

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**  
**Гидрогеологическая и геокриологическая геофизика**  
**Hydrogeological and geocryological geophysics**

Автор-составитель: И.Н.Модин

**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.

---

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

*Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.*

## Цели и задачи дисциплины

**Целью** курса "Гидрогеологическая и геокриологическая геофизика" является освоение студентами теоретических основ общих гидрогеологических и геокриологических процессов, происходящих в верхней части разреза, взаимодействие талой и мерзлой воды с геологической среды, изучение этих явлений с помощью геофизических методов, а также приобретение знаний по проектированию геофизических работ, умения обрабатывать и интерпретировать геофизические материалы при решении гидрогеологических и геокриологических задач.

**Задачей** дисциплины является освоение знаний о строении талых и мерзлых грунтов на микроуровне, физико-химических процессах, происходящих в проводящих водонасыщенных и мерзлых средах, опасных геологических процессах, знаний методов, которые помогают решать гидрогеологические и геокриологические задачи, научить строить соответствующие модели геологической среды, умению моделировать прямые и обратные задачи геофизики для сложных обводненных и мерзлых сред.

### Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Гидрогеологическая обстановка является одним из основных факторов при проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных сооружений. Особенное значение подземные воды имеют при гидротехническом строительстве, подземном строительстве, отработке месторождений полезных ископаемых. В курсе освещаются возможности изучения элементов обводненного геологического пространства и движения подземных вод с помощью геофизических методов. Две трети территории России расположено в зоне распространения многолетнемерзлых грунтов. Мерзлота оказывает большое воздействие на хозяйственную деятельность человека: определяет условия проектирования, строительства и освоения северных пространств. Геофизика криолитозоны изучает верхнюю часть литосферы, которая находится в условиях отрицательных температур. Вследствие высокой чувствительности криолитозоны к температурным воздействиям могут меняться и физико-механические свойства грунтов, которые могут изучаться с помощью дистанционных геофизических методов.

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП** – относится к профессиональному блоку вариативной части ОПОП, является дисциплиной по выбору. Курс – II, 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. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями
<b>ОПК-1.ММ.</b> Способен применять на практике знания фундаментальных и при-	<b>ММ.ОПК-1. И-1.</b> Использует на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направ-	<b>Знать:</b> основы динамической и структурной геологии, гидрогеологии и геокриологии, теории поля, основы электроразведки, георадиолокации, сейсморазведки и магниторазведки

<p>кладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки при решении задач профессиональной деятельности.</p>	<p>ленность подготовки, при решении исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности.</p>	<p><b>Уметь:</b> выполнять полевые геофизические исследования, ставить и формулировать задачи, связанные с решением мерзлотных и гидрогеологических задач. <b>Владеть:</b> стандартным и прикладным программным обеспечением</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.</p>	<p><b>ММ.ПК-1. И-1.</b> Критически анализирует новейший отечественный и зарубежный опыт научно-исследовательских работ по тематике собственного исследования. <b>ММ.ПК-1. И-2.</b> Самостоятельно проводит научные исследования с помощью современного оборудования. <b>ММ.ПК-1. И-3.</b> Обрабатывает полученные результаты, формулирует выводы и рекомендации по использованию полученных результатов. <b>ММ.ПК-1. И-4.</b> Представляет результаты своей научной деятельности в письменной и устной форме (отчеты, статьи, доклады и презентации).</p>	<p><b>Знать:</b> основные центры проведения исследований отечественных и зарубежных специалистов по решению гидрогеологических и геокриологических задач. <b>Уметь:</b> выполнять научные исследования с помощью современного оборудования <b>Владеть:</b> навыками обработки полученных результаты при решении гидрогеологических и геокриологических задач, способностью формулировать выводы и рекомендации по использованию полученных результатов по итогам полевых и камеральных исследований.</p>
<p><b>ПК-4.ММ.</b> Способен использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач.</p>	<p><b>ММ.ПК-4. И-1.</b> Имеет представление о современных методах обработки и комплексной интерпретации информации, используемых для решения производственных задач (по направленности подготовки). <b>ММ.ПК-4. И-2.</b> Применяет методы обработки и комплексной интерпретации информации с использованием стандартных и специализированных программных пакетов.</p>	<p><b>Знать:</b> основы обработки и интерпретации комплексных геофизических данных при решении гидрогеологических и геокриологических задач. <b>Уметь:</b> использовать теоретические знания для выбора оптимальной методики интерпретации геофизических данных для решения гидрогеологических и геокриологических задач <b>Владеть:</b> методами обработки и интерпретации данных электроразведки с учётом априорной геолого-геофизической информации</p>

**4. Объем дисциплины** составляет 2 з.е. (всего **72** академических часа), в том числе **28** академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (лекции и семинары вместе), **44** академических часов 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 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) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	Расчетно-графические работы	Подготовка рефератов и докладов	Всего
Раздел 1. Введение.	<b>8</b>	2	0	<b>2</b>	2	4	<b>6</b>
Раздел 2. Особенности гидрогеологической и геокриологической исследований	<b>14</b>	2	2	<b>4</b>	6	4	<b>10</b>
Раздел 3. Аппаратура и методики гидрогеологической и геокриологической геофизики	<b>20</b>	8	2	<b>10</b>	4	6	<b>10</b>
Раздел 4. Проблемы гидрогеологической и геокриологической геофизики. Принципы и подходы при интерпретации данных	<b>22</b>	8	4	<b>12</b>	6	4	<b>10</b>
<b>Всего:</b>	<b>64</b>	20	8	<b>28</b>	16	20	<b>36</b>
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>	8	Устный экзамен			8		
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>28</b>			<b>44</b>		

## **Содержание лекций, семинаров**

### **Содержание лекций**

#### **Раздел 1. Введение**

1.1. Значение подземных и грунтовых вод при гидротехническом строительстве, подземном строительстве и обработке 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 определяет выбор места строительства, технологию и прогноз экологических последствий хозяйственного использования объекта. Особенное значение подземные и грунтовые воды имеют при гидротехническом строительстве, подземном строительстве и обработке 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, неустранимых 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*.

### **Содержание семинаров**

1. Типичные гидрогеологические объекты и разрезы и их параметры с точки зрения геофизики
2. Типичные геокриологические объекты и разрезы и их параметры с точки зрения геофизики
3. Построение ФГМ различных гидрогеологических разрезов, расчеты аномальных эффектов.
4. Построение ФГМ различных геокриологических разрезов, расчеты аномальных эффектов.
5. Оценка разрешающей способности геофизических методов при гидрогеологических исследованиях
6. Оценка разрешающей способности геофизических методов при геокриологических исследованиях
7. Методика геофизических наблюдений при решении гидрогеологических задач
8. Методика геофизических наблюдений при решении геокриологических задач

## **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 сдаче каждым студентом выполненных расчетных работ, при докладах (с презентацией), при защите рефератов

#### ***Примерный перечень вопросов (тестов) для проведения текущего контроля:***

1. Петрофизические свойства водопроницаемых и мерзлых грунтов.
2. Особенности выполнения гидрогеологической и геокриологической геофизических исследований.
3. Водоносный горизонт как объект геофизического исследования

4. Модели геоэлектрического разреза тало-мерзлых зон.
5. Талики и островная мерзлота.
6. Криопэги и их изучение с помощью электроразведки.
7. Комплексование и методика геофизических работ при мерзлотной съемке.
8. Одномерная и двумерная интерпретация электрических зондирований при изучении тало-мерзлых пород.
9. Распределение температур на глубину и удельные сопротивления мерзлых грунтов.
10. Удельные сопротивления мерзлых грунтов.
11. Шлировая текстура и анизотропия мерзлых грунтов.
12. Быстрое ВП (область малых времен спада).
13. Диэлектрическая проницаемость воды, льдов и мерзлых грунтов в области низких и сравнительно высоких температур для разных частот.
14. Спектральная электрическая проводимость и ее связь с фильтрационными параметрами грунтов.
15. ВП маловлажных песков.
16. Интерпретация данных ядерно-магнитного резонанса.

***Примерный перечень тем докладов:***

1. Электромагнитные свойства мерзлых грунтов
2. Электроповерхностные явления.
3. Электрическая анизотропия горных пород.
4. Электроразведочные установки при изучении анизотропии.
5. Структура магнитного поля в методе заряда.
6. Изучение вызванной поляризации в методе заряда.
7. Электрические свойства мерзлых грунтов
8. Эффект Максвелла – Вагнера и его использование при изучении мерзлых грунтов.

***Примерный перечень тем рефератов:***

1. Метод георадиолокации при изучении мерзлых грунтов.
2. Полигонально- жильные льды и их изучение с помощью геофизических методов.
3. Изучение реликтовых ледниковых структур с помощью геофизики.
4. Строение нижней границы мерзлоты на Таймыре по данным МТЗ.
5. Возможности геофизических методов при изучении мерзлых грунтов.
6. Возможности геофизических методов при поисках воды.
7. Прямые поиски воды с помощью метода ЯМР.
8. Комплекс геофизических методов при решении гидрогеологических задач.

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

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

1. Многолетнемерзлые породы на территории России: мощность криолитозоны.
2. Изменение температуры грунтов на глубинах до 10-15 м за последние 50 лет.
3. Задачи и проблемы мерзлотной геофизики.
4. Объекты исследования: талики и криопэги.
5. Объекты исследования: пластовые и жильные льды.
6. Объекты исследования: ледогрунт и криотекстура.
7. Объекты и процессы исследования: морозное пучение и морозобойное растрескивание. Термокарст и криосолифлюкция.
8. Возможности геофизики при выявлении реликтовой полигональной структуры повторно-жильных льдов.

9. Распределение температуры во времени и с глубиной и физические свойства горных пород в зависимости от этого распределения.
10. Зимние и летние кривые ВЭЗ. Номограмма Боголюбова зависимости удельного сопротивления мерзлых грунтов от их состава и температуры.
11. Скорость электромагнитных волн в геологических средах (мерзлые и талые грунты).
12. ВП в ионопроводящих породах: модель Постельникова-Фридрихсберга.
13. ВП и эффект Максвелла-Вагнера.
14. Модель возникновения эффекта Максвелла-Вагнера по Кожевникову.
15. Измерение ВП на мерзлых образцах по Агееву.
16. Диэлектрическая проницаемость воды и льда в широком частотном диапазоне.
17. Геофизические методы при изучении строения таликовых зон в долине реки Кувет.
18. Электроразведка при изучении мерзлотных условий вдоль трассы трубопровода в Заполярье.
19. Изучение мерзлотно-гидрогеологических условий на высокогорном озере Тере-Холь в Тыве.
20. Задачи геофизических исследований при поиске и оценке подземных вод.
21. Виды пористости и их влияние на УЭС.
22. Модель верхней части геоэлектрического разреза.
23. Зависимость УЭС воды от минерализации.
24. Строение двойного электрического слоя по Штерну.
25. Электроповерхностные явления. Явления 1-го рода: электроосмос и электрофорез.
26. Электроповерхностные явления. Явления 2-го рода: потенциалы течения воды, потенциалы седиментации.
27. Зависимость УЭС от глинистости в дисперсных грунтах и классификация дисперсных грунтов. Диаграмма Рыжова.
28. Зависимость УЭС воды от температуры. Зависимость кажущегося сопротивления грунтов от температуры воздуха.
29. Сезонная зависимость УЭС грунтов от температуры (при положительных температурах).
30. Два типа зависимостей коэффициента фильтрации для различных литологических типов грунтов.
31. Корреляционная зависимость между удельным сопротивлением и влажностью, поляризуемостью и сопротивлением при изменении влажности.
32. Современный комплекс геофизических методов при изучении подземных вод.
33. Идея метода заряженного тела.
34. Использование кажущегося сопротивления в методе заряженного тела.
35. Магнитное поле над вытянутым заряженным телом.
36. Метод ядро-магнитного резонанса при поисках воды.
37. Потенциалы фильтрации и их применение в гидрогеологической геофизике.
38. Алгоритм расчета магнитного поля, возбуждаемого постоянным током.

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

Результаты обучения, соответствующие видам оце-	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
---	-----------------------	---------------------	----------	-----------

<i>ночных средств</i>				
<b>Знания</b> ( <i>письменный или устный опрос,</i> )	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
<b>Умения</b> ( <i>письменный или устный опрос,</i> )	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности не принципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы.	Успешное умение.
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> ( <i>письменный или устный опрос,</i> )	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. Электрическое зондирование геологической среды. Часть 2. Интерпретация и практическое применение. // Под ред. В.К.Хмелевского и В.А.Шевнина. М., 1992, 200 с.
2. Электроразведка методом сопротивлений // Под ред. В.К.Хмелевского и В.А.Шевнина. М., 1994, 160 с.
3. Огильви А.А. Основы инженерной геофизики. Учебн. для вузов. / Под редакцией В.А.Богословского. -М.:Недра, 1990.- 501 с.
4. Калинин А.В., Калинин В.В., Пивоваров Б.Л. Сейсмоакустические исследования на акваториях. М., Недра, 1983, 204 с.
5. Зыков Ю.Д. Геофизические методы исследования криолитозоны. Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1999, 243 с.

#### - дополнительная литература:

1. В.А.Комаров. Электроразведка методом вызванной поляризации. Л. :Недра, 1980. 391 с.
2. В.А.Богословский, А.Д.Жигалин, В.К.Хмелевской. Экологическая геофизика. –М.: Изд-во МГУ, 2000. – 256 с.
3. Жданов М.С. «Электроразведка». -М.: Недра, 1986. 316 с.
4. Электрическое зондирование геологической среды. Часть 1. Прямые задачи и методика работ. // Под ред. В.К.Хмелевского и В.А.Шевнина. М., 1988, 176 с.
5. Геологические проблемы Московской агломерации. Сб. научн.тр./Под ред. Г.А.Голодковской, А.В.Калинина. – М.:Изд-во МГУ, 1991. –192с.
6. Черняк Г.Я. Электромагнитные методы в гидрогеологии и инженерной геологии. – М.: Недра, 198. -213 с.
7. Геоэкологическое обследование предприятий нефтяной промышленности. Под ред. проф.В.А. Шевнина доц.И.Н.Модина. –М.: РУССО, 1999. - 511 с.
8. Изучение подземных вод вулканических областей геофизическими методами/Минводхоз арм.ССР; НИИ водных проблем и гидротехники; Сост. Р.С.Минасян.- М.:Недра, 1989.- 198 с.
9. 6<sup>th</sup> International Conference on Archaeological Prospection. Proceedings. Extended Abstracts. National Research Council. Rome, Italy. September 14-17, 2005. 459 p.
10. Поиски и разведка подземных вод для крупного водоснабжения. Коллектив авторов. ВСЕГИНГЕО.М., Изд-во «Недра», 1969. -328 с.

**Б) Перечень программного обеспечения:**

**- лицензионное**

Список Res2DInv, IPI2Win, Surfer, Grapher, CorelDraw, CorelPhotoPaint.

**- нелицензионное и свободного доступа**

пакет программ Open Office, любые свободно распространяющиеся программы, требующиеся для освоения дисциплины.

**В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

- реферативная база данных издательства Elsevier: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

- Базы, реестры, справочники (свободный доступ, подписки)

**Г) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)**

- поисковая система научной информации [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

- электронная база научных публикаций [www.webofscience.com](http://www.webofscience.com)

**Д) Материально-технического обеспечение:**

Учебная аудитория с мультимедийным проектором

Компьютерный класс.

**9. Язык преподавания – русский.**

**11. Преподаватели:** ответственный за курс — Модин Игорь Николаевич, преподаватели: Модин Игорь Николаевич, Шевнин Владимир Алексеевич

**12. Разработчик программы:** профессор Модин Игорь Николаевич.