

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

Дополнительные главы инженерной геофизики

Автор-составитель: Д.К.Большаков

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

**Направленность (профиль) ОПОП: Гидрогеология, инженерная геология,
геокриология**

Магистерская программа: Инженерная геология

Форма обучения:

Очная

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

Москва 20__

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год приема на обучение – 2019.

Цель и задачи дисциплины

Цель – теоретическое освоение основ инженерно-геофизических исследований, ознакомление с современными достижениями в области инженерной геофизики.

Задачи: приобретение знаний и профессиональных навыков в области геофизических исследований гидрогеологических скважин; ознакомление с методами комплексной обработки информации при решении задач инженерной геологии; знакомство с методами проектирования и проведения комплексных дистанционных, наземных, аквальных и скважинных геофизических исследований при решении инженерно-геологических задач.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, курс – I магистратуры, семестр – 2.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Высшая математика», «Информатика», «Физика», «Геофизические методы исследования».

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

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

ОПК-2.М Способность самостоятельно формулировать цели работы, устанавливать последовательность решения профессиональных задач (формируется частично);

ОПК-3.М Способность в процессе решения профессиональных задач самостоятельно получать, интерпретировать и обобщать результаты, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию (формируется частично);

ОПК-4.М Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки (формируется частично);

ОПК-6.М Способность представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности (формируется частично);

ПК-4.М Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии (формируется частично);

ПК-9.М Способность использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач (формируется частично);

ПК-12.М Способность самостоятельно составлять проекты научно-исследовательских/научно-производственных работ (формируется частично);

ПК-13.М Готовность к проектированию комплексных научно-исследовательских/научно-производственных геологических работ (формируется частично);

СПК-2.М Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научно-исследовательских и практических работ в области малоглубинной геофизики и решать их с помощью комплекса геофизических методов с использованием междисциплинарных знаний и современной аппаратуры, оборудования и информационных технологий и современного отечественного и зарубежного опыта (формируется частично).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: историю развития инженерной геофизики и ее место среди естественных наук; теоретические основы инженерно-геофизических исследований, современные достижения в области инженерной геофизики; основные методы дистанционных, наземных, аквальных и скважинных геофизических исследований; современные методы комплексной обработки информации при решении задач инженерной геофизики;

Уметь: использовать методы комплексной интерпретации данных дистанционных, наземных, аквальных и скважинных геофизических исследований при решении инженерно-

геологических задач; проектировать полевые инженерно-геофизические работы с использованием целевых инженерно-геофизических комплексов;

Владеть: профессиональными навыками в области использования геофизической информации при исследовании инженерно-геологических скважин; принципами построения и использования физико-геологических и геофизических моделей при проектировании и проведении комплексных инженерно-геологических и геофизических исследований.

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия.

5. Объем дисциплины составляет 3 з.е., в том числе 39 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (13 часов – занятия лекционного типа, 26 часов – занятия семинарского типа), 69 академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

6. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс предоставляет возможность профессионального овладения современными проблемами, методикой эксперимента и прогрессивными технологиями комплексной обработки и интерпретации в области инженерной геофизики. Рассматриваются объект, предмет, области применения инженерной геофизики как прикладного раздела геофизики. История развития инженерной геофизики, ее место среди естественных наук и геологических дисциплин, задачи исследований. Рассматриваются аналитические и корреляционные связи между геофизическими и инженерно-геологическими свойствами и параметрами. Геофизические методы и комплексы методов, применяемые на разных уровнях и стадиях инженерно-геологических исследований. Комплексная обработка и интерпретация геофизических данных.

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	
Раздел 1. Введение		1			1	
Раздел 2. Физические свойства горных пород и подземных вод. Аналитические и корреляционные взаимосвязи между инженерно-геологическими и геофизическими параметрами.		2	4	1	7	Устный опрос, 6 ч.
Раздел 3. Аэрокосмические методы инженерно-геофизических исследований в видимом и невидимом диапазонах спектра		1	2	1	4	Контрольная работа, 7 ч.
Раздел 4. Наземные и авральные геофизические методы при решении инженерно-геол. задач		2	4	2	8	Собеседование, 7 ч.
Раздел 5. Геофизические исследования инженерно-геологических скважин. Методы каротажа при решении инженерно-геол. задач		3	3	1	7	Представление практических работ, Контрольная работа, 6 ч.
Раздел 6. Принципы комплексирования геофизических методов при решении инженерно-геологических задач. Проектирование целевого инженерно-геофизического комплекса		1		2	3	Представление рефератов, Контрольная работа, 6 ч.
Раздел 7. Целевые геофизические комплексы при проведении разномасштабных инженерно-геологических съёмок при изучении массивов горных пород		2		2	4	Представление рефератов, 6 ч.
Раздел 8. Целевые геофизические комплексы при изучении эндогенных и экзогенных геологических процессов		1		2	3	Представление рефератов, 6 ч.
Раздел 9. Геофизические методы при решении задач экологической геологии			5	2	2	Собеседование, 6 ч.
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>		13	13	13	39	19 часов
Итого	108	39				30

Содержание разделов дисциплины:

1. Введение

- 1.1. Инженерная геофизики – раздел прикладной геофизики, находящийся на стыке геофизики и инженерной геологии.
- 1.2. Объект, предмет, области применения инженерной геофизики. Основные разделы инженерной геофизики
- 1.3. Задачи инженерно-геофизических исследований. История развития инженерной геофизики и ее место среди естественных наук и геологических дисциплин.

Раздел включает информацию, необходимую для понимания лекций, практических занятий и самостоятельной работы. Рассматривается история развития инженерной геофизики. Даются ссылки на источники основной и дополнительной литературы.

2. Физические свойства и параметры горных пород и подземных вод. Аналитические и корреляционные взаимосвязи между инженерно-геологическими и геофизическими параметрами

- 2.1. Электромагнитные свойства: удельное электрическое сопротивление ($UЭС$), диэлектрическая и магнитная проницаемость, электрохимическая активность, поляризуемость.
- 2.2. Сейсмические свойства и параметры: упругие модули, скорости продольных и поперечных волн, поглощение упругих волн.
- 2.3. Магнитные и гравитационные свойства: магнитная восприимчивость, намагниченность, плотность, ускорение силы тяжести.
- 2.4. Ядерно-физические свойства: естественная радиоактивность, поглощение, замедление и рассеяние гамма-лучей и нейтронов.
- 2.5. Тепловые свойства и параметры: теплопроводность, теплоёмкость, температуропроводность, температурный градиент, тепловой поток.
- 2.6. Аналитические и корреляционные связи между геофизическими и инженерно-геологическими свойствами и параметрами: плотность, пористость, влажность, проницаемость, минерализация воды, гранулометрический состав, глинистость. Использование геоэлектрических аналогов фильтрационных свойств при моделировании.

В данном разделе рассматриваются геофизические, гидрогеологические, инженерно-геологические свойства и параметры, составляющие петрофизической и физико-геологической моделей. Показаны связи свойств и параметров полей, применение для построения моделей.

3. Аэрокосмические методы исследований в видимом и невидимом диапазонах спектра

- 3.1. Аэрокосмические методы исследований в видимом диапазоне спектра: космо- и аэрофотосъёмки (КФС и АФС), различных масштабов, телевизионная съёмка (ТВС). Принципы дешифрирования фотоизображений. Разрешающая способность и обзорность фотосъёмки.
- 3.2. Аэрокосмические методы исследований в невидимом диапазоне спектра: инфракрасная (ИКС, ТАС); радиотепловая (РТС), радиолокационная (РЛС), многозональная (МС), ультрафиолетовая (УС) космосъёмки. Радиационная (ГС), магнитная (МГС), гравитационная (ГГС) аэросъёмка. Лидарная съёмка (ЛС), альтиметрия.
- 3.3. Использование дистанционных данных при проектировании наземных геофизических работ.

Раздел посвящен технологическим комплексам, использующимся для получения разнородной многоуровневой геоинформации по системе «космос – воздух – земля (вода) – скважина». Рассмотрены геофизические методы, их комплексы и последовательность их применения. Приведены примеры технологических комплексов для различных уровней сбора геоинформации.

4. Наземные и аквальные геофизические методы при решении инженерно-геологических задач

4.1. Наземные геофизические методы. Методы электроразведки. Использование естественных и искусственных электрических полей. Методы профилирования (ЭП, ИП, ДП) и зондирования (ВЭЗ, ДЭЗ, СЭЗ, ЧЗ, ЗСБ, МТЗ) на переменном и постоянном токе. Примеры решаемых задач.

4.2. Наземные геофизические методы. Сейсморазведка методами преломлённых (МПВ) и отражённых (МОВ) волн. Сейсмопрофилирование, сейсмозондирование. Решаемые задачи.

4.3. Наземные геофизические методы. Магниторазведка и гравиразведка. Ядерно-физические методы (гамма-съёмка, эманационная съёмка).

4.4. Аквальные геофизические методы. Аквальный геофизический комплекс при исследованиях, выполняемых с движущегося судна: НСП, ЕП, НДОЗ, резистивиметрия, термометрия.

4.5 Аквальные геофизические методы. Аквальный геофизический комплекс, выполняемый при пешеходной съёмке («русовая геофизика»): ЕП, придонная резистивиметрия, термометрия придонных грунтов. Использование аквальных геофизических методов при решении инженерно-геологических задач.

В разделе рассмотрены методы наземной геофизики и комплексы аквальных методов используемых при измерениях с движущегося судна и при пешеходной съёмке. Приведены практические примеры решения инженерно-геологических, гидрогеологических и экологических задач.

5. Геофизические исследования инженерно-геологических скважин. Методы каротажа и скважинной геофизики при решении инженерно-геологических задач

5.1. Методы каротажа скважин: электрокаротаж (ПС, КС, МЗ, БКЗ, БК, ИК, ДК, РЗМ), акустический каротаж (АК), радиоактивный каротаж (ГК, ГГК, ННК, НГК), термокаротаж (ТК), кавернометрия (КМ), технические методы каротажа.

5.2. Методы каротажа при изучении динамики подземных вод, оценке скоростей фильтрации и минерализации пластовых вод. Определение пористости пород методами каротажа. Определение пластового давления.

5.3. Комплексная интерпретация данных каротажа при документации геологического разреза, выделении водоносных горизонтов и водоупоров, оценке проницаемости пластов, оценке водно-физических свойств пород. Корреляция разрезов скважин по данным каротажа. Определение водопритоков и поглощений в скважине.

5.4. Методы скважинной геофизики: метод заряженного тела (МЗТ), метод межскважинного прозвучивания (МП). Определение направления и действительной скорости движения подземных вод методом МЗТ. Определение пластовых неоднородностей методом МП.

Приведен обзор методов каротажа и скважинной геофизики. Рассмотрены области применения скважинных методов и их комплексов. Приведены практические примеры комплексной интерпретации данных каротажа.

6. Принципы комплексирования геофизических методов при решении инженерно-геологических задач. Проектирование целевого инженерно-геофизического комплекса

6.1. Определение целевого геофизического комплекса. Принципы формирования оптимального (рационального) геофизического комплекса при решении инженерно-геологических задач.

6.2. Понятие физико-геологической модели (ФГМ). Виды ФГМ. Геологическая информативность целевого геофизического комплекса.

6.3. Экономическая эффективность целевого геофизического комплекса. Последовательность проектирования целевого инженерно-геофизического комплекса с использованием априорной ФГМ объекта исследований.

6.4. Практические примеры.

Раздел посвящен комплексированию геофизических методов при решении инженерно-геологических задач. Рассмотрены принципы формирования оптимального комплекса геофизических методов. Приведены примеры построения комплекса для решения практических задач.

7. Целевые геофизические комплексы при проведении разномасштабных инженерно-геологических съёмок, при изучении массивов горных пород

7.1. Состав и последовательность применения целевых геофизических комплексов при проведении мелко-, средне- и крупномасштабных инженерно-геологических съёмок.

7.2. Целевые геофизические комплексы при изучении массивов рыхлых и скальных горных пород: дистанционные, наземные, аквальные, скважинные геофизические методы при изучении литологического состава, трещиноватости, обводнённости, прочностных свойств массивов.

7.3. Использование геофизической информации при переходе от образца к массиву. Масштабный фактор.

Рассматриваются методика, стадийность и особенности применения целевых геофизических комплексов при изучении массивов горных пород и при выполнении разномасштабных инженерно-геологических съёмок.

8. Целевые геофизические комплексы при изучении эндогенных и экзогенных геологических процессов

8.1. Целевые геофизические комплексы при изучении эндогенных геологических процессов. Микросейсмораионирование. Изучение природных и техногенных землетрясений, цунами, вулканизма.

8.2. Целевые геофизические комплексы при изучении экзогенных геологических процессов. Изучение оползней, селей, карста, криогенных процессов.

8.3. Инженерно-геофизический прогноз опасных природных и техногенных геологических процессов.

Обобщен опыт применения комплексов геофизических методов и их комплексов при проведении исследований связанных с изучением геологических процессов и их последствий. Рассмотрены особенности применения геофизических методов для решения задач прогноза, мониторинга, изучения последствий развития геологических процессов.

9. Геофизические методы при решении задач экологической геологии

9.1. Понятия геофизической экологии и экологической геофизики. Аномалии природных и техногенных геофизических полей, оказывающих воздействие на фитоценозы, биоту и здоровье человека.

9.2. Эколого-геофизическое районирование территорий с использованием Эколого-геофизических моделей (ЭГМ) техногенного физического воздействия на геологическую среду.

9.3. Эколого-геофизическое картографирование техногенного загрязнения геологической среды.

9.4. Практические результаты применения русловой геофизики и электротомографии для изучения строения речных придонных отложений с целью оценки последствий устройства и эксплуатации водозабора подземных вод.

9.5. Результаты исследований полигонов бытовых отходов и хвостохранилищ методами электроразведки.

9.6. Применение метода электротомографии для изучения опасных катастрофических процессов (причин активизации, изменения интенсивности, последствий).

9.7. Результаты практического применения геофизических методов при решении экологических задач.

Последний раздел посвящен результатам практического применения геофизических методов для решения экологических задач. На различных примерах рассмотрены возможности практического применения геофизических методов и их

комплексов, для решения широкого круга задач экологической геологии. Приведены данные полевых измерений и результаты геологической интерпретации с использованием априорной геологической информации. Рассмотрены особенности методики применения геофизических методов в комплексе с инженерно-геологическими исследованиями, бурением, геохимическим опробованием. Сделаны выводы об эффективности использования комплексов геофизических методов. Даны практические рекомендации для проектирования и проведения комплексных эколого-геофизических исследований.

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 тем рефератов

- (1) Дистанционные методы в видимом и невидимом диапазонах спектра.
- (2) Аквальные и наземные технологические комплексы инженерной геофизики.
- (3) Методы каротажа и скважинной геофизики.
- (4) Геофизические методы при изучении массивов горных пород.
- (5) Целевой геофизический комплекс при изучении карста.
- (6) Геофизический мониторинг оползневых процессов.
- (7) Целевой геофизический комплекс при изучении мерзлых пород.
- (8) Геофизические методы при картографировании химического загрязнения верхней части разреза.
- (9) Геофизические методы при изучении активных геодинамических зон (АГЗ)?
- (10) Геофизический мониторинг инженерных сооружений.
- (11) Комплексирование геофизических методов при изучении техногенного загрязнения геологической среды.

Примерный перечень контрольных вопросов при проведении контрольных работ и промежуточной аттестации (зачет):

- (1) Объекты исследования, предмет и задачи инженерной геофизики.
- (2) Аналитические и корреляционные связи между геофизическими и инженерно-геологическими свойствами и параметрами.
- (3) Дистанционные геофизические методы в инженерной геологии.
- (4) Методы электроразведки в инженерной геологии.
- (5) Сейсмические, гравитационные, магнитные и ядерно-физические методы при решении инженерно-геологических задач.
- (6) Аквальные геофизические методы в инженерной геологии.
- (7) Методы каротажа и скважинной геофизики: применение в инженерной геологии.
- (8) Методы электрокаротажа в инженерной геологии.
- (9) Определение пористости пород методами каротажа.
- (10) Методы изучения влажности горных пород.
- (11) Понятие о ФГМ объекта исследований, априорные и рабочие ФГМ.
- (12) Принципы целевого комплексирования геофизических методов при решении инженерно-геологических задач.
- (13) Методы оценки геологической информативности и экономической эффективности целевого геофизического комплекса.
- (14) Изучение массивов рыхлых горных пород геофизическими методами.
- (15) Изучение массивов скальных горных пород геофизическими методами.
- (16) Геофизические методы при проведении инженерно-геологических съемок.
- (17) Геофизические методы при изучении карста.
- (18) Геофизические методы при изучении оползневых процессов.
- (19) Геофизические методы при изучении мерзлых пород.
- (20) Геофизические методы при изучении загрязнения геологической среды.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты Обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: истории развития инженерной геофизики и ее место среди естественных наук; теоретических основ инженерно-геофизических исследований, современных достижений в области инженерной геофизики; основных методов дистанционных, наземных, аквальных и скважинных геофизических исследований; современных методов комплексной обработки информации при решении задач инженерной геофизики;	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: использовать методы комплексной интерпретации данных дистанционных, наземных, аквальных и скважинных геофизических исследований при решении инженерно-геологических задач; проектировать полевые инженерно-геофизические работы с использованием целевых инженерно-геоф. комплексов;	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное умение
Владения: Профессиональными навыками в области использования геофизической информации при исследовании инженерно-геологических скважин; принципами построения и использования физико-геологических и геофизических моделей при проектировании и проведении комплексных инженерно-геологических и геофизических исследований.	Навыки владения методами отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки использования методов.	Владение методами, использование их для решения задач

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Геофизика: учебник / Под ред. В.К. Хмелевского. – КДУ, 2007.
2. Горбачёв Ю. И. Геофизические исследования скважин: Уч. для вузов. М.: Недра, 1990.

- дополнительная литература:

1. Богословский В.А., Жигалин А.Д., Хмелевской В.К. Экологическая геофизика. М., Изд-во Моск. ун-та, 2000.
2. Богословский В.А., Горбачёв Ю. И. и др. Геофизические методы исследования / Под ред. В.К. Хмелевского. М.: Недра, 1988.
3. Огильви А.А. Основы инженерной геофизики. /Под ред. В.А. Богословского. М.: Недра, 1990.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватели – Д.К. Большаков, П.Ю. Паленов

11. Автор программы – Д.К. Большаков