

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт геологии и нефтегазовых технологий



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
Ядерная геофизика БЗ.В.7

Направление подготовки: 020700.62 - Геология

Профиль подготовки: Геофизика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Ибрагимов Ш.З.

**Рецензент(ы):**

Ясонов П.Г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Нургалиев Д. К.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Учебно-методическая комиссия Института геологии и нефтегазовых технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Регистрационный No 326714

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Ибрагимов Ш.З. кафедра геофизики и геоинформационных технологий Институт геологии и нефтегазовых технологий, Shamil.Ibragimov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Ознакомить студентов с теоретическими основами ядерной геофизики, радиометрической аппаратурой, основными методами ядерной геофизики и радиометрии, а также ознакомить с методиками проведения полевых работ и интерпретацией результатов измерений.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.В.7 Профессиональный" основной образовательной программы 020700.62 Геология и относится к вариативной части. Осваивается на 3, 4 курсах, 6, 7 семестры.

Для изучения дисциплины "Ядерная геофизика" необходимо знакомство студентов с курсом физики в объеме средней школы, а также курсом "Ядерная физика" в высшей школе. Курс "Ядерная геофизика" является основным для курсов профессионального цикла Б3.В.7. Изучается в 6 семестре на 3 курсе и в 7 семестре на 4 курсе.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-16 (профессиональные компетенции)	способен использовать профильно-специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, экологии для освоения теоретических основ геологии, геофизики, геохимии, экологической геологии (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-5 (профессиональные компетенции)	готов к работе на полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-9 (профессиональные компетенции)	готов применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических исследований при решении научно-производственных задач (в соответствии с профилем подготовки)

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

физические основы методов ядерной геофизики, входящих в программу курса; возможности и ограничения методов ядерной геофизики.

2. должен уметь:

применять методы ядерной геофизики при решении различных геологических задач и при поисках месторождений полезных ископаемых.

3. должен владеть:

навыками применения методов ядерной геофизики и приемами интерпретации результатов ядерно-геофизических исследований.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Понимать цели и задачи ядерно-геофизических методов;

Обладать теоретическими знаниями о физических основах методов ядерной геофизики;

Ориентироваться в различных ядерно-геофизических методах и методиках для корректного их использования;

Приобрести навыки работы с ядерно-геофизической аппаратурой и интерпретации данных.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 6 семестре; зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Предмет ядерной геофизики, цели и задачи курса. Место ядерной геофизики в системе геофизических наук.	6	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Естественная радиоактивность горных пород. Закон радиоактивного распада, подвижное и устойчивое равновесие. Ряды радиоактивных семейств урана и тория, основные гамма-излучатели в ряду урана и тория. Понятие о ядерной геохронологии. Основные единицы измерения радиоактивности.	6	2-7	6	0	12	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Взаимодействие нейтронов с веществом. Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Механизм возникновения характеристического излучения. Эффективный коэффициент поглощения гамма-квантов для гетерогенных сред.	6	8-13	6	0	16	устный опрос
4.	Тема 4. Регистрация радиоактивных излучений. Детекторы радиоактивных излучений. Измерительная аппаратура: типовые блок-схемы интегральных и спектральных радиометров. Метрологические характеристики радиометрической аппаратуры, погрешности измерений.	7	1-3	4	0	4	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Радиометрические методы. Лабораторные методы. Методика проведения полевой пешеходной гамма-съемки, интерпретация результатов гамма-съемки. Спектрометрическая гамма-съемка. Применение радиометрических методов при геокартировании, решение экологических задач, поиски радиоактивных и не радиоактивных руд.	7	4-7	2	0	4	контрольная работа
6.	Тема 6. Гамма-гамма-методы: физические основы методов, источники гамма-излучения, плотностная модификация, метод измерения эффективного атомного номера породы. Использование ГГМ для решения геологических задач.	7	8-11	4	0	4	тестирование

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Рентгенрадиометрический метод: физические основы флуоресцентного анализа; мешающие излучения и способы их учета, матричный эффект; подготовка проб, требования к эталонным образцам; методика измерений. Применение РРМ при поисках, разведке и эксплуатации месторождений полезных ископаемых.	7	12-15	4	0	4	тестирование
8.	Тема 8. Физические основы нейтрон-активационного анализа, методика проведения анализа, использование метода при поисках редких земель и золота. Гамма-активационный анализ: физические основы, методика, применение метода.	7	16-17	4	0	2	тестирование
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	экзамен
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Итого			32	0	46	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Предмет ядерной геофизики, цели и задачи курса. Место ядерной геофизики в системе геофизических наук.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Введение. Предмет ядерной геофизики, цели и задачи курса. Место ядерной геофизики в системе геофизических наук. Радиоактивные превращения. Альфа-распад, бета-распад. Гамма-излучение, понятие ядерной изомерии. Нейтроны, энергетическая классификация нейтронов.

**Тема 2. Естественная радиоактивность горных пород. Закон радиоактивного распада, подвижное и устойчивое равновесие. Ряды радиоактивных семейств урана и тория, основные гамма-излучатели в ряду урана и тория. Понятие о ядерной геохронологии. Основные единицы измерения радиоактивности.**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Естественная радиоактивность горных пород. Закон радиоактивного распада, период полураспада, подвижное и устойчивое равновесие. Ряды радиоактивных семейств урана, тория: общая характеристика каждого семейства, основные гамма-излучатели в ряду урана и тория. Одиночные естественные радиоактивные изотопы. Понятие о ядерной геохронологии. Основные единицы измерения радиоактивности.

**лабораторная работа (12 часа(ов)):**

Законы радиоактивного распада и радиоактивные равновесия: расчет время установления устойчивого и подвижного равновесий, расчет накопления элементов радиоактивных семейства урана и тория. Интерпретация данных аэрогаммаспектрометрии: по данным распределения содержания урана, тория и калия-40, используя также данные аэромагнитной съемки и геологическую карту участка, провести комплексную интерпретацию (включая геологическую).

**Тема 3. Взаимодействие нейтронов с веществом. Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Механизм возникновения характеристического излучения. Эффективный коэффициент поглощения гамма-квантов для гетерогенных сред.**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Взаимодействие радиоактивных излучений с веществом. Длина пробега для заряженных частиц. Взаимодействие нейтронов с веществом: упругое и неупругое рассеяние; радиационный захват; сечение реакций; полное сечение и свободные пробеги нейтронов в веществе. Взаимодействие гамма-квантов: упругое и неупругое рассеяние; поглощение гамма-квантов фотоэффект и рождение электронно-позитронных пар; сечение и энергетические характеристики реакций; механизм возникновения характеристического излучения. Эффективный коэффициент поглощения гамма-квантов для гетерогенных сред.

**лабораторная работа (16 часа(ов)):**

Взаимодействие гамма-квантов с веществом: расчет линейного коэффициента поглощения квантов радия в свинце, определение расстояния от точечного источника радия 226 для эталонировки радиометра

**Тема 4. Регистрация радиоактивных излучений. Детекторы радиоактивных излучений. Измерительная аппаратура: типовые блок-схемы интегральных и спектральных радиометров. Метрологические характеристики радиометрической аппаратуры, погрешности измерений.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Регистрация радиоактивных излучений. Типы детекторов: газонаполненные, сцинтилляционные, полупроводниковые, их устройства, принцип работы и назначения; аппаратный спектр сцинтилляционного детектора при регистрации спектра гамма-излучения. Измерительная аппаратура: типовые блок-схемы интегральных радиометров и одноканальных амплитудных анализаторов; принципы построения многоканальных спектрометров на базе микропроцессоров. Метрологические характеристики радио-метрической аппаратуры: чувствительность, предел обнаружения, контроль стабильности, погрешности измерений.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Изучение гамма-спектрометра ГАММА-1С, лабораторное определение содержания естественных радиоактивных элементов в пробах: изучить устройство спектрометра, освоить порядок проведения работ с анализатором (выборы режимов измерения, проведение измерения, результаты измерения), провести измерение образцов, по спектрам определить и рассчитать содержания радиоактивных элементов

**Тема 5. Радиометрические методы. Лабораторные методы. Методика проведения полевой пешеходной гамма-съемки, интерпретация результатов гамма-съемки. Спектрометрическая гамма-съемка. Применение радиометрических методов при геокартировании, решение экологических задач, поиски радиоактивных и не радиоактивных руд.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**



Радиометрические методы. Тонкие, промежуточные и насыщенные слои. Лабораторные методы: гамма-метод, лабораторный эманационный метод. Гамма-съёмка: оценка глубинности гамма-метода; виды гамма-съёмок, методика проведения пешеходной гамма-съёмки, интерпретация результатов гамма-съёмки. Спектрометрическая гамма-съёмка: физические основы, методические особенности проведения наблюдений. Применение радиометрических методов: геокартирование, решение экологических задач, поиски радиоактивных и не радиоактивных руд.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Интерпретация данных гамма-съёмки над урановым рудным телом: определение аномалии, расчет содержания эквивалентного урана в аномальном теле. Интерпретация данных аэрогаммаспектрометрии на участке Осенний (Горный Алтай): по данным распределения содержания урана, тория и калия-40, используя также данные аэромагнитной съёмки и геологическую карту участка, провести комплексную интерпретацию (включая геологическую).

**Тема 6. Гамма-гамма-методы: физические основы методов, источники гамма-излучения, плотностная модификация, метод измерения эффективного атомного номера породы. Использование ГГМ для решения геологических задач.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Гамма-гамма-методы (ГГМ): физические основы метода, источники гамма-излучения, плотностная модификация (ГГМ-П), определение плотности пород в условиях естественного залегания; метод измерения эффективного атомного номера породы (ГГМ-С), способы учета влияния плотности среды; использование ГГМ для решения геологических задач.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Применение гамма-гамма-методов при исследовании на угольном месторождении: по сопоставлению данных ГГК-П и определения зольности по керну провести эталонирование данных ГГК-П в зависимости от зольности углей; провести аналогичную работу с данными ГГК-С

**Тема 7. Рентгенрадиометрический метод: физические основы флуоресцентного анализа; мешающие излучения и способы их учета, матричный эффект; подготовка проб, требования к эталонным образцам; методика измерений. Применение РРМ при поисках, разведке и эксплуатации месторождений полезных ископаемых.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Рентгенрадиометрический метод (РРМ): физические основы флуоресцентного анализа, геометрия измерений, мешающие излучения и способы их учета, матричный эффект; методика проведения: подготовка проб, изготовление эталонов, градуировка; методика измерений: способ интенсивности, способ отношений, способ спектральных отношений, методика проведения полевых измерений; применение РРМ при поисках, разведке и эксплуатации месторождений полезных ископаемых.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Применение методов рудного каротажа при поисках олова: по данным РРК выделить интервалы рудной минерализации и сопоставить с данными геологического опробования; на безрудных интервалах определить порог обнаружения; по выделенным рудным интервалам определить содержание олова; оценить относительную погрешность определения содержания олова по данным РРК и опробования керна. Расчленение разреза скважин на медно-никелевом сульфидном месторождении: используя данные РРК, охарактеризовать минералогический состав рудной зоны, знание которого необходимо для выбора технологии обогащения руды.

**Тема 8. Физические основы нейтрон-активационного анализа, методика проведения анализа, использование метода при поисках редких земель и золота.**

**Гамма-активационный анализ: физические основы, методика, применение метода.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Физические основы нейтрон-активационного анализа, методика проведения анализа, использование метода при поисках редких земель и золота.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Изучить схему активации золота, оценить время активации и время остывания с учетом содержания натрия во вмещающих породах.

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Взаимодействие нейтронов с веществом. Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Механизм возникновения характеристического излучения. Эффективный коэффициент поглощения гамма-квантов для гетерогенных сред.	6	8-13	подготовка к устному опросу	38	устный опрос
5.	Тема 5. Радиометрические методы. Лабораторные методы. Методика проведения полевой пешеходной гамма-съёмки, интерпретация результатов гамма-съёмки. Спектрометрическая гамма-съёмка. Применение радиометрических методов при геокартировании, решение экологических задач, поиски радиоактивных и не радиоактивных руд.	7	4-7	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Гамма-гамма-методы: физические основы методов, источники гамма-излучения, плотностная модификация, метод измерения эффективного атомного номера породы. Использование ГГМ для решения геологических задач.	7	8-11	подготовка к тестированию	8	тестирование
7.	Тема 7. Рентгенрадиометрический метод: физические основы флуоресцентного анализа; мешающие излучения и способы их учета, матричный эффект; подготовка проб, требования к эталонным образцам; методика измерений. Применение РРМ при поисках, разведке и эксплуатации месторождений полезных ископаемых.	7	12-15	подготовка к тестированию	8	тестирование
8.	Тема 8. Физические основы нейтрон-активационного анализа, методика проведения анализа, использование метода при поисках редких земель и золота. Гамма-активационный анализ: физические основы, методика, применение метода.	7	16-17	подготовка к тестированию	13	тестирование
	Итого				75	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Проводятся лекции и лабораторные занятия с использованием компьютеров. Большая часть материала изучается самостоятельно

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

**Тема 1. Предмет ядерной геофизики, цели и задачи курса. Место ядерной геофизики в системе геофизических наук.**

**Тема 2. Естественная радиоактивность горных пород. Закон радиоактивного распада, подвижное и устойчивое равновесие. Ряды радиоактивных семейств урана и тория, основные гамма-излучатели в ряду урана и тория. Понятие о ядерной геохронологии. Основные единицы измерения радиоактивности.**

**Тема 3. Взаимодействие нейтронов с веществом. Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Механизм возникновения характеристического излучения. Эффективный коэффициент поглощения гамма-квантов для гетерогенных сред.**

устный опрос , примерные вопросы:

Предмет ядерной геофизики, цели и задачи курса. Место ядерной геофизики в системе геофизических наук. Естественная радиоактивность горных пород. Закон радиоактивного распада, подвижное и устойчивое равновесие. Ряды радиоактивных семейств урана и тория, основные гамма-излучатели в ряду урана и тория. Понятие о ядерной геохронологии. Основные единицы измерения радиоактивности. Взаимодействие нейтронов с веществом. Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Механизм возникновения характеристического излучения. Эффективный коэффициент поглощения гамма-квантов для гетерогенных сред.

**Тема 4. Регистрация радиоактивных излучений. Детекторы радиоактивных излучений. Измерительная аппаратура: типовые блок-схемы интегральных и спектральных радиометров. Метрологические характеристики радиометрической аппаратуры, погрешности измерений.**

**Тема 5. Радиометрические методы. Лабораторные методы. Методика проведения полевой пешеходной гамма-съёмки, интерпретация результатов гамма-съёмки. Спектрметрическая гамма-съёмка. Применение радиометрических методов при геокартировании, решение экологических задач, поиски радиоактивных и не радиоактивных руд.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Дайте определение тонким, промежуточным и насыщенным слоям. Какой вид излучения регистрируется при эмманационной съёмке и почему? Какова глубинность гамма-съёмки и какие факторы ее определяют? Что получают при проведении спектрметрической гамма-съёмки? Дайте краткое описание применения радиометрических методов при решении геологических задач. В чем различие интегрального и спектрметрического радиометров? Как определяется предел обнаружения радиометра?

**Тема 6. Гамма-гамма-методы: физические основы методов, источники гамма-излучения, плотностная модификация, метод измерения эффективного атомного номера породы. Использование ГГМ для решения геологических задач.**

тестирование , примерные вопросы:

Гамма-гамма-методы (ГГМ): физические основы метода, источники гамма-излучения, плотностная модификация (ГГМ-П), определение плотности пород в условиях естественного залегания; метод измерения эффективного атомного номера породы (ГГМ-С), способы учета влияния плотности среды; использование ГГМ для решения геологических задач.

**Тема 7. Рентгенрадиометрический метод: физические основы флуоресцентного анализа; мешающие излучения и способы их учета, матричный эффект; подготовка проб, требования к эталонным образцам; методика измерений. Применение РРМ при поисках, разведке и эксплуатации месторождений полезных ископаемых.**

тестирование , примерные вопросы:

Рентгенрадиометрический метод (РРМ): физические основы флуоресцентного анализа, геометрия измерений, мешающие излучения и способы их учета, матричный эффект; методика проведения: подготовка проб, изготовление эталонов, градуировка; методика измерений: способ интенсивности, способ отношений, способ спектральных отношений, методика проведения полевых измерений; применение РРМ при поисках, разведке и эксплуатации месторождений полезных ископаемых.

## **Тема 8. Физические основы нейтрон-активационного анализа, методика проведения анализа, использование метода при поисках редких земель и золота.**

### **Гамма-активационный анализ: физические основы, методика, применение метода.**

тестирование , примерные вопросы:

Какой ядерно-физический метод используется при поисках и разведке месторождений бериллия? В чем причина высокой чувствительности определения содержания бериллия ядерно-физическим методом? Что такое наведенная активность? Какие существуют способы активации? Какой процесс взаимодействия лежит в основании нейтрон-активационного метода? Почему нейтрон-активационный метод имеет значительно большую чувствительность по сравнению с рентгенрадиометрическим?

### **Тема . Итоговая форма контроля**

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету и экзамену:

Максимальный суммарный балл по результатам тестирования и выполнения индивидуального задания - 40.

Оценка активности студентов во время лабораторных занятий - до 20 баллов.

Максимальный балл на экзамене - 40 .

Для самостоятельной работы студентов будет подготовлено подробное методическое пособие в электронном виде.

Вопросы к зачету

1. Предмет ядерной геофизики, место ядерной геофизики в системе геофизических наук.
2. Взаимодействие нейтронов с веществом: рассеяние и радиационный захват, сечение реакций.
3. Взаимодействие гамма-квантов с веществом: рассеяние и поглощение; сечение и энергетические характеристики реакций.
4. Механизм возникновения характеристического излучения, выход флюоресценции.
5. Типы детекторов, их устройства, принцип работы и назначения.
6. Аппаратурный спектр сцинтилляционного детектора при регистрации спектра гамма-излучения.
7. Блок-схема и назначения блоков интегрального радиометра.
8. Блок-схема и назначения блоков одноканального спектрометра.
9. Закон радиоактивного распада, период полураспада, подвижное и устойчивое равновесие.
10. Ряды радиоактивных семейств урана и тория: общая характеристика каждого семейства, основные гамма-излучатели в ряду урана и тория.
11. Основные единицы измерения радиоактивности.
12. Тонкие, промежуточные и насыщенные слои. Лабораторные методы: гамма-метод, лабораторный эманационный метод.
13. Гамма-съёмка: оценка глубинности гамма-метода; виды гамма-съёмок, методика проведения пешеходной гамма-съёмки, интерпретация результатов гамма-съёмки.
14. Спектрометрическая гамма-съёмка: физические основы, методические особенности проведения наблюдений.
15. Применение радиометрических методов для геокартирования, решения экологических задач.

вопросы к контрольным работам

Контрольная работа ♦1

1. Что изучает радиометрия?
2. Что такое энергетический спектр радиоактивного излучения?
3. Основные единицы измерения радиоактивности.

4. Рассчитайте весовой эквивалент по активности 1 г радия для урана-238. Период полураспада радия-226 равен 1500 лет, урана-238 - 109лет.
5. Что такое радиоактивное равновесие? Каким бывает радиоактивное равновесие?
6. Назовите основные причины нарушения радиоактивного равновесия в ряду урана.
7. Назовите основные радиоактивные элементы, обуславливающие естественную радиоактивность горных пород.
8. Какова энергия основных излучателей гамма-квантов в ряду урана и тория?
9. Как определяется предел обнаружения радиометра?
10. Дайте определение тонким, промежуточным и насыщенным слоям.
11. Какой вид излучения регистрируется при эмманационной съемке и почему?
12. Какова глубинность гамма-съемки и какие факторы ее определяют?
13. Что получают при проведении спектрометрической гамма-съемки?
14. Дайте краткое описание применения радиометрических методов при решении геологических задач.

### 7.1. Основная литература:

Бармасов, А. В. Курс общей физики для природопользователей. Механика : учеб. пособие / А. В. Бармасов, В. Е. Холмогоров / Под ред. А. С. Чирцова. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2008. ? 411 с.: ил. ? (Учебная литература для вузов).- ISBN 978-5-94157-729-3. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=349931>

Экспериментальная ядерная физика: [Учебник для вузов]/ Мухин К.Н.; Санкт-Петербург, Лань 2008, электронная версия печ. публикации - ISBN 978-5-8114-0738-5 URL: <http://e.lanbook.com/view/book/277/>

Лабораторные работы по ядерной геофизике [Текст: электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Ш. З. Ибрагимов ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Ин-т геологии и нефтегазовых технологий, Каф. геофизики и геоинформ. технологий .? Электронные данные (1 файл: 1,41 Мб) .? (Казань : Казанский федеральный университет, 2014) .? Загл. с экрана .? Режим доступа: открытый .? <URL: [http://libweb.ksu.ru/ebooks/03-IGNG/03\\_023\\_A5-000502.pdf](http://libweb.ksu.ru/ebooks/03-IGNG/03_023_A5-000502.pdf)>.

### 7.2. Дополнительная литература:

Геофлюидальные давления и их роль при поисках и разведке месторождений нефти и газа: Монография / В.Г. Мартынов, В.Ю. Керимов, Г.Я. Шилов и др. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 347 с.: 60x90 1/16. - (Научная мысль). (п) ISBN 978-5-16-005639-5, 200 экз. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=347235>

Науки о Земле: Учебное пособие / Г.К. Климов, А.И. Климова. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 390 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-005148-2, 500 экз. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=237608>

Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики: Учеб. пос. / С.И.Кузнецов, А.М.Лидер - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Вузов. учеб.: НИЦ ИНФРА-М, 2015 - 212 с.: 60x90 1/16.(п) ISBN 978-5-9558-0350-0, 500 экз. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=438135>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

КПФУ - [http://www.ksu.ru/f3/bin\\_files/ya-g!207.pdf](http://www.ksu.ru/f3/bin_files/ya-g!207.pdf)

Ларионов В.В., Резванов В.А. - Ядерная геофизика и радиометрическая разведка -

<http://www.razym.ru/naukaobraz/obrazov/182670-larionov-vv-rezvanov-va-yadernaya-geofizika-i-radiometr>

МГУ - <http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1161636&uri=page50.html>

РАДИОМЕТРИЯ и ЯДЕРНАЯ ГЕОФИЗИКА. Научно-технические работы - <http://prodav.narod.ru/nuclear/index.html>

Ядерная геофизика -

[http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_geolog/8267/%D0%93%D0%95%D0%9E%D0%A4%D0%98%D0%97%](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_geolog/8267/%D0%93%D0%95%D0%9E%D0%A4%D0%98%D0%97%)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Ядерная геофизика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебная лаборатория по ядерной геофизике.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020700.62 "Геология" и профилю подготовки Геофизика .

Автор(ы):

Ибрагимов Ш.З. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Ясонов П.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.