

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

Ядерная геофизика

Автор-составитель: Никулин Б.А.

Уровень высшего образования:
Бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:
Геофизика

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

Год приема на обучение – 2017.

© 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 «Ядерная геофизика» является теоретическое изучение основных разделов метода и физически обоснованное понимание возможности и роли метода при решении геологических задач.

Задача освоения дисциплины «Ядерная геофизика» состоит в приобретении знаний о физических свойствах горных пород, технологии их измерений и обоснования ядерных петрофизических связей при комплексной интерпретации геофизических данных.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные обязательные дисциплины, курс – III, семестр – 6.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Высшая математика», «Математический анализ», «Информатика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Функции комплексного переменного», «Физика», «Ядерная физика», «Общая геология», «Структурная геология и геокартирование», «Геохимия», «Петрография», «Геология нефти и газа», «Гравиразведка», «Магниторазведка», «Электроразведка», «Сейсморазведка».

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

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

ОПК-3.Б Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично),

ОПК-4.Б Способность применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач (формируется частично).

ПК-7.Б Готовность применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки при решении производственных задач (в соответствии с профилем подготовки) (формируется частично).

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Знать: возможности изучения естественной и искусственной радиоактивности методами ядерной геофизики при определении ядерно-физических свойств горных пород.

Уметь: проводить лабораторные и полевые наблюдения по изучению различных проявлений радиации горных пород, определять необходимый комплекс методов ядерной геофизики для достижения поставленной геологической задачи.

Владеть: современными приемами обработки и интерпретации результатов основных методов ядерной геофизики с применением вычислительного программного обеспечения.

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия.

5. Объем дисциплины составляет 2 з.е., в том числе 26 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (13 часов – занятия лекционного типа, 13 часов – занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 8 часов – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 46 академических часа 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):

Дисциплина «Ядерная геофизика» предназначена для студентов геофизиков (бакалавров) и направлена на приобретение знаний о ядерно-физических свойствах горных пород, видах взаимодействия радиоактивных излучений с веществом, технологии их измерений и обоснования ядерных петрофизических связей при комплексной интерпретации геофизических данных. В ней также рассмотрены основные ядерные геофизические методы и примеры их использования в нефтегазовой и рудной геологии.

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	
Введение		1			1	
Естественная радиоактивность. Определяющие факторы ядерно-физических свойств горных пород. Интегральный и спектрометрический $U(Ra)$, Th, K гамма-методы.		1		2	3	5
Радиометрия. Методы гамма и эмманационной съемки.		2		2	4	4
Аппаратурный комплекс при радиометрических исследованиях.		2		2	4	4
Классификация пород по радиоактивности. Радиометрия при решении геологических задач.		2		2	4	4
Искусственная радиоактивность. Виды взаимодействия гамма-излучения и нейтронов с веществом горных пород.		1		1	2	4
Гамма-гамма, нейтрон-нейтронный и нейтрон-гамма методы. Решаемые геологические задачи в полевых и лабораторных условиях.		1		1	2	4
Ядерно-магнитный метод в магнитном поле Земли и в сильном поле искусственных магнитов.		1		1	2	5
Ядерная-геофизика при комплексной интерпретации геофизических данных.		2		2	4	Подготовка к контрольному опросу, 6 часов
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>		5				10 Консультация
Итого	72	26				46

Содержание разделов дисциплины:

1. Введение.

Краткие исторические сведения об изучении основных ядерно-физических свойств, цели и задачи ядерной геофизики. Методика ядерно-физических исследований ее роль и место в современной геологической науке.

2. Естественная радиоактивность. Определяющие факторы ядерно-физических свойств горных пород. Интегральный и спектрометрический U(Ra), Th, K, гамма-методы.

Типы ядерно-физических свойств пород и подходы к их изучению. Многообразие определяющих факторов, естественная и искусственная радиоактивность. Нейтронные и гамма-методы. Ядерная геохимия и атомная структура химических элементов. Электронная и кристаллическая структуры, типы связей. Типы пород и история их формирования. Лито-петрологические характеристики пород: состав, структура, текстура, наличие органического вещества ОВ и нейтронно-поглощающих элементов. Ядерно-физические константы (сечение поглощения, рассеяния гамма-квантов и нейтронов и др.).

3. Радиометрия. Методы гамма и эманационной съемки.

Общие понятия естественной радиоактивности, радиоактивные элементы уран, торий, калий. Ряды радиоактивных распадов и их параметры: периоды полураспада изотопов, виды излучения и их энергия. Гамма-съемка. Эманационная альфа-съемка.

4. Аппаратурный комплекс при радиометрических исследованиях

Типы лабораторной аппаратуры для измерения физических свойств образцов горных пород: плотности, пористости, проницаемости, радиоактивности, вещественного состава и др. Приборы для исследования полноразмерных кернов.

5. Классификация пород по радиоактивности. Радиометрия при решении геологических задач.

Естественная радиоактивность минералов и горных пород. Радиоактивность магматических пород и пород осадочного комплекса. Изменение радиоактивности в ходе метаморфических и метасоматических процессов. Распределение и миграция урана, тория, калия в земной коре.

6. Искусственная радиоактивность. Виды взаимодействия гамма-излучения и нейтронов с веществом горных пород.

Процессы и виды взаимодействия гамма-излучения с горными породами. Решаемые задачи по видам взаимодействия. Нейтроны и процессы их взаимодействия с горными породами. Нейтронные характеристики горных пород и их связи с физическими свойствами и элементным составом пород.

7. Гамма-гамма, нейтрон-нейтронный и нейтрон-гамма методы. Решаемые геологические задачи в полевых и лабораторных условиях.

Гамма-гамма плотностной и литологический метод. Нейтрон-нейтронный и нейтрон-гамма по тепловым нейтронам методы оценки влажности (пористости) горных пород и нейтрон-гамма спектрометрические методы оценки вещественного состава пород.

8. Ядерно-магнитный метод в магнитном поле Земли и в сильном поле искусственных магнитов.

Ядерно-магнитный метод в магнитном поле Земли при исследовании пористости и подвижности флюидов на образцах горных пород. Ядерно-магнитный метод в сильном поле искусственных магнитов при оценке фильтрационно-емкостных свойств в скважинных условиях.

9. Ядерная-геофизика при комплексной интерпретации геофизических данных.

Петрофизические модели ядерно-геофизических методов для различных геологических объектов. Статистическая обработка комплекса петрофизических данных. Анализ петрофизической информации. Взаимосвязи между параметрами горных пород. Определение и классификация петрофизических моделей. Петрофизическое районирование. Петрофизические модели нефтегазоносных и рудных объектов.

Содержание семинаров.

Проведение профильных радиометрических измерений гамма-радиометром горных пород (данные каротажа или наземного маршрута). Оценить природу радиоактивности различных горных пород. Статистический анализ результатов.

Измерения Урана, Тория, Калия на образцах, отобранных в маршруте. Статистический анализ результатов. Сопоставление с маршрутной съемкой, взаимная привязка данных.

Измерения плотности гамма-гамма методом на образцах горных пород. Статистический анализ результатов.

Измерения содержания породообразующих элементов (кальция и железа) в образцах горных пород. Статистический анализ результатов. Комплексная геолого-геофизическая интерпретация данных. Оценить пористость пород.

Измерения магнитной восприимчивости на образцах горных пород. Статистический анализ результатов. Комплексная геолого-геофизическая интерпретация данных о магнитной восприимчивости и измерения Урана, Тория, Калия на образцах.

Определение эффективной пористости образцов методом ЯМР.

Обработка маршрутной съемки и анализа комплекса лабораторных петрофизических данных. Построение сводных петрофизических разрезов и моделей.

Примерные темы рефератов.

1. Роль отечественных ученых в развитии Ядерная геофизика.
2. Изучения свойств и состава кернов.
3. Природа аномалий поля радиоактивности Земли и геология.
4. Петрофизика, как инструмент настройки ядерно-геофизических методов.
5. Роль ядерно-геофизических методов при подсчете запасов полезных ископаемых.
6. Многомерный корреляционный анализ.
7. Комплексные ядерно-геофизические и петрофизические связи при решении геологических задач.
8. Природа естественной радиоактивности в различных литолого-фациальных зонах.
9. Построение ядерно-геофизических моделей при решении задач в нефтегазовой и рудной областях.

Рекомендуемые образовательные технологии.

При реализации программы дисциплины «Ядерная геофизика» используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора и семинарских занятий в лаборатории или компьютерном классе отделения Геофизики Геологического факультета МГУ с использованием специальных вычислительных и тестовых программ, а самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь при выполнении лабораторных работ, в написании рефератов) и индивидуальную работу студента в компьютерном классе отделения Геофизики или библиотеке Геологического факультета.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине.

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

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные и собеседование при приеме рефератов.

Промежуточным контролем служит зачет.

Примерный перечень контрольных вопросов и заданий для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Природа естественной радиоактивности в различных литолого-фациальных зонах.
 2. Факторы, влияющие на неоднородность по радиоактивности горных пород.
 3. Ряды распада урана и тория;
 4. Эманационная съемка;
 5. Радиометрическая съемка;
 6. Спектрометрический метод естественной радиоактивности;
 7. Значение и роль априорных петрофизических данных при геологической интерпретации ядерно-физических аномалий;
 8. Оценка плотности и вещественного состава пород гамма-гамма методами;
 9. Оценка пористости и вещественного состава пород нейтронными методами;
 10. Сопоставление КЕРН-ГИС для оценки достоверности геофизических методов.
- Многомерный корреляционный анализ;
11. Обоснование многомерных петрофизических моделей;
 12. Основы ядерно-магнитного метода;
 13. Радиоактивность нефтематеринских пород;
 14. Комплекс ядерно-геофизической аппаратуры для исследования полноразмерных кернов.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Незачет»	«Зачет»
Знания: возможности изучения естественной и искусственной радиоактивности методами ядерной геофизики при определении ядерно-физических свойств горных пород.	Знания отсутствуют	Систематические или общие, но не структурированные знания
Умения: проводить лабораторные и полевые наблюдения по изучению различных проявлений радиации горных пород, определять необходимый комплекс методов ядерной геофизики для достижения поставленной геологической задачи.	Умения проводить лабораторные и полевые наблюдения по изучению различных проявлений радиации горных пород, определять необходимый комплекс методов ядерной геофизики для достижения	Успешное умение или в целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности принципиального характера

	поставленной геологической задачи отсутствуют	
Владения: современными приемами обработки и интерпретации результатов основных методов ядерной геофизики с применением вычислительного программного обеспечения.	Навыки владения отсутствуют	Владение современными приемами обработки и интерпретации результатов основных методов ядерной геофизики с применением вычислительного программного обеспечения.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Вахромеев Г.С., Ерофеев Л.Я., и др. Петрофизика, Изд-во Томского университета. 1997.
2. Горбачев Ю.И. Геофизические исследования скважин: Учебник для вузов. Под ред. Каруса Е.В. – М.: Недра 1990 г.
3. Геофизика. Под ред. В.К.Хмелевского. М. КДУ. 2009, 2012, 2015. С.320.
4. Хмелевской В.К., Костицин В.И. Основы геофизических методов. Пермь. Изд-во ПГУ. 2010 С. 400.
5. Хмелевской В.К., Костицин В.И. Геофизика. Пермь. Изд-во ПГУ. 2018 С. 380.
6. Никитин А.А., Хмелевской В.К. Комплексирование геофизических методов, учебник, Москва 2012г.

- дополнительная литература:

1. Современная ядерная геофизика при поисках, разведке и разработке нефтегазовых месторождений. Сб. стат. ЯГО, М. 2004 г.
2. Никулин Б.А., Спиридонов А.И. Задачи кернового опробования ядерно-геофизическими методами. Сборник материалов Международной научно-технической конференции "Портативные генераторы нейтронов и технологии на их основе." 2004г. ВНИИА, М.278-281с.
3. Никулин Б.А. Экспрессное керновое опробование. Каротажник, N121, Тверь, 2004г.54-57с.3.
4. Горбачев Ю.И., Неретин В.Д., Никулин Б.А и др. Экспрессное изучение керна нефтегазовых скважин в полевых условиях. ЭИ. ВИЭМС. Геол., методы поисков и разведки месторождений нефти и газа... Произв. Опыт, 1988, вып. 6, с.1-9.5.
5. Иванькова Ю. В. и др. Оперативная оценка коллекторских свойств, Сб. Научно-практическая конференция «Геомодель-2003». М. ОАО ЦГЭ.
6. Никулин Б.А., Богословский В.А., (МГУ им. М.В. Ломоносова) Ботвиновская О.А., Ганичев Д.И, Тверитнев А.А. (ОАО «НК «Роснефть») Литогенетическая типизация нижнедевонских карбонатных отложений Тимано-Печорской провинции по данным геофизических исследований скважин. 2010г. «Нефтяное хозяйство», № 12, 5с.
7. Никулин Б.А. (МГУ им. М.В. Ломоносова), Скибицкая Н.А., О.О.(ИПНГРАН). К вопросу оценки компонентного состава битумоидов по геофизическим данным в карбонатном разрезе. 2010г. Тезисы Юбилейная международная конференция "Петрофизика: современное состояние, проблемы, перспективы", Москва 2010г. 35-38.
8. Новиков Г.Ф. Радиометрическая разведка: Учебник. - Л.: Недра, 1989. -. 440 с. 8.

9. Ларионов В.В., Резванов Р.А. Ядерная геофизика и радиометрическая разведка. Москва, Недра 1988 - 325с. Учебник для вузов.
10. Евсеева Л.С.; Перельман А.И.; Иванов К.Е. Геохимия урана в зоне гипергенеза. Изд-во: М.: Атомиздат, 1975 г.;

Б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Специальные вычислительные и логические компьютерные программы, созданные сотрудниками и преподавателями кафедры Геофизики Геологического факультета МГУ.

В) Материально-техническое обеспечение:

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Ядерная геофизика» используются: лаборатория Петрофизики и Ядерной геофизики кафедры Геофизики, компьютерный класс отделения Геофизики, специализированная аудитория с ПК и компьютерным проектором, библиотека Геологического факультета МГУ.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватели – преподаватели и сотрудники кафедры Геофизических методов исследования земной коры Геологического факультета МГУ им М.В.Ломоносова.

11. Автор программы – Никулин Б.А.