

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

«УТВЕРЖДАЮ»
и.о. декана Геологического факультета
чл.-корр. РАН _____/Н.Н.Еремин/
«__» _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Инженерная и техническая геофизика

Engineering and technical geophysics

Авторы-составители: Модин И.Н., Шевнин В.А.

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.

Цель и задачи дисциплины

Целью курса «Инженерная и техническая геофизика» является освоение студентами теоретических основ общих инженерно- геологических процессов, происходящих в верхней части разреза, и взаимодействие геологической среды с техногенными сооружениями, а также приобретение знаний проектирования геофизических работ, умения обрабатывать и интерпретировать геофизические материалы при решении инженерно-геологических и технических задач.

Задачей дисциплины является освоение знаний о строении грунтов на микроуровне, физико-химических процессах, происходящих в проводящих геологических средах, опасных геологических процессах, знаний методов, которые помогают решать инженерно-геологические и технические задачи, научить строить адекватные модели геологической среды, уметь моделировать прямые и обратные задачи геофизики для сложных сред, в которых располагаются искусственные сооружения.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В результате обучения по курсу "Инженерная и техническая геофизика" студенты-магистранты получают теоретические представления об особенностях инженерно-геологических и технических изысканий применительно к геофизическим исследованиям, аппаратуре и методике геофизической съемки, направлениям инженерной и технической геофизики, принципах и подходах при интерпретации геофизических данных при решении основных инженерно-геологических и технических задач.

На семинарских занятиях студенты знакомятся с расчетными методами анализа геофизических наблюдений в неоднородных средах, в которых протекают опасные геологические процессы и расположены технические объекты и выступают с докладами по темам рефератов.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный блок, модуля «Электроразведка», дисциплина по выбору. Курс – I, семестр – 2.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

обучающийся должен владеть базовыми естественно-научными, математическими и профессиональными знаниями в объеме вступительного экзамена в магистратуру, а также на знаниях дисциплин «Общая геология», «Геофизические методы исследования», «Теория геофизических полей», «Комплексирование геофизических методов», «Электроразведка неоднородных и анизотропных сред», «Экологическая геофизика», «Теория электромагнитных зондирований».

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

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями
ОПК-1.ММ. Способен применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль	ММ.ОПК-1. И-1. Использует на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность подготовки, при решении исследовательских и прикладных задач профессиональной	Знать: основы динамической и структурной геологии, инженерной геологии и геотехники, теории поля, основы электроразведки, георадиолокации, сейсморазведки и магниторазведки Уметь: выполнять полевые геофизические исследования, ставить и формулировать задачи, связанные с решением инженерно-геологических и геотехнических задач, пользоваться стандартным и прикладным

подготовки при решении задач профессиональной деятельности.	деятельности.	программным обеспечением, Владеть: стандартным и прикладным программным обеспечением
ПК-1.ММ. Способен самостоятельно проводить научные исследования с помощью современного оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.	ММ.ПК-1. И-1. Критически анализирует новейший отечественный и зарубежный опыт научно-исследовательских работ по тематике собственного исследования. ММ.ПК-1. И-2. Самостоятельно проводит научные исследования с помощью современного оборудования. ММ.ПК-1. И-3. Обрабатывает полученные результаты, формулирует выводы и рекомендации по использованию полученных результатов. ММ.ПК-1. И-4. Представляет результаты своей научной деятельности в письменной и устной форме (отчеты, статьи, доклады и презентации).	Знать: основные центры проведения исследований и отечественных и зарубежных специалистов по решению инженерно-геологических и геотехнических задач. Уметь: выполнять научные исследования с помощью современного оборудования Владеть: навыками обработки полученных результаты при решении инженерно-геологических и геотехнических задач, способностью формулировать выводы и рекомендации по использованию полученных результатов по итогам полевых и камеральных исследований.
ПК-4.ММ. Способен использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач.	ММ.ПК-4. И-1. Имеет представление о современных методах обработки и комплексной интерпретации информации, используемых для решения производственных задач (по направленности подготовки). ММ.ПК-4. И-2. Применяет методы обработки и комплексной интерпретации информации с использованием стандартных и специализированных программных пакетов.	Знать: основы обработки и интерпретации комплексных геофизических данных при решении инженерно-геологических и геотехнических задач. Уметь: использовать теоретические знания для выбора оптимальной методики интерпретации геофизических данных для решения инженерно-геологических и геотехнических задач Владеть: методами обработки и интерпретации данных электроразведки с учётом априорной геолого-геофизической информации

4. Объем дисциплины составляет 3 з.е.(108 академ. часов), в том числе 52 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (36 часов – занятия лекционного типа, 16 часов – занятия семинарского типа), 56 академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

5. Формат обучения лекционные и семинарские занятия, лабораторные работы. 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) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	Подготовка доклада, реферата	Расчетно - графические работы	Всего
Введение.	6	2		2	2	2	4
Раздел 1. Особенности инженерно-геологических и геотехнических геофизических исследований.	30	12	4	16	8	6	14
Раздел 2. Аппаратура и методика.	30	10	6	16	6	8	14
Раздел 3. Направления инженерной и технической геофизики. Принципы и подходы при интерпретации данных инженерно-геофизической съемки и съемки на технических объектах.	32	12	6	18	8	6	14
Всего	98	36	16	52	24	22	46
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	10	<i>Устный зачет</i>			10		
Итого	108	52			56		

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Введение

Указывается место дисциплины в ООП. Структура курса. *Геологическая среда* как предмет исследования инженерной геофизики. *Взаимодействие инженерно-геотехнических объектов с геологической средой* как предмет исследования технической геофизики. *Экзотехносфера* как верхняя часть геологической среды с максимальной мощностью 100м (превалирование внешних, экзогенных природных процессов, которые накладываются на деятельность человека). *Эндотехносфера* как нижняя часть геологической среды с максимальной мощностью 100м (превалирование внутренних, эндогенных природных процессов, которые накладываются на деятельность человека). Эффективность изучения геологической среды определяется правильным выбором комплекса геофизических методов и созданием адекватной *физико-геологической модели (ГСС, 2D- и 3D- среды, градиентные среды)*. Трудности в инженерной геофизике связаны с *техническими* (электромагнитные и акустические поля промышленного происхождения), *природными* (электромагнитные и акустические поля природного происхождения) и геологическими помехами (небольшие приповерхностные неоднородности практически неизменные во времени и сильно осложняющие ФГМ). Общее понятие о *массиве горных пород* как о структурно обособленной части геологической среды, на которую воздействует или будет воздействовать сооружение.

Краткие исторические сведения об изучении объектов технической геофизики, физических свойств вмещающей геологической среды и технических подземных сооружений. Становление технической геофизики в России, ее роль и место в современной геологической науке.

Раздел 1. Особенности инженерно-геологических и геотехнических исследований

Особенности выполнения инженерных геофизических исследований:

- большой объем априорной информации и жесткий внутренний и внешний контроль результатов полевой съемки и результатов интерпретации,
- требование высокой точности и высокой разрешающей способности геофизических методов при высоком уровне промышленных, электромагнитных помех и высоком уровне приповерхностных геологических помех, большое количество инженерных сетей, мешающих работе,
- пространственная стесненность в городах и промышленных площадках, невозможность размещения установок непосредственно над объектом, ограниченность площадок по размерам для достижения требуемой глубинности,
- многостадийность в интерпретации данных и требование высокой скорости выполнения работ вне зависимости от условий проведения работ,
- широкий спектр задач и ограниченность возможностей геофизики.

В курсе рассматриваются электрические и ЭМ свойства грунтов, а также факторы, влияющие на эти свойства, такие как пористость, влажность и минерализация поровой влаги, ионообменная емкость грунта, зернистость, размеры пор, зона аэрации и полного водонасыщения, капиллярная кайма, коррозионная опасность. Грунт может быть не только неоднородным, но и анизотропным. Одним из элементов оценки степени уязвимости грунтов является оценка коэффициента фильтрации, методы электроразведки дают возможность такой быстрой оценки на обширных территориях, например, по степени глинистости грунта.

Удельное электрическое сопротивление ГП. Связь электрических параметров с физико-механическими и водными свойствами ГП для каждого района исследований. Эмпирические формулы для литологии, глинистости и пластичности по Шарапанову, Черняку и Барону. Определение коэффициента глинистости K_g по известному

сопротивлению толщи переслаивания песка, сопротивлению песка и сопротивлению глин при равной мощности слоев. Определение коэффициента общей пористости K_p через электрический параметр пористости (например, один из простейших вариантов $P=0.6/K_p^{2.15}$, где $P=\rho/\rho_b$). Определение водоотдачи (открытой пористости) через коэффициент глинистости, сопротивление водонасыщенных песков, сопротивление глин и сопротивление песчано-глинистой толщи. Определение коэффициента фильтрации через коэффициент влагопроводности в зоне аэрации и коэффициент влажности. Определение общей минерализации подземных вод по сопротивлению воды.

Характеристика возбуждаемых и измеряемых электромагнитных полей 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.

Физические модели среды и типы упругих волн. Продольные и поперечные волны. Поверхностные волны Рэлея. Поверхностные волны Лява. Коэффициент поглощения и декремент поглощения. Три упругие волны, возникающие в анизотропной среде.

Сейсмические и сейсмоакустические волновые поля: основы малоуглубинной сейсморазведки, способы возбуждения упругих колебаний, форма и тип волн, возбуждаемый этими системами, методики съемки, 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 геофизических исследований при решении инженерно-геологических и технических задач

Современная отечественная и зарубежная электроразведочная аппаратура 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.

В технической геофизике часто рассматриваются положения трехмерных объектов в геологической среде. Для определения их местоположения существует несколько методик - метод срединного градиента (СГ), метод двух составляющих (МДС), векторная съемка (ВИЭП), 2D и 3D электротомография (ЭТ).

Обзор сейсмической аппаратуры и оборудования для наземных измерений: технические средства и способы возбуждения, приема и регистрации упругих волн при сейсмических исследованиях. Особенности скважинных измерений. Современные направления в развитии сейсмической аппаратуры. Примеры и особенности отечественной и зарубежной аппаратуры.

Раздел 3. Направления инженерной и технической геофизики. Принципы и подходы в интерпретации геофизических данных при решении инженерно-геологических и геотехнических задач

Направления инженерной геофизики:

Литологическое расчленение массивов горных пород. Комплекс сейсмических, электроразведочных и магнитометрических методов. Расчленение грунтов с помощью электроразведки на пески, супеси, суглинки, глины и скальные грунты с невысокой точностью определения мощностей из-за действия принципа эквивалентности. Структурное расчленение песчано-глинистого разреза, и картирование кровли скальных грунтов по сейсморазведке с высокой точностью по глубинам. Картирование зон разрывных нарушений по магниторазведке.

Геофизические исследования карстово-суффозионных процессов. Карстующиеся породы и признаки их присутствия. Стадии развития и формы встречающегося карстового процесса. Задачи, которые ставятся перед геофизическими исследованиями при исследованиях карстующихся пород. Комплекс геофизических методов при изучении состояния карстующихся пород: георадар, вертикальные электрические зондирования и профилирование, становление поля, сейсморазведка, естественное поле. Примеры выполнения геофизических исследований при картировании карста.

Геофизика на оползнях. Структура и типы оползней. Стадии развития оползневого процесса. Физическое состояние и свойства грунтов на оползнях. Геофизические методы исследования оползней. Методика геофизических исследований на оползнях. Примеры геофизических исследований на оползнях.

Геофизические методы обнаружения и картирования малоамплитудных тектонических нарушений и зон повышенной трещиноватости. Геологическое строение и физическая модель малоамплитудного тектонического нарушения. Геофизическое картирование малоамплитудных тектонических нарушений на подрабатываемых территориях крупных городов. Примеры картирования малоамплитудных нарушений в Восточной Украине.

Геофизические методы при изучении плавунных песков. Плавунные грунты – угроза для строительства наземных и подземных сооружений. Формы залегания плавуннов. Электромагнитные и упругие свойства плавунных песков. Геофизические методы при картировании плавуннов.

Геофизические исследования при изучении зоны выветривания. Физико-геологические модели зон выветривания. Моделирование зон выветривания. Постепенное уменьшение трещиноватости с глубиной. Мозаичность зон выветривания.

Направления технической геофизики

Магистральные трубопроводы, водопроводные трубы, силовые кабели и кабели связи в земле подвергаются агрессивному воздействию среды. Существуют разные и довольно развитые технические методы для обнаружения, локализации линейных сооружений, оценки их технического состояния и прогноз их срока жизни.

Одной из распространенных задач технической геофизики является оценка глубины заложения свай и фундаментов. Такие оценки опираются на теорию, на сложившиеся методики, приемы обработки и интерпретации результатов измерений.

Человек окружает себя транспортной сетью - дорогами, сопровождаемыми тоннелями и мостами. Период безопасной эксплуатации транспортных сетей зависит от качества изысканий перед их сооружением, от контроля их технического состояния и своевременного ремонта, а также от оценки качества после ремонта.

Сильные техногенные загрязнения геологической среды возникают под влиянием свалок бытовых и промышленных отходов и хвостохранилищ вблизи разработки месторождений полезных ископаемых. Рассматривается масштаб проблемы, степень влияния на здоровье человека, на флору и фауну, подземные и поверхностные воды.

Утечки из водоемов и водопроводных сетей приводят к потерям питьевой воды и к переувлажнению грунта, которое может вести к росту коррозионной агрессивности грунта, росту сейсмической опасности, провоцирование карстовых и суффозионных явлений. Поэтому средства контроля за процессами утечек представляют собой важную задачу технической геофизики.

Блуждающие токи, уходящие из линий электропередач, из систем электрического транспорта (трамвай, поезд) и мощных заземлений являются источниками помех и вызывают ускоренную коррозию труб и кабелей в зоне действия блуждающих токов. Рассматриваются методы и принципы выявления блуждающих токов, система мониторинга за этим опасным явлением и меры, направленные на уменьшение вреда от его воздействия.

Содержание семинаров

1. Построение ФГМ различных технических объектов, расчеты аномальных эффектов.
2. Построение ФГМ различных инженерно-геологических разрезов, расчеты аномальных эффектов.
3. Оценка разрешающей способности геофизических методов при обнаружении технических объектов различных типов
4. Типичные геотехнические сооружения и объекты в технической геофизике
5. Типичные объекты, в которых идут опасные геологические процессы
6. Методика геофизических наблюдений при решении инженерно-геологических задач
7. Методика геофизических наблюдений при решении геотехнических задач
8. Проявление верхнего техногенного слоя.

. 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 заслушивании докладов по темам рефератов.

Примерный перечень вопросов (тестов) для проведения текущего контроля:

1. Определение термина *Геологическая среда, Экзотехносфера, Эндотехносфера* и физико-геологические модели в инженерной геофизике. Природа помех в инженерной геофизике. Массив горных пород. Особенности инженерно-геологических исследований.
2. Удельное электрическое сопротивление ГП. Связь электрических параметров с физико-механическими и водными свойствами ГП
3. Характеристика возбуждаемых и измеряемых электромагнитных полей в методах постоянного тока и низкочастотного поля.
4. Современная отечественная и зарубежная электроразведочная аппаратура для наземных исследований
5. Физические модели среды и типы упругих волн.
6. Сейсмические и сейсмоакустические волновые поля: основы малоуглубинной сейсморазведки, способы возбуждения упругих колебаний, форма и тип волн, возбуждаемый этими системами, методики съемки.
7. Обзор сейсмической аппаратуры и оборудования для наземных измерений: технические средства и способы возбуждения, приема и регистрации упругих волн при сейсмических исследованиях.
8. Особенности скважинных сейсмических наблюдений.
9. Современные направления в развитии сейсмической аппаратуры.
10. Литологическое расчленение массивов горных пород.

11. Геофизические исследования карстово-суффозионных процессов.
12. Геофизика на оползнях.
13. Геофизические методы обнаружения и картирования малоамплитудных тектонических нарушений и зон повышенной трещиноватости.
14. Геофизические методы при изучении плавунных песков.
15. Геофизические исследования при изучении зоны выветривания.

Примерный перечень тем докладов:

1. Геофизические исследования карста.
2. Геофизические исследования на оползнях.
3. Геофизические поиски малоамплитудных тектонических нарушений.
4. Геофизические исследования плавунных песков.
5. Азимутальные измерения в электроразведке.
6. Векторные измерения в электроразведке.
7. Измерения магнитного поля на постоянном токе.
8. Электроразведка в геофизическом комплексе при решении инженерно-геологических задач.
9. Геофизика и строительство.
10. Геофизика в городах и на промышленных предприятиях.
11. Электроразведка при изысканиях на транспорте
12. Утечки воды из водоемов и трубопроводов
13. Блуждающие токи

Примерный перечень тем рефератов:

1. Электрическое сопротивление терригенных и скальных грунтов.
2. Связь удельного сопротивления с физико-механическими свойствами грунтов.
3. Диэлектрическая проницаемость терригенных и скальных грунтов.
4. Поляризуемость терригенных и скальных грунтов.
5. Упругие свойства терригенных и скальных грунтов.
6. Результаты сейсморазведки и физико-механические свойства грунтов.
7. Электромагнитные свойства воды и сезонные изменения свойств воды.
8. Диэлектрическая проницаемость мерзлых грунтов.
9. Электрическое сопротивление, ВП и СВП и их связь с петрофизическими свойствами грунтов.
10. Анизотропия электрического сопротивления и ее роль при инженерно-геологических задачах.
11. Оценка технического состояния магистральных трубопроводов
12. Глубина фундаментов и свайных конструкций
13. Плотины на свалках, золоотвалах и хвостохранилищах

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации (зачете):

Вопросы по 1 части.

1. Методы изучения технического состояния и качества изоляции трубопроводов.
2. Измерения тока в трубопроводе с помощью одной и двух магнитных антенн.
3. Изменения потенциала и тока вдоль трубопровода, как их измеряют?
4. Определение сопротивления изоляции трубопровода.
5. Измерение электрического и магнитного поля вблизи зоны нарушения изоляции трубопровода; отличия, преимущества и недостатки.
6. Основные количественные параметры качества изоляции трубопроводов.

7. Необходимость изучения блуждающих токов и методики их изучения. Измерительная схема и критерии наличия блуждающих токов
9. Методика электроразведки в горных выработках угольных месторождений. Что нужно изучать и какая методика изучения.
10. Идея и методика измерений глубины железобетонных свай электроразведкой.
11. Утечки воды через плотины, из водохранилищ, рек и каналов. Геофизические методы выявления утечек.
12. Геофизические исследования дорожных насыпей ж/д и автодорог. Специфика применения геофизических методов на таких объектах.
13. Характеристика неразрывавшихся объектов (УХО) и геофизические методы их поиска.
14. Тоннели через госграницы и их выявление геофизическими методами
15. По каким изменениям физических свойств грунтов определяют зрелое нефтяное загрязнение?
16. Какие задачи решает петрофизическое моделирование на зрелых нефтяных загрязнениях?
17. Изменения порового пространства на участках зрелых нефтяных загрязнений и физические признаки таких загрязнений
18. Методы электроразведки для картирования зрелых нефтяных загрязнений.

Вопросы по 2 части

1. Определение, что такое инженерная геофизика и предмет исследования в инженерной геофизике.
2. Модели сред, трудности и основные задачи, которые решаются в инженерной геофизике. Специфика инженерно-геофизических исследований на территории городов и крупных предприятий.
3. Инженерно-геологическое бурение, инженерно-геологические исследования и геофизика.
4. Основные задачи, которые решает инженерная геофизика.
5. Карст. Виды карста. Карст как опасное геологическое явление. Карст и суффозия. Основные карстовые районы на европейской территории России. Геолого- геофизическая модель среды при наличии карста и развивающейся суффозии.
6. Развитие карстового процесса и суффозии. Что мы увидим в электрическом поле для разных стадий развития карстово-суффозионного процесса.
7. Комплекс геофизических методов при изучении карста.
8. Приуроченность карста к зонам тектонических нарушений. Методика электротомографических исследований при картировании карста.
9. Оползни, их строение, классификация. Геолого-геофизическая модель оползня.
10. Геофизические, инженерно-геологические и геодезические методы исследования оползней.
11. Строение оползневого склона возле Большого трамплина на Красной Поляне и на Воробьевых Горах по геофизическим данным.
12. Зоны малоамплитудных тектонических нарушений (МТН). Геолого-геофизическая модель строения МТН.
13. Геологические признаки выделения зон тектонических нарушений и комплекс геофизических методов при изучении зон тектонических нарушений. Электрическая анизотропия МТК.
14. Зачем и как картируют МТН в условиях Донбасса. Зачем изучают разломы в Южной Якутии и каким геофизическим комплексом.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (зачет).

Оценка результатов обучения, соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания (устный опрос, реферат)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (устный опрос, реферат)	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности) (устный опрос, реферат)	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

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. Ляховицкий Ф.М., Хмелевской В.К., Ященко З.Г. Инженерная геофизика. –М.: Недра, 1989.- 252 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. Колесников В.П.Основы интерпретации электрических зондирований. - М.:Научный мир, 2007.- 248 с.
5. Жданов М.С. «Электроразведка». -М.: Недра, 1986. 316 с.
6. Заборовский А.И. Электроразведка. М.: Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1963. — 429 с.
7. Калинин А.В., Калинин В.В., Пивоваров Б.Л. Сейсмоакустические исследования на

- акваториях. М., Недра, 1983, 204 с.
8. В.А.Комаров.Электроразведка методом вызванной поляризации. Л.:Недра, 1980. - 391с.
 9. Никитин В.Н. Основы инженерной сейсмологии. – М., Изд-во МГУ, 1981, -176 с.
 10. Владов М.Л., Судакова М.С. Георадиолокация. От физических основ до перспективных направлений. Учебное пособие. – М.: Изд-во «ГЕОС», 2017. - 240 с.
 11. СП 47.13330.2016 СВОД ПРАВИЛ ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. Основные положения. Engineering survey for construction. Basic principles. ОКС 91.040.01. Дата введения 2017-07-01
 12. Инструкция по электроразведке: наземная электроразведка, скважинная электроразведка, шахтно-рудничная электроразведка, аэроэлектроразведка, морская электроразведка /Министерство геологии СССР. Утверждена Министерством геологии СССР 24 декабря 1981 г. Л., «Недра», 1984, -584 с.
 13. Зыков Ю.Д. Геофизические методы исследования криолитозоны: Учебник.-М.: Изд-во МГУ, 2007.- 272 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

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

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

- поисковая система научной информации www.scopus.com

- электронная база научных публикаций www.webofscience.com

Д) Материально-техническое обеспечение:

Учебная аудитория с мультимедийным проектором

Компьютерный класс.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватели: Ответственный за курс — Модин Игорь Николаевич, преподаватели: Модин Игорь Николаевич, Шевнин Владимир Алексеевич

11. Разработчик программы: - Модин Игорь Николаевич.