

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

Техническая, почвенная и археологическая геофизика

Technical, soil and archaeological geophysics

Авторы-составители: И.Н. Модин, Л.А.Золотая, М.В. Коснырева

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 освоения дисциплины является изучение современных подходов к особенностям производства работ, обработки и интерпретации геофизических данных при решении технических, археологических и почвенных задач.

Задачей курса является освоение теории и практики геофизических исследований при решении разнообразных задач, связанных с решением проблем обнаружения и позиционирования инженерных сетей, подземных сооружений, трубопроводов и других искусственных сооружений, сельского хозяйства, землеустройства и охраны объектов культурного наследия, ознакомление с основными направлениями электроразведки, сейсморазведки, магнитной разведки в области технических реализаций и аппаратурных разработок.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе рассматриваются физико-геологические модели объектов исследования технической, почвенной и археологической геофизики, дается описание свойств и геометрии археологических объектов и анализируются возможные геофизические модели подземных технических сооружений и почвенных разрезов. Подробно освещаются методические особенности проведения исследований над действующими инженерно-техническими сооружениями и высокоточных геофизических наблюдений для разных типов археологических объектов и почвенных разрезов. Поясняются наиболее рациональные комплексы методов и аппаратуры для каждого из типов технических сооружений, а также археологических объектов и почвенных разрезов. Рассматривается методология обработки и интерпретации данных. Кратко освещается зарубежный опыт применения геофизики при картировании инженерных сетей, в археологии и почвоведении.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный блок, модуль «Гравиразведка и магниторазведка», 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 знаниями дисциплин «Общая геология», «Геофизические методы исследования», «Теория геофизических полей», «Интерпретация гравитационных и магнитных аномалий», «Детальная гравиразведка и магниторазведка».

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-3. ММ. Способен в процессе решения профессиональных задач самостоятельно получать, интерпретировать и обобщать результаты, разрабатывать	ММ.ОПК-3. И-1. Владеет навыками самостоятельного получения результатов при решении задач профессиональной деятельности. ММ.ОПК-3. И-2. Объективно оценивает полученные результаты, обобщает их, формулирует выводы. ММ.ОПК-3. И-3. Использует полученные результаты для	Знать: возможности геофизических методов при решении широкого спектра задач в археологии и почвоведении; Уметь: - оценить качество результатов геофизических съемок, направленных на решение археологических и почвенных задач; - провести интерпретацию

<p>рекомендации по их практическому использованию.</p>	<p>выработки рекомендаций по их практическому использованию.</p>	<p>полученных геофизических материалов; Владеть: - решением обратных задач геофизики; - подходами к построению комплексных физико-геологических моделей изучаемых целевых почвенных и археологических объектов, согласующихся с априорными данными почвоведов и археологов; - истолкованием практических результатов геофизических исследований.</p>
<p>ПК-2. ММ. Способен создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии.</p>	<p>ММ.ПК-2. И-1. Знает теоретические основы и методологию моделирования. ММ.ПК-2. И-2. Знает возможности и ограничения распространенных стандартных программ моделирования (по направленности подготовки). ММ.ПК-2. И-3. Владеет базовыми навыками использования стандартных программ моделирования (по направленности подготовки). ММ.ПК-2. И-4. Знает основные особенности интерпретации данных моделирования (по направленности подготовки).</p>	<p>Знать: пределы применимости одномерных, двухмерных и трёхмерных магнитных и геоэлектрических моделей; Уметь: выбрать оптимальные программы моделирования геофизических полей при решении различных задач в почвенной и археологической геофизике. Владеть: программным обеспечением для построения моделей и расчета геофизических полей с использованием различных способов параметризации.</p>
<p>ПК-4. ММ. Способен использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач.</p>	<p>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.</p>	<p>Знать: теоретические основы решения обратных задач потенциальных полей и методов интерпретации данных электроразведки, магниторазведки и георадара; Уметь: выбирать оптимальную методику анализа и интерпретации полевых и модельных комплексных геофизических исследований; Владеть: методами качественной и количественной интерпретации комплексных геофизических данных.</p>

4. Объем дисциплины составляет **3** з.е., в том числе **52** академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (36 лекции и 16 семинары), **56** академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

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	Подготовка доклада	Расчетно-графические работы	Всего
<u>Введение.</u>	6	4	0	4	2		2
<u>Раздел 1.</u> Особенности исследований линейных подземных сооружений и локальных конструкций	22	8	4	12	4	6	10
<u>Раздел 2.</u> Особенности почвенных и археологических исследований	22	8	4	12	6	4	10
<u>Раздел 3.</u> Аппаратура и методика технического картирования, почвенных и археологических исследований	24	8	4	12	6	6	12
<u>Раздел 4.</u> Направления технической, почвенной и археологической геофизики. Принципы и подходы при интерпретации данных	24	8	4	12	6	6	12
Всего	98	36	16	52	24	22	46
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>		Устный зачет			10		
Итого	108	52			56		

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Введение

Изучается самая верхняя часть геологических разрезов как предмет исследования почвенной и археологической геофизики. Культурный слой, техногенный слой, почвенно-растительный и почвенный слой изучаются как объекты геофизических исследований.

Различные виды технических объектов. Почвенный слой как верхняя часть геологической среды с максимальной мощностью 5 м. Типы почвенных покровов и их краткая характеристика, мощности почвенных слоев, строение почв, изменчивость почв в плане. Взаимодействие почв с грунтами. Почвы и растительность. Физические свойства почв. Археологические объекты как локальные объекты в верхней части геологической среды с максимальной мощностью до 15 м. Типы археологических объектов, которые являются предметом изучения при геофизических исследованиях. Однослойные и многослойные памятники. Слоистые (одномерные), двумерные и трехмерные археологические объекты. Влияние верхнего техногенного слоя. Подводные памятники.

Раздел 1. Особенности исследований линейных подземных сооружений и локальных конструкций

Особенности при картировании подземных сооружений:

- очень высокий уровень помех;
- очень большая длина и глубина объектов;
- исследуются объекты, которые находятся в эксплуатации;
- высокий контраст свойств объектов и окружающей среды;
- многие однотипные объекты меняют взаимное положение относительно друг друга;
- сами объекты являются источниками различных электромагнитных, магнитных и акустических полей;
- высокий уровень опасности при работе непосредственно вблизи или над объектом;
- объекты как правило имеют сложную тонкую структуру покровов;
- для идентификации источников аномалий нужен большой объем априорной информации.

Раздел 2. Особенности почвенных и археологических геофизических исследований

Особенности выполнения почвенных и археологических геофизических исследований:

- небольшая глубина, небольшие размеры и сравнительно небольшие сроки проведения полевых работ,
- полный, 100% контроль результатов геофизической съемки с помощью раскопок,
- обязательное комплексирование геофизических методов (магниторазведка, георадиолокация, электроразведка),
- массовое применение топографии для высокоточной съемки рельефа земной поверхности,
- массовые измерения физических свойств артефактов и вмещающих материнских грунтов и почв,
- в почвенных геофизических исследованиях используются результаты физических и морфологических данных почвоведов, получаемых в шурфах и траншеях,
- в археологических геофизических исследованиях используется большой объем априорной исторической информации, при этом часто наблюдается отсутствие конкретной информации о наличии, геометрии объекта и его положении в пространстве,
- требование высокой точности и высокой разрешающей способности геофизических методов при высоком уровне промышленных помех и приповерхностных геологических помех, большое количество инженерных сетей, мешающих работе и наложение технических и культурных объектов, расположенных выше объекта поиска,
- крайне широкий спектр археологических и почвенных задач,

- пространственная стесненность в населенных пунктах.

Раздел 3. Аппаратура и методика технического картирования, почвенных и археологических исследований

Требования к современной геофизической аппаратуре, предназначенной для решения геотехнических, почвенных и археологических задач:

Типы приборов, их физический принцип действия и устройство:

магнитометры;

электроразведочные приборы;

георадары;

Методика геофизических наблюдений для решения технических, археологических задач.

Раздел 4. Направления технической, почвенной и археологической геофизики. Принципы и подходы при определении методики съемки и интерпретации данных

Типичные технические объекты поисков в археологической геофизике и рабочие геофизические комплексы для изучения конкретных объектов.

Подземные и подводные трубопроводы различного диаметра, назначения и технического состояния; резервуарные парки нефти и газохранилищ; автомобильные и железнодорожные насыпи; дамбы и плотины; плотины золоотвалов и хвостохранилищ; гидротехнические сооружения типа прудов, отстойников и водохранилищ; свайные конструкции и забытые обсаженные буровые скважины; подземные бункеры и убежища для людей; подземные тоннели различного назначения; старые шахты и подземные выработки; захороненные и действующие полигоны бытовых и промышленных отходов ПТБО; фундаментные основания домов.

Типичные археологические объекты поисков в археологической геофизике и рабочие геофизические комплексы для изучения конкретных объектов.

Поселения и постройки без оборонительных сооружений (городская планировка, отдельные дворцовые постройки, жилища, печи различного назначения, подземные хранилища и переходы, аграрные сооружения). Фортификационные сооружения. Склепы. Курганные погребения. Грунтовые одиночные могилы и кладбища. Массовые захоронения людей. Принципы визуализации и интерпретации данных. Почвенные объекты.

Содержание семинаров

1. Построение ФГМ различных технических объектов, расчеты аномальных эффектов.
2. Построение ФГМ различных почвенных разрезов, расчеты аномальных эффектов.
3. Построение ФГМ археологических объектов, расположенных в разных геологических условиях, на разных глубинах,
4. Оценка разрешающей способности геофизических методов при обнаружении археологических объектов различных типов
5. Типичные археологические объекты поисков в археологической геофизике
6. Методика геофизических наблюдений для решения археологических задач
7. Типы почвенных покровов и их краткая характеристика, мощности почвенных слоев, строение почв, изменчивость почв в плане.
8. Влияние верхнего техногенного слоя.

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 во время докладов по темам рефератов.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля:

1. Характеристика научного направления археологическая геофизика
2. Характеристика научного направления почвенная геофизика
3. Физические характеристики объектов археологической геофизики
4. Физические характеристики объектов почвенной геофизики
5. Глубинность геофизических исследований при решении почвенных и археологических задач.
6. Оптимальный комплекс геофизических методов для решения археологических задач.
7. Оптимальный комплекс геофизических методов для решения почвенных задач.

...Примерный перечень тем докладов:

- Геофизические поиски затонувшего города Элики (Греция)
- Результаты геофизических работ на курганном могильнике Шекшово(Суздаль)
- Геофизические исследования царского дворца в Коломенском(Москва)
- Геофизические поиски братских захоронений советских воинов в г.Зеленограде
- Геофизические исследования археологических объектов в Западной Европе
- Геофизические исследования на территории городища Джанкент (Казахстан)
- Геофизические исследования на Куликовом поле

Примерный перечень тем рефератов:

- История развития археологической геофизики
- Магнитные свойства археологических объектов
- Применение георадара в археологии
- Виртуальная геофизическая археометрия
- Археологическая электротомография
- Сейсморазведка и археология

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации (зачете):

1. Виртуальная геофизическая археология.
2. Геофизические исследования при изучении глубокопогруженных археологических объектов.
3. Геофизические исследования при изучении курганных захоронений.
4. Геофизика при работе в городах при наличии твердых дорожных покрытий.
5. Геофизика при исследованиях многослойных памятников.
6. Стратегия и методика геофизических исследований при поисках склепов.
7. Методы геофизических исследований при картировании фундаментов древних сооружений.
8. Какие задачи может решать геофизика и ограничения геофизических методов при решении археологических задач.
9. Принципы построения геофизической аппаратуры для решения археологических задач
10. Слоистые, двумерные, трехмерные среды и технологии их исследования.
11. Состав комплекса геофизических методов для решения археологических задач.
12. Типичные археологические задачи, которые решают с помощью геофизических

методов.

13. Для чего нужна геофизика археологам и археология геофизикам?
14. Иерархия геофизических методов при решении археологических задач.
15. Принципы и подходы к интерпретации геофизических данных для решения археологических задач.

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

Результаты обучения	«Незачет»	«Зачет»
Знания: специфики решения малоглубинных задач, принципов комплексирования геофизических методов для решения почвенных и археологических задач; физических параметров геологического, инженерно – геологического и почвенного разрезов ; методов обработки и формы представления полевых материалов	Знания отсутствуют	Систематические или общие, но не структурированные знания
Умения: планировать геофизические исследования в области решения малоглубинных задач, оценивать необходимые временные и людские ресурсы, а также потребности в аппаратуре и оборудовании для решения поставленной задачи.	Умения отсутствуют	Успешное умение или в целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности неприципиального характера
Владения: теоретическими и практическими основами методов геофизики при выполнении малоглубинных задач	Навыки владения отсутствуют	Владение навыками

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. Булычев А.А., Попов М.Г., Золотая Л.А., Коснырева М.В., Паленов А.Ю /Магниторазведка: учебное пособие. – Тверь: ООО «Издательство «Полипресс», 2016. -136 стр. ISBN 978-5-904807-44-3
5. Коснырева М.В. Разработка комплекса геофизических методов для решения прикладных задач почвенного картирования/ диссертация по специальности ВАК РФ 25.00.10, Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых на звание канд. геол. мин наук , 2007 г. Москва, геологический факультет МГУ // Диссертации о Земле <http://earthpapers.net/razrobotka-kompleksa-geofizicheskikh->

metodov-dlya-resheniya-prikladnyh-zadach-pochvennogo-kartirovaniya#ixzz5VbrToLzS

6. Огильви А.А. Основы инженерной геофизики. Учебник для вузов. /Под редакцией В.А. Богословского.-М.:Недра, 1990.- 501 с.

7. Aspinall A., Gaffney C., Schmidt A. Magnetometry for archaeologists. AltaMira Press, Estover Road, Plymouth PL6 7PY, United Kingdom, 2008, -208 p.

8. Т.Н. Смекалова, О. Восс, А.В. Мельников. Магнитная разведка в археологии. 12 лет применения Оверхаузеровского градиентометра GSM-19WG. СП, 2007, -46 с.

9. Коснырева М.В., Золотая Л.А. Геофизические методы в почвоведении/ LAP Lambert Academic Publishing Russian, 2011, -132 с.

- дополнительная литература:

1. Археология парка Царицыно: По материалам исследований экспедиции Института археологии РАН 2002-2009 гг. /Автор-составитель Н.А.Кренке. - М.: ИА РАН, 2008. - 364 с. //1)Модин. И.Н. Геофизические исследования на поселении Царицыно-1, с.77-81. 2) Козлова А.В., Кренке Н.А., Модин И.Н., Шуляев С.Г. Исследование курганной группы Царицыно-2, с.101-107.
2. Куликово поле и Донское побоище 1380 года/ Труды ГИМ, М., 2005. Вып.150. 352 с. //Кац М.Я., Пелевин А.Т., Модин И.Н. Геофизические исследования на Куликовом поле с.163–180.
3. Модин И.Н., Андреев М.А., Акуленко С.А., Аржанцева И.А., Кац М.Я. Геофизические исследования на острове Пор-Бажын в республике Тува. «Вестник Московского университета. Сер.4 Геология», 2010. 8 с.
4. Геоэкологическое обследование предприятий нефтяной промышленности / Под ред. проф. В.А.Шевнина и доц. И.Н.Модина. - М.: РУССО, 1999. - 511 с.
5. Шевнин В.А., Модин И.Н., Перекалин С.О. и др. О возможности электроразведки при поисках склепов в Херсонесе. - В сб. «Региональная геология некоторых районов СССР.Вып.2» Из-во МГУ Москва,1977с.156-162.
6. Агеев В.В., Глазунов В.В., Модин И.Н., Перекалин С.О., Шевнин В.А. Результаты электроразведочных работ 1976 года в Херсонесе. В сб. «Региональная геология некоторых районов СССР.Вып.3» Из-во МГУ Москва,1978с.160-163.
7. Глазунов В.В., Модин И.Н., Шевнин В.А., Яковлев А.Г. Опытнo – методические электроразведочные работы на территории Херсонесского некрополя. В сб. "Региональная геология некоторых районов СССР.Вып.4". Из-во МГУ.М.,1979, с.153-158.
8. Антонова И.А., Глазунов В.В., Модин И.Н., Шевнин В.А. и др. Геолого-геофизические исследования на некрополе Херсонеса. В сб." Новое в применении физико-математических методов в археологии. Материалы совещания 28 ноября 1978 года". Москва, 1979, с.10 - 19.
9. Бобачев А.А., Большаков Д.К, Еременко А.В., Калишева М В (Коснырева), Кац С.Е., Модин И.Н. Строение верхней части о.Озерки по данным малоуглубинной геофизики//«Разведка и охрана недр», №3, март 2001, - с. 21-24.
10. Золотая Л.А., Калишева М.В. (Коснырева), Хмелевской В.К. Возможности геофизических методов при изучении состава и структуры почвенного покрова // «Разведка и охрана недр», 2004, №5, -с. 47-49
11. Золотая Л.А., Коснырева М.В. Возможности магнитных измерений при решении некоторых классификационных проблем в почвоведении// Геофизический вестник, 2007, №1, -с. 7-13.

Б) Материально-технического обеспечение:

Лекции и семинары должны проводиться в специализированных аудиториях, оборудованными средствами для видеопрезентации материала и демонстрации рисунков и графиков (ПК и LCD проектор). Самостоятельная работа студентов организуется в компьютерном классе геофизического отделения Геологического факультета МГУ.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватели – Ответственный за курс – Модин И.Н., преподаватели - Модин И. Н., Золотая Л. А., Коснырева М. В., В.А.Шевнин

11. Разработчики программы – Модин И. Н, Золотая Л.А., Коснырева М.В.