

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Высшая школа инновационного бизнеса МГУ**

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

_____ **проф. Коцуг Д.Г.**

«___» _____ **20** г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Комплексные геолого-геофизические методы исследования углеводородных систем

Уровень высшего образования:
магистратура

Направление подготовки (специальность):
05.04.01. «Геология»

Направленность (профиль) ОПОП:
Магистерская программа
Геолого-геофизические исследования нефтяных и газовых месторождений

Форма обучения: *очная*

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на Административном Совете Высшей школы инновационного бизнеса МГУ
(протокол № ___ от «___» _____ 20__)

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 05.04.01. «Геология» в редакции, утвержденной приказом МГУ от 30 декабря 2016 года №1674.

Годы приема на обучение – 2018.

© Высшая школа инновационного бизнеса МГУ имени М.В. Ломоносова

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины - познакомить магистрантов с базовыми геолого-геофизическими методами изучения углеводородных геосистем.

Задачи дисциплины познакомить магистрантов с принципами выбора комплекса на разных стадиях геологоразведочных работ, дать представление о физико-геологической модели объема работ, показать типовые примеры применения комплекса геофизических методов при геологических, тектонических и минерагенических видах работ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО - дисциплина относится к вариативной части ОПОП ВО, дисциплины по выбору магистерских программ, курс 1, семестр 1.

3. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):

Для изучения дисциплины необходимо усвоение базовых дисциплин магистерской программы.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций (реализуемые частично):

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК-4 Способность использовать современные вычислительные методы и компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-6 Способность профессионально выбирать и использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач по профилю подготовки

Профессиональные компетенции:

ПК-4 способность к профессиональной эксплуатации современного полевого/лабораторного оборудования в соответствии с магистерской программой

ПК-5 способность использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) (ОПК-4, ОПК-6, ПК-4, ПК-5):

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать

- Основные геофизические методы и их физические основы
- Основные тенденции развития в смежных с геофизикой областях

Уметь:

- Определять необходимый комплекс геофизических методов для решения как фундаментальных, так и прикладных задач
- Ориентироваться в современном уровне развития геофизического оборудования

Владеть:

- Навыками работы с геофизическим оборудованием
- Навыками работы с инструментами системного анализа

5. ФОРМАТ ОБУЧЕНИЯ – очный, лекционные и семинарские занятия.

6. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ составляет 2 з.е., в том числе 28 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (14 часов – лекции, 42 часа – практические занятия), 4 часа групповых консультаций, 4 часов промежуточная аттестация, 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

7. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	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		
1	2	3	4	5	6	7
Гравиразведка	4	1	1	2	2	Выборочный опрос
Магниторазведка	4	1	1	2	2	Выборочный опрос
Электроразведка	4	1	1	2	2	Выборочный опрос
Сейсморазведка	3	0,5	0,5	1	2	Выборочный опрос
Терморазведка	4	1	1	2	2	Выборочный опрос
Ядерная геофизика	4	1	1	2	2	Выборочный опрос
Геофизические исследования скважин	3	0,5	0,5	1	2	Выборочный опрос
Комплексирующие геофизических методов	38	8	8	16	22	Индивидуальные задания, тестирование
Консультации	4				4	
Промежуточная аттестация	4				4	зачет
Итого	72	14	14	28	44	

Темы и краткое содержание курса

Введение. Методы фундаментальной и прикладной геофизики. Характеристика физических полей Земли и физических свойств горных пород. Параметры физических полей. Физические свойства горных пород. Особенности технологии геофизических работ. Обработка и интерпретация геофизических данных. Информационная модель в геофизике. Классификации геофизических методов исследования земной коры и их комплексирование. Классификации геофизических методов. Комплексирование геофизических методов. Из истории развития геофизики.

Гравиразведка. Основы теории гравиразведки. Нормальное гравитационное поле Земли. Аномалии и редукции силы тяжести. Плотность горных пород. Аппаратура для гравиразведки. Принципы измерения силы тяжести. Маятниковые приборы. Гравиметры. Методика гравиразведки. Интерпретация гравитационных аномалий. Прямые и обратные задачи гравиразведки. Геологическая интерпретация данных гравиразведки. Области применения гравиразведки.

Магниторазведка. Основы теории геомагнитного поля и магниторазведки. Элементы геомагнитного поля и его происхождение. Нормальное и аномальное магнитное поле. Вариации магнитного поля. Магнитные свойства горных пород. Аппаратура для магниторазведки. Принципы измерений геомагнитного поля. Феррозондовые магнитометры. Протонные магнитометры. Квантовые магнитометры. Аппаратура для измерения магнитных свойств горных пород. Методика магниторазведки. Полевая магнитная съемка. Аэромагнитные и гидромагнитные съемки. Другие виды магнитных измерений. Интерпретация магнитных аномалий. Прямые и обратные задачи магниторазведки. Прямая и обратная задачи для вертикального бесконечного стержня (цилиндра). Прямая и обратная задачи для вертикального намагниченного шара. Основные выводы из анализа решений прямых и обратных задач магниторазведки. Интерпретация данных магниторазведки. Геологическое истолкование результатов магниторазведки. Области применения магниторазведки.

Электроразведка. Физико-математические и геологические основы электроразведки. Принципы решения прямых задач электроразведки. Электромагнитные поля, используемые в электроразведке. Естественные переменные электромагнитные поля. Геоэлектрохимические поля. Искусственные постоянные электрические поля. Искусственные переменные гармонические электромагнитные поля. Искусственные импульсные (неустановившиеся) электромагнитные поля. Радиоволновые поля. Импульсные радиолокационные поля. Поле ядерно-магнитной резонансной прецессии (ЯМРП). Пьезоэлектрические поля. Электромагнитные свойства горных пород. Удельное электрическое сопротивление горных пород. Электрохимическая активность и поляризуемость. Диэлектрическая и магнитная проницаемости. Пьезоэлектрические модули. Аппаратура и оборудование для электроразведки. Общая характеристика применяемых в электроразведке технических средств. Примеры электроразведочной аппаратуры. Методы электроразведки. Сущность и методика электромагнитных зондирований. Общая характеристика электромагнитных зондирований (ЭМЗ). Электрические зондирования. Зондирование методом вызванной поляризации. Магнитотеллурические методы. Зондирование методом становления поля. Частотные электромагнитные зондирования. Высокочастотные зондирования. Ядерно-магнитное резонансное томографическое зондирование (ЯМР-ТЗ). Сущность и методика электромагнитных профилирований. Метод естественного электрического поля. Электропрофилирование методом сопротивлений. Электропрофилирование методом вызванной поляризации. Метод переменного естественного электромагнитного поля. Низкочастотное гармоническое профилирование. Метод переходных процессов. Аэроэлектроразведка. Радиоволновое профилирование. Пьезоэлектрические методы.

Подземные методы электроразведки. Геоэлектрохимические методы. Метод заряженного тела (МЗТ) или заряда (МЗ). Индукционное просвечивание. Метод радиоволнового просвечивания. Подземный вариант ПЭМ. Интерпретация данных электроразведки и решаемые задачи. Интерпретация электромагнитных зондирований. Качественная интерпретация. Количественная интерпретация графоаналитическими способами. Палеточные методы интерпретации ЭМЗ. Компьютерная интерпретация кривых ЭМЗ методом подбора. Интерпретация высокочастотных радиоволновых (РВЗ) и радиолокационных (РЛЗ или РЛМ) зондирований. Результаты геолого-геофизического истолкования данных ЭМЗ. Интерпретация данных электромагнитного профилирования. Применение методов электромагнитного профилирования. Интерпретация и области применения подземных методов электроразведки.

Сейсморазведка. Общие сведения о сейсморазведке. Физические и геологические основы сейсморазведки. Основы теории упругости. Упругие волны в безграничных средах. Упругие волны в слоистых средах. Особенности распространения сейсмических волн в реальных средах. Скорости сейсмических волн. Поглощение упругих волн. Зона малых скоростей. Типы скоростей в слоистых средах. Типы сейсмических границ. Обоснование сейсмических методов разведки. Волны-помехи. Сейсморазведочная аппаратура. Источники упругих волн. Приемники упругих волн. Интерференционные системы приема и возбуждения упругих волн. Сейсмостанции. Методика и системы наблюдений. Метод отраженных волн. Прямые кинематические задачи метода отраженных волн при общем пункте возбуждения (ОПВ). Кинематика кратных отраженных волн. Наблюдения по методу общей глубинной точки. Системы наблюдений в методе отраженных волн. Метод преломленных (головных) волн. Прямые кинематические задачи метода преломленных волн. Системы наблюдений в методе преломленных волн. Методика полевых наблюдений МПВ. Обработка и интерпретация данных сейсморазведки. Интерпретационные модели в сейсморазведке. Обработка сейсмограмм. Обработка и интерпретация данных метода отраженных волн. Интерпретация данных метода преломленных волн. Применение сейсморазведки для решения различных геологических задач. Сейсморазведка при поисках углеводородов. Малоуглубинная (инженерная) сейсморазведка. Сейсморазведка при решении рудных задач. Глубинные сейсмические исследования.

Терморазведка. Физико-геологические основы терморазведки. Тепловое поле Земли и его параметры. Региональный и локальный тепловые потоки в земной коре. Принципы теории терморазведки. Тепловые и оптические свойства горных пород. Методы терморазведки. Аппаратура для геотермических исследований. Радиотепловые и инфракрасные съемки. Региональные геотермические исследования. Поисково-разведочные геотермические работы. Применение терморазведки для изучения геологической среды.

Ядерная геофизика. Физико-химические и геологические основы ядерной геофизики. Общие сведения о радиоактивности. Взаимодействие радиоактивных излучений с окружающей средой. Радиоактивность горных пород и руд. Методы определения и содержание радиоактивных элементов в земной коре. Радиоактивность минералов. Радиоактивность горных пород, руд, вод и газов. Ядерно-физические свойства горных пород и руд. Общая характеристика ядерно-физических свойств горных пород и руд. Гамма-лучевые свойства горных пород и руд. Нейтронные свойства горных пород и руд. Аппаратура и методы, применяемые в ядерной геофизике. Аппаратура для ядерно-геофизических исследований. Радиометрические методы разведки. Основные понятия радиометрии. Аэрогамма-съемка. Автогамма-съемка. Пешеходная гамма-съемка. Глубинная гамма-съемка. Задачи гамма- и гамма-спектрометрической съемки. Эманационная съемка. Метод подземной регистрации космических излучений. Определение абсолютного возраста пород. Ядерно-физические методы. Общая характеристика ядерно-физических (радиоизотопных) методов Радиоизотопные гамма-

методы. Радиоизотопные нейтронные методы.

Геофизические исследования скважин. Общие положения. Некоторые сведения из истории ГИС. Керн и ГИС. Характеристика скважины как объекта исследования. Классификация методов, решаемые задачи и схема установки ГИС. Методы электрометрии. Каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации. Каротаж потенциалов вызванной поляризации. Удельное электрическое сопротивление водных растворов и горных пород. Каротаж сопротивления нефокусированными зондами. Каротаж сопротивления фокусированными зондами – боковой каротаж. Индукционный каротаж. Диэлектрический каротаж. Микрокаротаж. Методы радиометрии скважин. Основные блоки аппаратуры для РК. Гамма-каротаж. Гамма-гамма-каротаж. Рентгенорадиометрический каротаж. Нейтронный каротаж. Импульсный нейтронный каротаж. Ядерно-магнитный каротаж. Сейсмоакустические методы. Общая характеристика сейсмоакустических методов. Акустический каротаж. Акустический каротаж на отраженных волнах. Вертикальное сейсмическое профилирование. Термические и магнитные методы. Термический каротаж. Магнитный каротаж. Исследование скважин в процессе бурения. Методы, основанные на использовании буровой техники. Газовый каротаж. Исследование каменного материала. Изучение технического состояния скважин. Инклинометрия. Кавернометрия и профилометрия. Комплексное применение методов ГИС. Нефтегазовые месторождения. Угольные и рудные месторождения.

Комплексирование геофизических методов. Понятие о геофизическом комплексе. Физико-геологическая модель. Определение физико-геологической модели. Формирование и типы ФГМ. Условия эффективного применения геофизических методов. Неоднозначность решения обратных задач геофизики. Качественная неоднозначность по определению природы геофизических аномалий. Количественная неоднозначность при решении обратных задач. Сужение пределов неоднозначности. Комплексная интерпретация геофизических данных. Комплексный анализ геофизических данных. Количественная комплексная интерпретация геофизических данных с помощью регрессионного анализа. Геологическая интерпретация комплексных геофизических данных. Оценка морфологии объектов. Оценка мощности и глубины залегания объектов. Оценка вещественного состава. Оценка возраста объектов. Выбор геофизического комплекса. Основные принципы выбора комплекса. Условия формирования геофизического комплекса. Виды комплексирования геофизических методов. Основы петрофизики. Петрофизика и геофизические свойства горных пород. Геолого-гидрогеологические и деформационно-прочностные свойства. Методика измерений физических свойств горных пород. Взаимосвязи петрофизических свойств горных пород. Петрофизические карты

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

8.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Перечень примерных заданий для текущей аттестации по курсу:

1. Происхождение планеты Земля.
2. Магнитное поле земли.
3. Миграция магнитных полюсов Земли.
4. Палеомагнетизм.
5. Воздействие геофизических полей на биосферу.

6. Предвестники землетрясений.
7. Магнитные бури.
8. Путешествие вглубь Земли.
9. Сейсмичность Земли.
10. ИК-съемка земной поверхности.
11. Каротаж.
12. Техногенное физическое загрязнение.
13. Живые геофизические приборы.
14. Магнитные свойства горных пород.
15. Аэромагнитные и гидромагнитные съемки

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

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	2	3	4	5
Знания (виды оценочных средств: устные и письменные опросы и контрольные работы, тесты, и т.п.)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические контрольные задания, написание и защита рефератов на заданную тему и т.п.)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР и т.п.)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

Примерный перечень вопросов к итоговой аттестации по курсу

1. Методы фундаментальной и прикладной геофизики.
2. Характеристика физических полей Земли и физических свойств горных пород
3. Параметры физических полей.
4. Особенности технологии геофизических работ. Обработка и интерпретация геофизических данных
5. Информационная модель в геофизике.
6. Классификации геофизических методов исследования земной коры и их комплексирование
7. Основы теории гравиразведки. Нормальное гравитационное поле Земли.
8. Аномалии и редукции силы тяжести. Плотность горных пород
9. Аппаратура для гравиразведки. Принципы измерения силы тяжести.
10. Прямые и обратные задачи гравиразведки. Геологическая интерпретация данных гравиразведки.
11. Основы теории геомагнитного поля и магниторазведки. Элементы геомагнитного поля и его происхождение.
12. Нормальное и аномальное магнитное поле. Вариации магнитного поля.
13. Магнитные свойства горных пород. Аппаратура для магниторазведки.
14. Принципы измерений геомагнитного поля. Феррозондовые магнитометры.
15. Методика магниторазведки. Полевая магнитная съемка.
16. Аэромагнитные и гидромагнитные съемки.
17. Прямые и обратные задачи магниторазведки.
18. Геологическое истолкование результатов магниторазведки.
19. Физико-математические и геологические основы электроразведки. Принципы решения прямых задач электроразведки.
20. Электромагнитные поля, используемые в электроразведке. Естественные переменные электромагнитные поля.
21. Геоэлектрохимические поля. Искусственные постоянные электрические поля.
22. Искусственные переменные гармонические электромагнитные поля.
23. Электромагнитные свойства горных пород. Удельное электрическое сопротивление горных пород.
24. Примеры электроразведочной аппаратуры. Методы электроразведки.
25. Интерпретация данных электроразведки и решаемые задачи.
26. Применение методов электромагнитного профилирования. Интерпретация и области применения подземных методов электроразведки.
27. Сейсмостанции. Методика и системы наблюдений.
28. Применение сейсморазведки для решения различных геологических задач.
29. Методы определения и содержание радиоактивных элементов в земной коре. Радиоактивность минералов.
30. Ядерно-физические методы. Общая характеристика ядерно-физических (радиоизотопных) методов
31. Сейсмоакустические методы. Общая характеристика сейсмоакустических методов.
32. Понятие о геофизическом комплексе. Физико-геологическая модель.
33. Определение физико-геологической модели. Формирование и типы ФГМ.
34. Условия эффективного применения геофизических методов. Неоднозначность решения обратных задач геофизики.
35. Качественная неоднозначность по определению природы геофизических аномалий.
36. Количественная неоднозначность при решении обратных задач. Сужение пределов неоднозначности.

37. Комплексная интерпретация геофизических данных. Комплексный анализ геофизических данных.
38. Количественная комплексная интерпретация геофизических данных с помощью регрессионного анализа.
39. Геологическая интерпретация комплексных геофизических данных. Оценка морфологии объектов.
40. Оценка мощности и глубины залегания объектов. Оценка вещественного состава.
41. Оценка возраста объектов. Выбор геофизического комплекса.
42. Основные принципы выбора комплекса. Условия формирования геофизического комплекса.
43. Виды комплексирования геофизических методов.
44. Основы петрофизики. Петрофизика и геофизические свойства горных пород.

9. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

9.1 Перечень основной литературы

1. Геофизика : учеб. для студентов вузов. / [Богословский В. А. и др.] ; под ред. В. К. Хмелевского ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Геол. фак.. - М. : КДУ, 2012. - 318,

9.2 Перечень дополнительной литературы

1. Геофизические методы исследований. В.К. Хмелевской, Ю.И. Горбачев, А.В. Калинин, М.Г. Попов, Н.И. Селиверстов, В.А. Шевнин. Учебное пособие для геологических специальностей вузов. Петропавловск-Камчатский: изд-во КГПУ, 2004, 232 с Режим доступа: http://www.ifz.ru/fileadmin/user_upload/docs/aspirantura/asp_library/Hmelevskoy_Gorbachev_Kalinin_i_dr_Geofizicheskie_metodi_issledovaniy.pdf
2. Комплексирование геофизических методов : учеб. пособие. / А. С. Егоров, И. Б. Мовчан ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования С.-Петерб. горный ун-т. - СПб. : С.-Петерб. горный ун-т, 2018. - 116, [2] с

9.3 Перечень лицензионного программного обеспечения (при необходимости)

9.4 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

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

Все о геологии – http://geo.web.ru/db/top_geo.html?s=121101000;

Геофизические методы поисков и разведки полезных ископаемых – <http://geofizic.ru>

9.6 Описание материально-технического обеспечения.

Помещение – аудитория, рассчитанная на группу из 10-15 учащихся, оборудованная мультимедийным проектором, компьютером, экраном, доской для рисования фломастером, набор фломастеров и средством для удаления рисунков.

10. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ. - русский

11. ПРЕПОДАВАТЕЛЬ (ПРЕПОДАВАТЕЛИ). – Тихоцкий С.А., доктор физико-математических наук, профессор, член-корр РАН, директор Института Физики Земли РАН.

12. АВТОР (АВТОРЫ) ПРОГРАММЫ. – Тихоцкий С.А., доктор физико-математических наук, профессор, член-корр РАН, директор Института Физики Земли РАН.