

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено

Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Протокол от 25.08.2025 № 25.8

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

ЯДЕРНАЯ ГЕОХИМИЯ

название дисциплины

для направления подготовки

14.05.02 Атомные станции:

проектирование, эксплуатация и инжиниринг

направление/профиль

Радиационная безопасность атомных станций

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Ядерная геохимия» и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Ядерная геохимия» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. В результате освоения ООП специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Коды компетенций</i>	<i>Наименование компетенции</i>	<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции</i>
ПК-10.1	Способен к анализу и оценке воздействия ионизирующих излучений на физические и химические системы, человека и объекты окружающей среды	З-ПК-10.1 Знать закономерности воздействия ионизирующих излучений на физические и химические системы, человека и объекты окружающей среды; У-ПК-10.1 Уметь проводить анализ воздействия ионизирующих излучений на физические и химические системы, человека и объекты окружающей среды; В-ПК-10.1 Владеть методами оценки воздействия ионизирующих излучений на физические и химические системы, человека и объекты окружающей среды;
ПК-10	Способен провести оценку ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации и выводе из эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами	З-ПК-10 Знать критерии ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ; У-ПК-10 Уметь проводить оценки ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ; В-ПК-10 Владеть методами оценки ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ЯЭУ, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами;

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП специалитета

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см. РПД).

1.3. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 7 семестр			
1.	Раздел 2	3-ПК-10.1; У-ПК-10.1; В-ПК-10.1; 3-ПК-10; У-ПК-10; В-ПК-10	Тестирование
2.	Раздел 3	3-ПК-10.1; У-ПК-10.1; В-ПК-10.1; 3-ПК-10; У-ПК-10; В-ПК-10	Практическая работа
Промежуточная аттестация, 7 семестр			
	Экзамен	3-ПК-10.1; У-ПК-10.1; В-ПК-10.1; 3-ПК-10; У-ПК-10; В-ПК-10	Экзаменационный билет

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
Высокий <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает низсостоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	<i>Включает низсостоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
Пороговый <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Зачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	высокий	высокий
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	продвинутый	продвинутый
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	пороговый	пороговый
ниже порогового	пороговый	ниже порогового
	ниже порогового	-

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

- контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
- контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум
Текущая аттестация	1-16	36	60
Контрольная точка № 1	7-8	18	30
<i>Тестирование</i>	7	18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18	30

<i>Практическая работа</i>	15	18	30
Промежуточная аттестация	-	24	40
Экзамен	-		
Экзаменационный билет	-	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

* Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

Студент считается аттестованным по разделу, зачету или экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Студент может быть аттестован по дисциплине, если он аттестован по каждому разделу, зачету/экзамену и его суммарный балл составляет не менее 60.

Определение бонусов и штрафов

Бонусы: поощрительные баллы студент может получить к своему рейтингу в конце семестра за присутствие на лекциях, практических занятиях и активную и регулярную работу на занятиях. Бонус (премиальные баллы) не может превышать 5 баллов.

Бонус (премиальные баллы) не может превышать 5 баллов, вместе с баллами за текущую аттестацию – не более 60 баллов за семестр.

4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
Образовательная программа	Радиационная безопасность атомных станций
Дисциплина	Ядерная геохимия

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

На зачет выносятся основные теоретические вопросы по дисциплине и практико-ориентированные вопросы для проверки практических навыков и умения применять полученные географические знания в области экологии и природопользования. Зачет сдается устно, по билетам, в которых представлено 2 теоретических и 1 практико-ориентированный вопрос из типового перечня.

1. Предмет и методы ядерной геохимии, история ее развития. История развития ядерной геохимии в России.
2. Физические свойства радионуклидов (состав атомных ядер, энергия связи ядер, типы радиоактивных превращений)
3. Физические свойства радионуклидов (свойства радиоактивных излучений, понятие о дозах излучения и единицах измерения радиоактивности, основной закон радиоактивного распада)
4. Состояние радионуклидов в растворах при ультрамалых концентрациях. Распределение радионуклидов между двумя фазами
5. Изоморфизм и изодиморфизм. Примеры.
6. Законы Гана.
7. Осаждение, соосаждение, изотопный и неизотопный носители в растворах при ультрамалых концентрациях.
8. Адсорбция радионуклидов. Изотопный обмен
9. Роль изотопных и неизотопных носителей радионуклидов (на конкретных примерах).
10. Характеристика существующих радиоактивных семейств.
11. Основные минералы тория и их характеристики.
12. Ториевые руды. Экстракционный метод получения тория.
13. Ториевые руды. Метод избирательного осаждения гидроксида тория.
14. Ториевые руды.
15. Физико-химическая характеристика редкоземельных элементов (РЗЭ).
16. Распространенность РЗЭ в земной коре и их основные месторождения.
17. Химические свойства и минералы урана.
18. Строение и состав земной коры. Движение земной коры.
19. Классификация горных пород. Магматические горные породы.
20. Классификация горных пород. Осадочные горные породы.

21. Классификация горных пород. Метаформические горные породы.
22. Круговороты веществ в природе (большой (геологический), малый (биогеохимический)).
23. Минералы. Рудные минералы.
24. Поведение в геологических процессах химических элементов (бериллия и олова)
25. Поведение в геологических процессах химических элементов (меди и серебра)
26. Поведение в геологических процессах химических элементов (Nb и Ta)
27. Поведение в геологических процессах химических элементов (Ti, V)
28. Поведение в геологических процессах химических элементов (Pb, Hg)
29. Поведение в геологических процессах химических элементов (золото)
30. Поведение в геологических процессах химических элементов (Ni и Co)

Третий вопрос – у каждого свой

1. Применение изотопных отношений K – Ar для определения абсолютного возраста пород (минералов)
2. Применение изотопных отношений Rb – Sr для определения абсолютного возраста пород (минералов)
3. Применение изотопных отношений Sm – Nd для определения абсолютного возраста пород (минералов)
4. Применение изотопных отношений Re – Os для определения абсолютного возраста пород (минералов)
5. Применение изотопных отношений $^{238}\text{U} - ^{206}\text{Pb}$ для определения абсолютного возраста пород (минералов)
6. Применение изотопных отношений Th – Pb для определения абсолютного возраста пород (минералов)
7. Применение изотопных отношений $^{235}\text{U} - ^{207}\text{Pb}$ для определения абсолютного возраста пород (минералов)
8. Применение изотопных отношений $^{14}\text{C} - ^{14}\text{N}$ для определения абсолютного возраста пород (минералов)

Критерии оценивания компетенций (результатов):

- свободное владение теоретическим материалом по дисциплине;
- правильное применение специальной терминологии;
- владение и практическое применение межпредметных связей;
- иллюстрирование теоретических положений конкретными примерами.

Описание шкалы оценивания:

Оценка «Отлично» (36-40 баллов) ставится, если:

1. Полно раскрыто содержание материала билета;
2. Материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;
3. Показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, картами, применять их в новой ситуации;
4. Продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;
5. Ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;
6. Допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

Оценка «Хорошо» (30 – 35 баллов) ставится, если ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:

1. В изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;
2. Допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по

замечанию экзаменатора;

3. Допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора;

Оценка «Удовлетворительно» (25-29 баллов) ставится, если:

1. Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;
2. Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;
3. При неполном знании теоретического и практического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

Оценка «Неудовлетворительно» (24 и меньше баллов) ставится, если:

1. Не раскрыто основное содержание вопросов в билете;
2. Обнаружено незнание или непонимание большей, или наиболее важной части учебного материала, касающегося вопросов в билете;
3. Допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
Образовательная программа	Радиационная безопасность атомных станций
Дисциплина	Ядерная геохимия

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Предмет и методы ядерной геохимии, история ее развития. История развития ядерной геохимии в России.
2. Поведение в геологических процессах химических элементов (Ni и Co).
3. Применение изотопных отношений (свой вариант).

Составитель	_____	Т.В. Мельникова
	(подпись)	
Руководитель ОП	_____	А.А. Удалова
	(подпись)	

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
Образовательная программа	Радиационная безопасность атомных станций
Дисциплина	Ядерная геохимия

Практическая работа

Цель работы: закрепить знания о геохимических свойствах отдельных элементов и групп элементов с близкими свойствами.

Время для выполнения и защиты работы: 4 часа.

Исходные данные: учебная и справочная геохимическая литература.

Решаемые задачи: подготовить конспект по геохимии выбранных элементов и компьютерную презентацию, сделать устный доклад.

Рекомендации по выполнению работы

Результатом лабораторной работы является компьютерная презентация в формате PowerPoint с соответствующим устным докладом продолжительностью 20-30 минут, в ходе которой должны быть освещены следующие вопросы:

1. *Общие сведения об элементе:*
 - история открытия и область применения;
 - основные физические характеристики;
 - основные химические свойства.
2. *Распространенность химического элемента:*
 - в земной коре;
 - в магматических горных породах;
 - в осадочных горных породах;
 - в метаморфических горных породах;
 - в других природных объектах (гидросфера, атмосфера, биосфера);
 - основные минералы-носители.
3. *Поведение в геологических процессах (уровни концентрации, валентные состояния, формы нахождения, переноса и осаждения):*
 - магматическом;
 - осадочном;
 - метаморфическом (включая выветривание).
4. *Формы нахождения, поведение в водной и воздушной средах, участие в биологическом круговороте.*
 - Основные типы месторождений.

Варианты заданий

Вариант для выполнения работы выбирается студентом по согласованию с преподавателем, либо назначается преподавателем.

Номер варианта	Химические элементы	Номер варианта	Химические элементы
1.	Fe, Mn, Cr;	11.	Zr, Hf;
2.	Ni, Co;	12.	PЗЭ;
3.	Cu, Ag;	13.	U, Th;
4.	Zn, Cd;	14.	F, Cl, Br, I;
5.	Pb, Hg;	15.	S, Se, Te;
6.	Au;	16.	As, Sb;
7.	Pt, Pd, Ru, Rh, Os, Ir;	17.	Bi, Tl;
8.	W, Mo;	18.	Be, Sn;
9.	Li, Rb, Cs;	19.	Ti, V;
10.	Nb, Ta;	20.	Sr, Ba.

Методические рекомендации к раскрытию вопросов о геохимических свойствах отдельных элементов и групп элементов с близкими свойствами.

История открытия и область применения

Материалы по истории открытия практически всех химических элементов и их применению содержатся в огромном количестве доступной справочной и научно-популярной литературе. В связи

с этим, особый акцент в данном разделе необходимо сделать на том, в какой минеральной (или неминеральной) форме был впервые обнаружен химический элемент и с какими свойствами элемента связаны трудности его обнаружения и области применения. Некоторые элементы (например, представители группы редких земель) открывались и переоткрывались под разными именами. Для таких случаев желательно составить блок-схему последовательности открытия химических элементов.

Основные физические характеристики и химические свойства

В этом разделе особое внимание необходимо уделить положению элементов в Периодической таблице и вытекающей из этого информации: особенности электронного строения, возможные валентности, положение в рядах электроотрицательности, атомные и ионные радиусы и т.п. Нужно сделать акцент на тех химических свойствах, которые наиболее часто проявляются в природных объектах (минералах, породах, природных водах и т.д.). Желательно указать наиболее близкие по физическим и химическим свойствам элементы, с которыми возможны изоморфные замещения или схожее поведение в геохимических процессах. Также необходимо разобраться с химической (щелочные, щелочноземельные и т.п.) и геохимической (литофильный, халькофильный, сидерофильный, атмофильный) классификационной принадлежностью элемента.

Распространенность химического элемента

Данные по средним уровням содержаний химических элементов (кларкам) в различных геосферах и природных объектах имеются в соответствующей справочной и специальной литературе.

Для наглядного представления этих цифровых данных, кроме таблиц содержаний, необходимо построить сравнительные графики или диаграммы. Диаграммы строятся с

использованием программных пакетов Excel или Statistica и затем помещаются непосредственно в нужный слайд презентации PowerPoint стандартным копированием через буфер обмена Windows или другим привычным способом.

Удобной для восприятия уровней содержаний является столбчатая диаграмма. При наличии определенных данных, на нее дополнительно могут быть вынесены пределы содержаний элемента и другая статистическая информация.

Для изображения процентов распространенности (например, 60% элемента сосредоточено в осадочных породах, 20% – в метаморфических и 10% - в магматических) рекомендуются круговые диаграммы.

При необходимости могут быть использованы тройные, точечные и другие типы диаграмм.

Независимо от вида диаграмм, все они, в обязательном порядке, должны иметь заголовки, обозначения осей и единиц измерения (% мас., ‰, % об., г/т, г/л и т.п.) и условные обозначения. Предпочтительные единицы измерения содержаний: пороодообразующие элементы в горных породах - % мас., второстепенные и редкие элементы в горных породах – г/т, элементы в природных водах – г/л.

Основные минералы – носители элемента

Большинство химических элементов имеют собственные минералы, т.е. входят в виде формульных компонентов в состав определенных минеральных видов. Для них должны быть указаны названия этих видов (с соответствующими формулами) и наличие существующих изоморфных рядов и схем изоморфизма. Если количество минеральных видов у химического элемента достаточно велико (больше десятка), то необходимо указать их общее количество и информацию об основных типах минералов (например, сульфидов – 40 минералов, оксидов – 20, силикатов – 60 и т.п.) и подробно перечислить только самые распространенные. При наличии соответствующей информации желательно специально отметить самые редкие виды.

Кроме собственных минералов, все химические элементы входят в другие минералы в виде элементов-примесей, а для некоторых элементов, например, рубидия, это вообще единственная форма существования. Поэтому в этом разделе обязательно необходимо указать, в каких основных минералах и в каком количестве может содержаться данный химический элемент в виде примеси.

Поведение в геологических процессах

Информацию данного раздела необходимо проиллюстрировать специально построенными диаграммами, показывающими степень изменения содержаний и форм нахождения элемента при переходе от одной геологической обстановки к другой. Например, изменение содержания элемента при переходе от неизменных магматических пород к глинистым корам выветривания, разница содержаний элемента в породах разной степени метаморфизма. Необходимые данные для построения таких диаграмм в большом количестве содержатся в специальной геологической литературе – журналах и монографиях по геохимии, минералогии и полезным ископаемым.

Формы нахождения и поведение в водной и воздушной средах, участие в биологическом круговороте

Следует указать, в каких формах может находиться и мигрировать химический элемент в водной и воздушной средах (в составе микровзвесей, в растворенном состоянии – в виде простых ионов, в составе комплексных ионов – указать каких, в составе недиссоциированных молекул – указать каких, и т.п.). Обратить внимание на типичное соотношение указанных форм нахождения и миграции в природных средах. Кратко указать, по имеющимся на сегодняшний день сведениям, насколько необходим данный элемент для живых организмов и с чем связана эта потребность, а также токсичность элемента и его соединений.

Основные типы месторождений

Необходимо перечислить основные типы месторождений химического элемента и увязать их с особенностями его поведения в геологических процессах (например, переменная валентность и легкая окисляемость приводят к формированию повышенных концентраций на окислительных

барьерах и появлению определенного типа месторождений). Желательно построить столбчатые или круговые

диаграммы, показывающие распределение месторождений по типам, объему запасов и географическому положению. Необходимо знать названия наиболее крупных и известных месторождений (как отечественных, так и зарубежных) и их географическое местоположение, которое может быть вынесено на соответствующую карту.

Критерии оценивания компетенций (результатов):

- Содержание темы должно быть полностью раскрыто;
- Уровень понимания основных терминов Ядерной геохимии;
- Умение анализировать ситуацию и умение работать с информацией, в том числе умение затребовать дополнительную информацию, необходимую для уточнения ситуации;
- Правильное оформление работы;
- Сдача практической работы в установленные сроки.
- Содержание презентации;
- Подача материала проекта – презентации;
- Графическая информация;
- Графический дизайн;
- Эффективность применения презентации в учебном процессе.

Описание шкалы оценивания:

Практическая работа оценивается по 40-балльной шкале.

Оценивание практических работ проводится по принципу «зачтено» (от 22 до 40 баллов) / «не зачтено» (меньше 22 баллов).

Практическая работа считается принятой (оценка «зачтено») при условии выполнения всех необходимых критериев оценивания компетенций, а также успешном прохождении процедуры защиты (ответы на предложенные вопросы).

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
Образовательная программа	Радиационная безопасность атомных станций
Дисциплина	Ядерная геохимия

Комплект тестовых заданий

Тестирование проводится на платформе Google Classroom «Ядерная геохимия» с использованием Google Form. В день тестирования студентам предоставляется доступ к тесту.

Пример тестовых заданий:

1. Ядерной геохимией называется:
 - раздел геохимии, изучающий радиоактивные ядра (радионуклиды) и связанные с ними ядерные процессы в земном веществе;
 - наука о распределении (концентрации и рассеянии) и процессах миграции хим. элементов в земной коре и насколько возможно в Земле в целом;
 - это раздел физики, в котором изучаются структура и свойства атомных ядер;
 - изучает ядерные реакции и сопутствующие им физико-химические процессы, устанавливает взаимосвязь между физико-химическими и ядерными свойствами вещества.
2. Изоморфизм - это:
 - способность химических элементов решетки замещать друг друга в минералах;
 - способность химических элементов образовывать минералы;
 - существование изомеров;
 - образование осадочных пород.
3. Коэффициент водной миграции характеризует:
 - интенсивность водной миграции химических элементов;
 - замедление миграции химических элементов;
 - рассеяние химических элементов;
 - содержание элементов в гидросфере.
4. Торит $\text{Th}[\text{SiO}_4]$ – это:
 - минерал из класса островных силикатов. Содержит примеси Fe, U, Pb, Ca, PЗЭ, Mn, P, Al, Ti;

- минерал, фосфат редкоземельных элементов преимущественно цериевой группы; химическая формула $(Th, Ce, La, Nd...)[PO_4]$ – безводная смесь ортофосфатов PЗЭ и Th.
- сложный титанат урана, тория и редких земель приблизительного состава UTi_2O_6 , где U может замещаться Th, редкоземельными элементами, Ca, Pb, а Ti железом; часто содержит адсорбированную воду. Формула $(U, Ca, Th, Ce, Y)(Ti, Fe)_2O_6$.
- минерал чёрного (буро-чёрного) цвета с жирным стекловатым блеском, просвечивающийся по краям, иногда совсем непрозрачен. Формулы: $(Ce, La, Nd, Y)_2FeBe_2Si_2O_{10}$, или $Be_2Y_2FeII(SiO_4)_2O_2\{Ca, La, Mg, Re, Sc, Th\}$.
- очень редкий метамиктный минерал класса силикатов. Формула: $ThCa_2Si_8O_{20}$, $(Ca, Fe^{2+}, Pb)_2(Th, U)[Si_8O_{20}]$, $(Th, U)(Ca, F, Pb)_2Si_8O_{20}$.

6. Гадолинит – это:

- минерал из класса островных силикатов. Содержит примеси Fe, U, Pb, Ca, PЗЭ, Mn, P, Al, Ti;
- минерал, фосфат редкоземельных элементов преимущественно цериевой группы; химическая формула $(Th, Ce, La, Nd...)[PO_4]$ – безводная смесь ортофосфатов PЗЭ и Th.
- сложный титанат урана, тория и редких земель приблизительного состава UTi_2O_6 , где U может замещаться Th, редкоземельными элементами, Ca, Pb, а Ti железом; часто содержит адсорбированную воду. Формула $(U, Ca, Th, Ce, Y)(Ti, Fe)_2O_6$.
- минерал чёрного (буро-чёрного) цвета с жирным стекловатым блеском, просвечивающийся по краям, иногда совсем непрозрачен. Формулы: $(Ce, La, Nd, Y)_2FeBe_2Si_2O_{10}$, или $Be_2Y_2FeII(SiO_4)_2O_2\{Ca, La, Mg, Re, Sc, Th\}$.
- очень редкий метамиктный минерал класса силикатов. Формула: $ThCa_2Si_8O_{20}$, $(Ca, Fe^{2+}, Pb)_2(Th, U)[Si_8O_{20}]$, $(Th, U)(Ca, F, Pb)_2Si_8O_{20}$.

7. Работы по изучению радиоактивности минералов и пород В.И.Вернадский проводил в двух основных направлениях:

- 1) распределение радиоактивных элементов в веществе Земли в целях составления радиогеологической карты земной поверхности; 2) поиски радиоактивного сырья;
- 1) содержание радиоактивных элементов в веществе Земли; 2) поиски радиоактивного сырья;
- 1) распределение элементов в веществе Земли в целях составления геологической карты земной поверхности; 2) поиски радиоактивного сырья;
- 1) распределение радиоактивных элементов в почве; 2) поиски радиоактивного сырья.

8. Наибольший кларк в литосфере имеет:

- железо;
- марганец;
- кремний;
- кислород.

9. Браннерит – это:

- минерал из класса островных силикатов. Содержит примеси Fe, U, Pb, Ca, PЗЭ, Mn, P, Al, Ti;
- минерал, фосфат редкоземельных элементов преимущественно цериевой группы; химическая формула $(Th, Ce, La, Nd...)[PO_4]$ – безводная смесь ортофосфатов PЗЭ и Th.
- сложный титанат урана, тория и редких земель приблизительного состава UTi_2O_6 , где U может замещаться Th, редкоземельными элементами, Ca, Pb, а Ti железом; часто содержит адсорбированную воду. Формула $(U, Ca, Th, Ce, Y)(Ti, Fe)_2O_6$.
- минерал чёрного (буро-чёрного) цвета с жирным стекловатым блеском, просвечивающийся по краям, иногда совсем непрозрачен. Формулы: $(Ce, La, Nd, Y)_2FeBe_2Si_2O_{10}$, или $Be_2Y_2FeII(SiO_4)_2O_2\{Ca, La, Mg, Re, Sc, Th\}$.

- очень редкий метамиктный минерал класса силикатов. Формула: $\text{ThCa}_2\text{Si}_8\text{O}_{20}$, $(\text{Ca}, \text{Fe}^{2+}, \text{Pb})_2(\text{Th}, \text{U})[\text{Si}_8\text{O}_{20}]$, $(\text{Th}, \text{U})(\text{Ca}, \text{F}, \text{Pb})_2\text{Si}_8\text{O}_{20}$.

10. Цель радиогеологической карты:

- выявление связи геотермики и структур литосферы;
- выявление связи литосферы, атмосферы и гидросферы;
- выявление путей миграции радионуклидов;
- выявление путей преобразований осадочных, магматических и метаморфических пород.

Критерии и шкала оценивания:

Тест содержит 20 обязательных вопросов. Каждый вопрос оценивается в 1 балл. Тест считается сданным при набранных баллах от 13 до 20, не сданным, если набрано меньше 13 баллов.