 14-17, 2005. 459 p.
6. Поиски и разведка подземных вод для крупного водоснабжения. Коллектив авторов. ВСЕГИНГЕО.М., Изд-во «Недра», 1969. -328 с.

Б) Материально-техническое обеспечение

- помещение – аудитория, рассчитанная на группу из 15 учащихся,
- оборудование – мультимедийный проектор, компьютер, экран,

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватели – Модин И.Н., Шевнин В.А.

11. Автор программы – Модин И.Н.