

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

УТВЕРЖДАЮ

**Декан Геологического факультета
академик**

_____/Д.Ю.Пушаровский/

« ____ » _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Геофизические методы исследования многолетнемерзлых пород

Автор-составитель: Кошурников А.В.

Уровень высшего образования:

Магистратура (ИМ)

Направление подготовки: 05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Гидрогеология, инженерная геология, геокриология

Магистерская программа:

«Геокриология»

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учебно-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № _____, _____)

Москва

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» (*программа магистратуры, реализуемая последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год приема на обучение – 2019.

© 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 «Геофизические методы исследования многолетнемерзлых пород» является приобретение студентами знаний о физических и математических основах геофизики, об основных закономерностях формирования свойств горных пород при положительных и отрицательных температурах.

Задачи – формирование представлений о свойствах горных пород: магнитных, электрических, плотностных, скоростях распространения и поглощения упругих волн; получение представлений о зависимости этих свойств от литологического состава, влажности, льдистости, содержания и состава солей, криогенного строения мерзлых пород в широком диапазоне отрицательных температур; приобретение знаний принципах выбора и применения методов геофизики при мерзлотных исследованиях.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – базовая часть, профессиональный цикл, обязательная дисциплина, курс – I, семестр – 1.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия

Знания в части общекультурной и общенаучной подготовки – на уровне требований Образовательного стандарта МГУ, направление «Геология», уровень бакалавриат; знания в области геологии – в соответствии с требованиями вступительного экзамена в магистратуру (общие вопросы, вопросы профиля «**Геокриология**»).

Дисциплина необходима в качестве предшествующей для научно-исследовательской работы и выполнения выпускной квалификационной работы.

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

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

ОПК-2.М. Способность самостоятельно формулировать цели работы, устанавливать последовательность решения профессиональных задач,

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

ОПК-4.М. Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки,

ОПК-5.М. Способность использовать современные вычислительные методы и компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности,

ОПК-6.М. Способность представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности,

ПК-3.М. Способность самостоятельно проводить научные исследования с помощью современного оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта,

ПК-4.М. Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии,

СПК-2.М. Способность составлять прогноз изменения геокриологических и экологических условий в связи с естественной динамикой и техногенным преобразованием компонентов природного комплекса, с использованием данных мониторинга и современных вычислительных методов и программ, для разработки рекомендаций по рациональному освоению криолитозоны и решения поставленных задач в области региональной, исторической, инженерной и экологической геокриологии (формируется частично),

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Знать: зависимости физических свойств горных пород от литологического состава, влажности, льдистости, содержания и состава солей, криогенного строения мерзлых пород в широком диапазоне отрицательных температур; принципы выбора и применения методов геофизики при мерзлотных исследованиях; радиационно-тепловой баланс и природу

теплового поля Земли, условия формирования сезонно- и многолетнемерзлых пород, классификацию сезонного промерзания и протаивания, состав, строение и основные свойства мерзлых пород, методике экспериментальных и полевых геокриологических исследований.

Уметь: выбирать геофизические технологии необходимые и достаточные для решения геокриологических задач.

Владеть: основными методами проведения полевых и камеральных геофизических работ при геофизических исследованиях многолетнемерзлых пород.

4. Формат обучения – лекционные и практические занятия, а также семинары.

5. Объем дисциплины составляет 2 з.е – 72 часов., в том числе 42 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (14 часов – лекции, 14 часов – семинары, 14 часов – практические занятия); 30 часов на самостоятельную работу обучающихся, в том числе 10 часов – промежуточная аттестация, 20 часов – мероприятия текущего контроля успеваемости. 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):

Освоение дисциплины «Геофизические методы исследования многолетнемерзлых пород» направлено на приобретение знаний о физических и математических основах геофизики, об основных закономерностях изменения физических свойств мерзлых пород. Предметом освоения являются параметры естественных и искусственных физических полей которые определяются физическими свойствами мерзлых пород, зависящими от литологического состава, влажности, льдистости, содержания и состава солей и криогенного строения. Освоение этой дисциплины позволяет получить знания об общих закономерностях формирования зависимостей физических полей от физических свойств мерзлых пород; приобрести сведения о применении геофизических методов при мерзлотных исследованиях.

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 практического типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Введение в геофизику		1	0	0	1	0
Раздел 2. Физические свойства мерзлых пород		1	0	0	1	0
Раздел 3. Обоснование комплекса геофизических методов при решении геокриологических задач		2	2	2	6	0
Раздел 4. Основные принципы классификации геофизических методов.		2	2	2	6	Подготовка к контрольному опросу, 4 часов
Раздел. 5 Электроразведка. Методики и установки. Решение обратной задачи		2	2	2	6	Расчетная работа, 2 часов Подготовка к контрольному опросу, 2 часов
Раздел 6. Сейсморазведка. Методики и установки. Решение обратной задачи.		2	2	2	6	Расчетная работа, 2 часов Подготовка к контрольному опросу, 2 часов
Раздел 7. Гравимагниторазведка. Методики и установки. Решение обратной задачи		2	2	2	6	Расчетная работа, 2 часов Подготовка к контрольному опросу, 2 часов
Раздел 8. Особенности применения геофизических методов при геокриологических исследованиях		2	4	4	10	Подготовка к контрольному опросу, 4 час
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>						10
Итого	72			42		30

Содержание разделов дисциплины:

1. Введение

Геофизика как раздел учения о Земле. Краткая история геофизики. Цели и задачи геофизики. Основные понятия в геофизике. Прямые и обратные задачи в геофизике. Многолетнемерзлые породы – как объект геофизических исследований.

2. Физические свойства мерзлых пород.

Электрофизические, акустические, плотностные, ядерно-физические и магнитные свойства талых и мерзлых горных пород. Зависимость физических свойств от литологического состава, химического состава поровых растворов, плотности, льдистости (влажности), криогенного строения, температуры горных пород.

3. Обоснование комплекса геофизических методов при решении геокриологических задач

Понятие информативности геофизических методов. Принципы выбора геофизических технологий при решении геокриологических задач. Не единственность решения обратной задачи геофизики.

4. Основные принципы классификации геофизических методов.

Классификации геофизических методов по физическим полям, видам источников и приемников, технологиям и методам выполнения полевых работ. Достоинства и недостатки различных методов геофизики при геокриологических исследованиях.

5. Электроразведка. Методики и установки. Решение обратной задачи

Методы естественных и искусственных полей. Технологии постоянного и переменного тока в электроразведке. Виды источников и приемников поля. Понятие кажущегося сопротивления. Способы решения обратной задачи электроразведки. Неустойчивость и не единственность решения обратной задачи электроразведки. Методы стабилизации решения обратной задачи электроразведки. Понятия геоэлектрической и геокриологической моделей среды. Их различия и сходство.

6. Сейсморазведка. Методики и установки. Решение обратной задачи сейсморазведки

Естественные и искусственные упругие колебания. Их кинематические и динамические характеристики. Типы волн в сейсморазведке. Виды источников и приемников поля. Понятие годографа и системы наблюдений в сейсморазведке. Временные и глубинные разрезы. Способы решения обратной задачи сейсморазведки. Неустойчивость и не единственность решения обратной задачи сейсморазведки. Методы стабилизации решения обратной задачи сейсморазведки. Понятия скоростной и геокриологической моделей среды. Их различия и сходство.

7. Гравимагниторазведка и ядерная геофизика. Решение обратной задачи.

Методика гравиразведки при решении геокриологических задач. Методика магниторазведки при решении геокриологических задач. Способы решения обратной задачи гравимагниторазведки. Неустойчивость и не единственность решения обратной задачи гравимагниторазведки. Методы стабилизации решения обратной задачи гравимагниторазведки.

8. Особенности применения геофизических методов при геокриологических исследованиях.

Физические основы применения полевых геофизических методов при мерзлотных исследованиях. Магнитные, упругие и электрические свойства мерзлых пород и льда, зависимость их от литологического состава, химического состава поровых растворов, плотности, льдистости (влажности), криогенного строения, температуры горных пород. Различие физических свойств мерзлых и талых пород как основа применения геофизических методов исследований и их комплексирования. Особенности геолого-геофизических разрезов мерзлых толщ, их физико-геологические модели (ФГМ). Задачи мерзлотно-гидрогеологических и инженерно-геологических исследований, решаемые методами геофизики.

Содержание практических занятий.

Раздел 5. Полевые методы электроразведки. Методы естественного поля. Симметричные и трехэлектродные ВЭЗ. Частотные зондирования.

- 5.1. Понятие установки при выполнении ЕП, ВЭЗ.
- 5.2. Достоинства и недостатки различных установок методов сопротивлений.
- 5.3 Понятие установки при выполнении ЧЗ,ЗСБ
- 5.4. Выполнение измерений методом ЕП и трехэлектродного ВЭЗ.
- 5.5. Выполнение обработки и интерпретации полевых наблюдений.
- 5.6. Заключение о геоэлектрической и геологической моделях среды.

Раздел 6. Полевые методы сейсморазведки. Метод преломленных волн. Метод отраженных волн.

- 6.1. Понятие установки при выполнении МПВ и МОВ.
- 6.2. Достоинства и недостатки различных установок сейсморазведки.
- 6.3. Выполнение сейсморазведочных работ методом МПВ.
- 6.4. Выполнение обработки и интерпретации полевых наблюдений.
- 6.5. Заключение о скоростной и геологической моделях среды.

Раздел 7. Полевые методы гравимагниторазведки.

- 7.1. Основные типы применяемой аппаратуры в гравиразведке, магниторазведке.
- 7.2. Достоинства и недостатки различных технологий гравимагниторазведки.
- 7.3. Выполнение гравиметрической и магнитометрической съемок.
- 7.4. Обработка и интерпретация полевых наблюдений.
- 7.5. Заключение о плотностной, магнитной и геологической моделях среды.

Раздел 8. Применение полевых и лабораторных геофизических методов для изучения состава, строения и свойств промерзающих, мерзлых и оттаивающих пород.

- 8.1. Принципы выбора и применения полевых и лабораторных геофизических методов при мерзлотных исследованиях.
- 8.2. Акустические и электромагнитные исследования на образцах мерзлых пород.
- 8.3. Оценка литологического состава и строения промерзающих, мерзлых и оттаивающих пород по геофизическим данным.
- 8.4. Оценка геокриологических условий промерзающих, мерзлых и оттаивающих пород по геофизическим данным.

Рекомендуемые образовательные технологии

При реализации программы “Геофизические методы исследования многолетнемерзлых пород” используются различные образовательные технологии. Во время аудиторных часов (28 часов) занятия проводятся в виде:

- лекций с использованием ПК и мультимедийного проектора с экраном;
- практических занятий в аудиториях, оснащенных ПК.

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 и практических работ по разделам 5-8.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля

1. Предмет геофизики. Научные направления геофизики.
2. Принципы классификации геофизических методов.
3. Классификация геофизических методов по видам используемых физических полей.
4. Классификация геофизических методов по методам проведения работ
5. Классификация геофизических методов по технологиям возбуждения и регистрации физических полей.
6. Физические свойства талых и мерзлых грунтов.
7. Электромагнитные свойства талых и мерзлых грунтов.

8. Упругие и акустические свойства талых и мерзлых грунтов.
9. Плотностные и магнитные свойства талых и мерзлых грунтов.
10. Методы и технологии электроразведки.
11. Понятие кажущегося и истинного электрического сопротивления.
12. Различные установки применяемы в электроразведке. Их достоинства и недостатки.
13. Методы интерпретации данных электроразведки.
14. Типы кривых кажущегося сопротивления.
15. Подходы к решению обратной задачи электроразведки.
16. Не единственность решения обратной задачи электроразведки.
17. Не устойчивость решения обратной задачи электроразведки.
18. Эквивалентность при решении обратной задачи электроразведки.
19. Методы стабилизации решения обратной задачи электроразведки.
20. Применение методов электроразведки при мерзлотных исследованиях.
21. Методы и технологии сейсморазведки.
22. Естественные и искусственные упругие колебания.
23. Кинематические и динамические характеристики колебаний.
24. Типы источников и приемников упругих колебаний.
25. Понятие годографа. Виды годографов.
26. Системы наблюдений в сейсморазведке.
27. Понятие временных и глубинных разрезов в сейсморазведке.
28. Подходы к решению обратной задачи сейсморазведки.
29. Не единственность решения обратной задачи сейсморазведки.
30. Не устойчивость решения обратной задачи сейсморазведки.
31. Эквивалентность при решении обратной задачи сейсморазведки.
32. Методы стабилизации решения обратной задачи сейсморазведки.
33. Применение методов сейсморазведки при мерзлотных исследованиях.
34. Плотностные, магнитные свойства грунтов.
35. Методика проведения работ технологиями гравиразведки, магниторазведки.
36. Решение обратной задачи гравимагниторазведки.
37. Применение геофизических методов при мерзлотных исследованиях.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: зависимости физических свойств горных пород от литологического состава, влажности, льдистости, содержания и состава солей, криогенного строения мерзлых пород в широком диапазоне отрицательных температур; принципы выбора и применения	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания

методов геофизики при мерзлотных исследованиях;				
Умения: выбирать геофизические технологии необходимые и достаточные для решения геокриологических задач	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать геофизические методы	Успешное умение использовать геофизические методы для изучения многолетнемерзлых пород
Владения: основными методами проведения полевых и камеральных геофизических работ при геофизических исследованиях криолитозоны	Навыки владения геофизическим и методами отсутствуют	Фрагментарное владение методами геофизических исследований, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки использования геофизических методов для изучения многолетнемерзлых пород	Владение геофизическими методами для изучения многолетнемерзлых пород

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

Геофизика (под ред. В.К.Хмелевского) М., КДУ, 2009.

Основной курс электроразведки. В.К.Хмелевской М Ч.1 1970, Ч. 2 1971, Ч 3 1975.

Геофизические методы исследования криолитозоны Ю.Д.Зыков. М., МГУ, 2007.

Введение в георадиолокацию Владов М.Л., Старовойтов А.В. М 2004.

Сейсморазведка Гайнанов В.Г. М 2005.

Общая геокриология (под ред. Э.Д. Ершова). М.: Изд-во МГУ, 2002, 683 с.

Методы геокриологических исследований (под ред. Э.Д. Ершова). М.: Изд-во МГУ, 2004, 512 с.

Лабораторные методы исследования мерзлых пород (под ред. Э.Д. Ершова). М.: Изд-во МГУ, 1985, 350 с.

- дополнительная литература:

Электрические и упругие свойства мерзлых пород и льдов. А.Д. Фролов. М.: Пушино 2005, 607 с.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения – Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint (при необходимости)

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем - геофизическая база данных ГС РАН.

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

пакеты программ «IP12Win», «Faradey», «Tem-Res», «Radex-Pro»;

интернет-ресурсы – Google Earth Pro, <https://geocryology.com>, <https://msu-geophysics.ru>

Д) Материально-технического обеспечение:

- лабораторная измерительная аппаратура “Спектр 01”,
- акустический комплекс УД4-130,
- полевая сейсморазведочная аппаратура Лакколит ХМ,
- электроразведочные полевые комплексы “HF-EM”,

- электроразведочные полевые комплекс “TEM-FAST”,
- георадар “Zond-12E”,
- гравиметрический комплекс «Scitrex CG-5»,
- магнитометрический комплекс «ММРОС-1»,
- криокамера,
- комплекс для 3-х осных лабораторных испытаний мерзлых грунтов «АСИС»,
а также специализированная аудитория с ПК и компьютерным проектором.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватели – Кошурников А.В., Гунар А.Ю., Погорелов А.В.

11. Автор программы – Кошурников А.В.