

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
(ФИЦ КНЦ РАН)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

По дисциплине Б1.В.05 Современная петрологическая геохимия и геодинамика
указывается цикл (раздел) ОП, к которому относится дисциплина, название дисциплины

Для направления подготовки (специальности) 05.04.01 Геология
код и наименование направления подготовки (специальности)

Направленность программы (профиль) Прикладная геохимия, минералогия и петрологи
наименование профиля /специализаций/образовательной программы

Квалификация выпускника, уровень подготовки магистр
(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО)

Апатиты

2020

Лист согласования

1 Разработчик:

профессор
должность

УАиМ


подпись

Т.В. Каулина
И.О. Фамилия

2. Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании учебно-методической комиссии управления аспирантуры и магистратуры 29 июня 2020 года, протокол № 02.

Председатель УМК УАиМ

29.06.2020
дата


подпись

Л.Д. Кириллова
И.О.Фамилия

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1. Методические указания составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры по направлению подготовки 05.04.01 Геология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28.08.2015 г. № 912.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

2. **Цель дисциплины:** дать основы современных методов и подходов в комплексном (петрологическом, минералогическом, изотопно-геохимическом) исследовании процессов петрогенезиса, позволяющие проводить квалифицированную геодинамическую интерпретацию.

Задачи дисциплины:

- дать представление о современных и древних геодинамических обстановках, характеризующих геологическую эволюцию Земли;
- о поведении главных и рассеянных элементов в геологических процессах;
- о геохимии изотопов и об использовании изотопов при изучении геологических процессов.

В результате освоения программы дисциплины «Современная петрологическая геохимия и геодинамика» студенты направления 05.04.01 Геология

Знать:

- геохимические основы поведения главных петрогенных микроэлементов в геологических процессах;
- основы изотопной геохимии Sr, Nd, Pb, позволяющие проводить геодинамический анализ на основе данных об изотопных источниках;
- роль микроэлементов как индикаторов геодинамических обстановок.

Уметь:

- производить расчет моделей кристаллизации и частичного плавления магматических расплавов на основе данных по коэффициентам распределения минерал-расплав;
- строить хондрит-нормализованные графики распределения редкоземельных элементов и спайдердиаграммы;
- рассчитывать коэффициенты распределения, валовые Кд, коэффициенты сокристаллизации;
- рассчитывать первичные изотопные отношения Sr, Nd и строить графики модельного возраста.

Владеть: навыками работы с химическим и изотопным составом пород разного генезиса, программами Excell, ISOPLOT, GCD-kit или любой другой сходной петрохимической программой.

2. Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Современная петрологическая геохимия и геодинамика» направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО 05.04.01 Геология (уровень магистратуры). Результаты формирования компетенций и обучения представлены в таблице.

Таблица 1 – Результаты обучения

№ п/п	Код компетенции	Компоненты компетенции, степень их реализации	Результаты обучения
1.	ОК – 3. Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, компетенция реализуется полностью	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия, цели, задачи петрологической геохимии и геодинамики. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формулировать цели и определять пути их достижения; - находить информацию в различных источниках. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами сбора информации, ее обработки и анализа.
2.	ОПК – 1. Способность самостоятельно приобретать, осмысливать, структурировать и использовать в профессиональной деятельности новые знания и умения, развивать свои инновационные способности.	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, компетенция реализуется полностью	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные проблемы и задачи петрологической геохимии и геодинамики. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно анализировать и систематизировать новые знания; - структурировать и использовать новые знания; - развивать инновационные способности. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами адаптации новых знаний в профессиональной

			деятельности.
3.	ПК – 1. Способность формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении программы магистратуры.	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, компетенция реализуется полностью	<p>Знать:</p> <p>- базовые понятия фундаментальных разделов петрологической геохимии и геодинамики.</p> <p>Уметь:</p> <p>- формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов петрологической геохимии и геодинамики.</p> <p>Владеть:</p> <p>- методами интеграции фундаментальных разделов петрологической геохимии и геодинамики.</p>

Перечень дисциплин и их разделов, усвоение которых необходимо студентам для изучения данной дисциплины.

- Петрология – понятия о горных породах, структурах земной коры и причинах их формирования; минеральный и химический состав магматических и метаморфических горных пород, их номенклатура, структурно-текстурные особенности, форма залегания и геодинамические условия формирования
- Минералогия - классификация и номенклатура породообразующих и рудных минералов, их физические и химические свойства
- Геохимия – поведение породообразующих элементов в различных геологических процессах

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Граменецкий Е.Н. Петрология метасоматических пород: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 221с.
2. Короновский Н.В., Демина Л.И. Магматизм как индикатор геодинамических обстановок. Учебное пособие. Москва. 2011. 234 с.
3. Шинкарёв Н.ф., Иванников В.В. Физико-химическая петрология изверженных пород. 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Недра, 1983. – 271с.
4. Хаин В.Е. Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики : учебник . Изд.: КДУ, 2010 – 560с.
5. Мохнач, М. Ф. Геология. Книга 2. Геодинамика : учебник / М. Ф. Мохнач, Т. И. Прокофьева ; под редакцией А. Н. Павлов. — СПб. : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2011. — 280 с.
<http://www.iprbookshop.ru/17904.html>
6. Хардигов, А. Э. Петрография и петрология магматических и метаморфических пород : учебник. А. Э. Хардигов, И. А. Холодная. — Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2011. — 324 с.
<http://www.iprbookshop.ru/47069.html>

Дополнительная:

7. Граменицкий Е.Н. Экспериментальная и техническая петрология. Изд.: МГГУ, 2000 – 416с.
8. Дубинин В. Геотектоника и геодинамика. В. Дубинин, Н. Черных;Оренбург : ОГУ, 2012. – 146 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=259172&sr=1
9. Сазонов, А. М. Петрография магматических пород : учебное пособие. А. М. Сазонов. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. — 293 с.
<http://www.iprbookshop.ru/84297.html>
10. Хэтч, Ф. Петрология магматических пород / Ф. Хэтч, А. Уэллс, М. Уэллс ; под ред. В.П. Петрова ; пер. с англ. П.П. Смолина. - Москва : Мир, 1975. - 511 с. : ил. ;
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481322>
11. Жариков, В. А. Основы физической геохимии : учебник / В. А. Жариков. — М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2005. — 656 с.
<http://www.iprbookshop.ru/13063.html>
12. Кропоткин, П.Н. Значение тектонических процессов для образования кислых магм / П.Н. Кропоткин ; ред. Д.С. Белянкин, А.Н. Заварицкий. – Москва : Директ-Медиа, 2014. – 61 с. – Режим доступа: по подписке. – URL:
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240301>

СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

- 1. Современные геохимические и минералогические методы в петрологических исследованиях. Петрогенетические серии. Вариации состава магм в процессе их эволюции. Интерпретация вариационных диаграмм петрогенных элементов. Диаграммы Харкера. Петрохимические коэффициенты и диаграммы, используемые для анализа эволюции интрузивных серий.**

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое петрогенетические серии?
2. Что такое магматические формации?
3. Что такое диаграммы Харкера и их отличие от диаграмм Феннера?
4. Как эволюционируют магмы?
5. Что такое петрохимические коэффициенты?
6. Что такое классификационные диаграммы?
7. Что такое дискриминационные диаграммы?

Рекомендуемая литература: [1], [3], [6], [10], [11]

- 2. Геохимическая классификация элементов. Геохимические группы элементов: летучие элементы, переходные металлы, высокозарядные катионы, благородные металлы, щелочные и щелочноземельные элементы, редкоземельные элементы.**

Вопросы для самоконтроля:

1. На чем основана классификация элементов?
2. Какие элементы к каким группам относятся по классификации Гольдшмидта?
3. Какие основные типы метеоритов?
4. Как связана классификация элементов с этапами образования солнечной системы?

Рекомендуемая литература: [1], [3], [6], [9], [10], [11]

- 3. Формы представления геохимических данных. Хондрит-нормализованные графики распределения REE, спайдерграммы. Современные аналитические методы, используемые при анализе вещества. Прецизионные методы анализа валового состава пород. XRF, AAS, ICP-MS. Локальные методы исследования пород (микрозондовые, SEM, laser ablation ICP-MS). Особенности применения методов при анализе геологических объектов.**

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое редкоземельные элементы?
2. Почему нормализация данные по РЗЭ делается на состав хондритов?
3. Что такое спайдердиаграммы и в какой последовательности расположены элементы по оси X?
4. Что показывает распределение РЗЭ в породах?
5. Чем отличаются методы исследования пород и минералов?

Рекомендуемая литература: [1], [6], [9], [10], [11]

- 4. Микроэлементы как индикаторы геодинамических процессов. Особенности геохимии магм, возникающих в зонах субдукции, срединно-океанических хребтах, океанических островах**

Вопросы для самоконтроля:

5. Основные геодинамические обстановки?
6. Основное отличие мантийных резервуаров в СОХ и океанических островах?
7. Что такое зона субдукции?
8. Какие геодинамические обстановки связаны с зоной субдукции?

Рекомендуемая литература: [1], [2], [3], [4], [5], [8], [12]

5. Петрогеохимические дискриминационные диаграммы. Микроэлементные диаграммы Пирса и др. Компьютерная программа GCDkit, используемая для построения диаграмм и расчета геохимических характеристик пород разных геодинамических обстановок.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие элементы используются в диаграммах Пирса?
2. Кто создал программу GCDkit?
3. Какие диаграммы можно построить в программе GCDkit?
4. Чем отличаются классификационные диаграммы от дискриминационных?
5. Какие основные диаграммы для пород базитового состава?

Рекомендуемая литература: [2], [3], [4], [6], [10], [12]

6. Коэффициенты распределения элементов. Валовые коэффициенты распределения. Коэффициенты сокристаллизации. Совместимые и несовместимые элементы. Некогерентные элементы. Высокозарядные элементы. Литофильные элементы. Редкоземельные элементы.

Вопросы для самоконтроля:

1. На чем основаны коэффициенты распределения элементов?
2. Как рассчитываются валовые коэффициенты распределения?
3. Что такое совместимые и несовместимые элементы?

Рекомендуемая литература: [2], [3], [4], [6], [7], [10], [12]

7. Общие представления об изотопных системах, применяемых в геохимии. Rb-Sr система. Понятие о первичном $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ изотопном отношении.

Вопросы для самоконтроля:

1. На чем основан Rb-Sr метод определения возраста?
2. Отличие и сходство с другими методами.
3. Что такое BABI и UR?
5. Что такое эпсилон Sr?

Рекомендуемая литература: [6], [10], [11]

8. Sm-Nd изотопная система. Понятие о первичном $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ изотопном отношении. Расчет значений эпсилон Nd и Sr. Понятие о Sr и Nd модельном возрасте. Расчет модельного возраст относительно однородного хондритового резервуара и деплетированной мантии.

Вопросы для самоконтроля:

1. На чем основан Sm-Nd метод определения возраста?
2. Отличие и сходство с другими методами.
3. Что такое хондритовый резервуар?
4. Что показывает модельный возраст и для чего его рассчитывают?
5. Что такое эпсилон ниодима?

Рекомендуемая литература: [6], [10], [11]

9. Использование радиогенных изотопов в решении вопросов петрогенезиса. Изотопные резервуары в океанической мантии (DM, HIMU, EM1, EM2, REMA). Изотопные резервуары коры.

Вопросы для самоконтроля:

1. Почему мантия гетерогенна?
2. Когда образовалась мантийная гетерогенность?
3. Кто ввел понятие о мантийной гетерогенности?
4. На чем основана мантийная гетерогенность?

Рекомендуемая литература: [2], [3], [4], [6], [7], [10], [11]

10. Изотопная геохимия свинца. Конкордии и дискордии. Мантийный свинец. Свинец земной коры.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое диаграмма с конкордией?
2. Как меняется состав свинца обыкновенного со временем?
3. Каков изотопный состав мантийного свинца?
4. Определения возраста пород и минералов по свинцу обыкновенному.

Рекомендуемая литература: [2], [7], [11], [12]

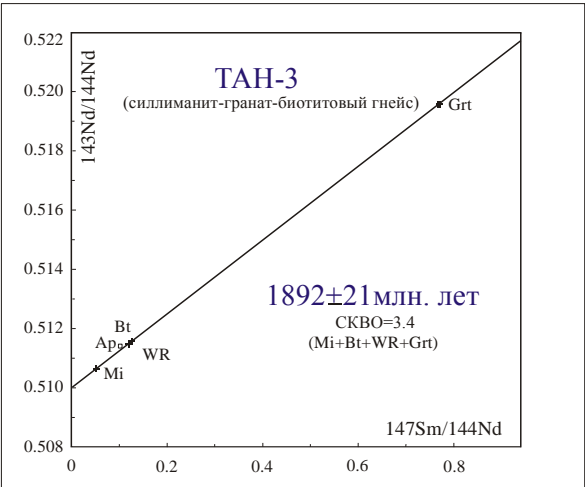
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Программой дисциплины предполагается выполнение одной контрольной работы
Контрольная работа «Использование современных петрологических методов исследования процессов петрогенезиса».

Контрольная работа выполняется в виде теста. Три варианта по 30 вопросов, охватывающих весь изученный материал.

Вариант I

1	Н, N и инертные газы относятся к группе элементов: а) халькофильные б) атмофильные в) сидерофильные
2	Со временем отношение изотопов $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ в обыкновенном свинце: а) уменьшается б) увеличивается в) не меняется
3	При каком механизме распада образуются атомы гелия: а) β^+ - распад б) β^- - распад в) α - распад
4	Как меняется скорость радиоактивного распада со временем? а) увеличивается б) уменьшается в) постоянна
5	Перечислить наиболее важные группы несовместимых элементов
6	Sm/Nd отношения в ходе фракционной кристаллизации а) не меняется б) увеличивается в) уменьшается
7	Распространенность химических элементов в природе подчиняется следующему правилу: а) распространенность увеличивается с ростом заряда ядра б) распространенность не зависит от заряда ядра в) распространенность уменьшается с ростом заряда ядра
8	Совместимые элементы по мере кристаллизации расплава накапливаются в: а) твердой фазе б) в остаточном расплаве в) распределяются равномерно
9	Коэффициент распределения это – а) мера когерентности-некогерентности элемента б) отношению концентраций элемента в твердой фазе и расплаве в) отношению концентраций элемента в расплаве и твердой фазе
10	Породы какого состава обогащены ураном и торием? а) базиты б) граниты
11	На диаграмме $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ vs $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в каком квадранте находятся обедненные источники? а) I

	б) II в) III г) IV
12	Океанические базальты, обедненные легкими лантаноидами относятся к: а) MORB б) OIB в) островным дугам
13	В континентальной коре концентрации элементов уменьшаются в порядке увеличения совместимости элементов, исключение составляют «аномальные» элементы: а) Nb, Pb б) Ti в) Cr, V, Y
14	По приведенной изохроне определить первичное отношение изотопов Nd при кристаллизации породы 
15	В Rb-Sr методе возраст определяется а) отрезком, отсекаемым на оси Y б) наклоном изохроны в) проекцией точек на ось X
16	При $\epsilon_{Nd}=+2$, источником породы был: а) CHUR б) кора в) мантия
17	Содержание совместимого элемента: а) зависит от степени плавления б) почти не зависит от степени плавления
18	Фракционное плавление – это а) порции расплава сразу удаляются от источника б) порции расплава постоянно, но не полностью удаляются от источника в) расплав проходит через породу и каждый минерал реагирует и уравнивается с расплавом
19	При фракционной кристаллизации содержания совместимых элементов в остаточном расплаве а) увеличиваются, б) уменьшается

20	Какой из методов является локальным? а) ID-TIMS б) ICP-MS в) EMP
21	В ходе фракционной кристаллизации магмы Zr и Ba концентрируются в: а) жидкой фазе б) твердой фазе
22	Базальты океанических островов обогащены легкими РЗЭ, что указывает на а) недеплетированный характер их источника б) деплетированный характер источника
23	За понижение содержания средних РЗЭ в спектре пород отвечает а) Grt б) Kfs в) роговая обманка
24	Толеиты – это что? а) магматическая серия б) магматическая формация в) геологическая формация
25	Какая серия не относится к основным петрохимическим сериям: а) толеитовая б) бонинитовая в) известково-щелочная
26	Эволюция первичных магм обусловлена: а) кристаллизационной дифференциацией б) температурой и давлением в) взаимодействием с вмещающими породами
27	Индикаторной для геодинамической обстановки островных дуг являются а) Толеитовая и известково-щелочная серия б) бонинитовая и субщелочная в) бонинитовая и адакитовая
28	Лампроитовый магматизм встречается в: а) активных окраинах андского типа б) внутриплитном магматизме в) океанических островах
29	Среди пород континентальных окраин андского типа толеитовые серии а) преобладают б) встречаются в) редки
30	Диаграммы Пирса основаны на разделении: а) петрогенных элементов б) несовместимых элементов в) совместимых элементов

Вариант II

1	Распространенность химических элементов в природе подчиняется правилу
---	---

	<p>Оддо-Харкинса, которое заключается в следующем:</p> <p>а) нечетные химические элементы распространены больше, чем их четные соседи</p> <p>б) четные химические элементы распространены больше, чем их нечетные соседи</p> <p>в) распространенность уменьшается с ростом заряда ядра</p>
2	<p>Как меняется скорость радиоактивного распада со временем?</p> <p>а) увеличивается</p> <p>б) уменьшается</p> <p>в) постоянна</p>
3	<p>Концентрация несовместимых элементов в породообразующих минералах по мере их кристаллизации из магмы</p> <p>а) увеличивается</p> <p>б) уменьшается</p> <p>в) не изменяется</p>
4	<p>Породы какого состава обогащены несовместимыми элементами?</p> <p>а) базиты</p> <p>б) граниты</p>
5	<p>У каких пород первичные отношения Sr меньше?</p> <p>а) у мантийных</p> <p>б) у коровых</p>
6	<p>Sm/Nd отношения в ходе фракционной кристаллизации</p> <p>а) не меняется</p> <p>б) увеличивается</p> <p>с) уменьшается</p>
7	<p>В Rb-Sr методе возраст определяется</p> <p>а) отрезком, отсекаемым на оси Y</p> <p>б) наклоном изохроны</p> <p>в) проекцией точек на ось X</p>
8	<p>При $\epsilon_{Nd} = +8$, источником породы был:</p> <p>а) CHUR</p> <p>б) кора</p> <p>в) мантия</p>
9	<p>Si, Ti, Zr, Hf относятся к группе элементов:</p> <p>а) халькофильные</p> <p>б) атмофильные</p> <p>в) литофильные</p>
10	<p>Совместимые элементы это:</p> <p>а) когерентные</p> <p>б) некогерентные</p> <p>в) петрогенные</p>
11	<p>Какие элементы относятся к группе LILE?</p> <p>а) K, Rb, Cs, Ba</p> <p>б) Zr, Hf, Ta, Nb</p> <p>в) РЗЭ</p>
12	<p>При $F \rightarrow 0$ $Cl/Co \rightarrow ?$</p> <p>а) $1/F$</p> <p>б) F/D</p> <p>в) $1/D$</p>
13	<p>Фракционное плавление – это</p> <p>а) порции расплава сразу удаляются от источника</p>

	<p>б) порции расплава постоянно, но не полностью удаляются от источника</p> <p>в) расплав проходит через породу и каждый минерал реагирует и уравнивается с расплавом</p>
14	<p>Релеевское фракционирование – это</p> <p>а) кристаллы сразу же удаляются по мере кристаллизации и не уравниваются с расплавом</p> <p>б) кристаллы и расплав постоянно уравниваются</p>
15	<p>Какой из методов является локальным?</p> <p>а) SIMS</p> <p>б) ICP-MS</p> <p>с) EMP</p>
16	<p>Какое распределение соответствует реститу?</p>
17	<p>На диаграмме $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ vs $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ – какие квадранты являются запрещенными?</p> <p>а) I</p> <p>б) II</p> <p>в) III</p> <p>г) IV</p>
18	<p>Океанические базальты, обогащенные легкими лантаноидами относятся к:</p> <p>а) MORB</p> <p>б) OIB</p> <p>в) островным дугам</p>
19	<p>Почему MORB обеднены наиболее несовместимыми элементами?</p> <p>а) деплетирован источник</p> <p>б) контаминация корой</p> <p>в) ассимиляция корового материала</p>
20	<p>За понижение содержания тяжелых РЗЭ отвечает</p> <p>а) Grt</p> <p>б) Kfs</p> <p>в) Pl</p>
21	<p>Типы гранитоидов по Чаппелу и Уайту – это:</p> <p>а) S-, I-, M-, B-граниты</p> <p>б) S-, I-, F-, A-граниты</p> <p>в) S-, I-, M-, A-граниты</p>
22	<p>Для какой геодинамической обстановки характерна сериальная неопределенность вулканитов?</p> <p>а) островные дуги</p> <p>б) континентальные окраины</p>

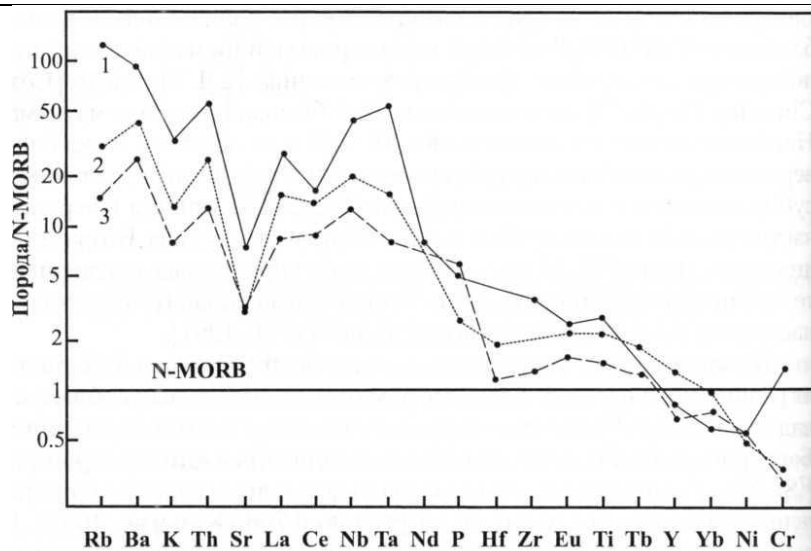
	в) континентальные рифты
23	Бониниты – это эффузивные породы, соответствующие а) андезитбазальтам с высокими концентрациями MgO б) риолитам с высокими концентрациями MgO в) дацитам с высокими концентрациями MgO и Sr
24	Толейты – это что? а) магматическая серия б) магматическая формация в) геологическая формация
25	Какая серия не относится к основным петрохимическим сериям: а) толейтовая б) бонинитовая в) известково-щелочная
26	Наиболее типичные для континентального рифтогенеза следующие серии: а) однородные б) непрерывные в) контрастные
27	В зоне субдукции образование расплавов начинается при погружении плиты на глубину а) 60-90 км б) 100-180 км в) 200-250 км
28	Активные окраины Андского типа сходны с: а) островными дугами б) океаническими сотровами в) COX
29	Какими элементами обеднена деплетированная мантия: а) когерентными б) некогерентными в) LILE
30	Основные задачи петрохимических программ: а) Расчет геохимических коэффициентов б) Вывод фигуративных точек вещественного состава в) Статистический анализ

Вариант III

1	Совместимые и несовместимые элементы выделяются в зависимости от: а) поведения в системе твердые фазы – расплав б) изоморфного вхождения или не вхождения в структуру породообразующих минералов в) соотношения радиуса/заряда
2	Какие элементы относятся к группе РЗЭ? а) Th, U б) Sm, Nd в) Rb, Sr
3	Несовместимые элементы имеют коэффициенты распределения а) $K_p < 1$, б) $K_p > 1$ в) $K_p = 1$
4	Со временем отношение изотопов $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ в

	<p>обыкновенном свинце:</p> <p>а) уменьшается б) увеличивается с) не меняется</p>
5	<p>Li, Na, K, Rb, Cs относятся к группе элементов:</p> <p>а) халькофильные б) литофильные в) сидерофильные</p>
6	<p>В ходе фракционной кристаллизации магмы U и Th концентрируются в:</p> <p>а) жидкой фазе б) твердой фазе</p>
7	<p>У каких пород первичные отношения Nd меньше?</p> <p>а) у мантийных б) у коровых</p>
8	<p>Наиболее сильное изменение отношений двух несовместимых элементов с различными D происходит при:</p> <p>а) малых степенях плавления б) высоких степенях плавления</p>
9	<p>Фракционное плавление – это</p> <p>а) порции расплава сразу удаляются от источника б) порции расплава постоянно, но не полностью удаляются от источника в) расплав проходит через породу и каждый минерал реагирует и уравнивается с расплавом</p>
10	<p>Релеевское фракционирование – это</p> <p>а) кристаллы сразу же удаляются по мере кристаллизации и не уравниваются с расплавом б) кристаллы и расплав постоянно уравниваются</p>
11	<p>Определить модельный возраст и эпсилон Nd (на момент кристаллизации и в настоящее время) для точки 3</p>
12	<p>Какой из методов является валовым?</p> <p>а) LA-ICPMS б) ICP-MS с) EMP</p>

13	<p>На диаграмме $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ vs $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в каком квадранте находятся обогащенные источники?</p> <p>а) I б) II в) III г) IV</p>
14	<p>Модельный Sm-Nd возраст – это время, когда</p> <p>а) порода закристаллизовалась б) вещество было отделено от мантии в) порода имела такое же $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ отношение, как DM</p>
15	<p>Базальты океанических островов обогащены легкими РЗЭ, что указывает на</p> <p>а) недеплетированный характер их источника б) деплетированный характер источника</p>
16	<p>Основные мантийные резервуары были выделены:</p> <p>а) Зиндлером и Хартом б) Вайтом в) Роллингсоном</p>
17	<p>Океанические базальты, обедненные легкими лантаноидами относятся к:</p> <p>а) MORB б) OIB в) островным дугам</p>
18	<p>При процессах магматической дифференциации по Боуэновскому типу в конечных продуктах происходит</p> <p>а) увеличение железистости б) увеличение содержания Mg в) железистость не меняется</p>
19	<p>За понижение содержания тяжелых РЗЭ отвечает</p> <p>а) Grt б) Kfs в) Pl</p>
20	<p>Главнейшие типы магматических серий были выделены на примере</p> <p>а) докембрийских пород б) протерозойских пород в) кайнозойских пород</p>
21	<p>диаграммы Феннера – это диаграммы, где по оси X откладывается</p> <p>а) SiO₂ б) MgO в) FeO</p>
22	<p>Высокая или низкая была температура магмогенерации?</p>



23	<p>В Rb-Sr методе возраст определяется</p> <ul style="list-style-type: none"> а) отрезком, отсекаемым на оси Y б) наклоном изохроны в) проекцией точек на ось X
24	<p>Породы какого состава обогащены несовместимыми элементами?</p> <ul style="list-style-type: none"> а) базиты б) граниты
25	<p>Для какой геодинамической обстановки характерна сериальная неопределенность вулканитов?</p> <ul style="list-style-type: none"> а) островные дуги б) континентальные окраины в) континентальные рифты
26	<p>Адакиты – это</p> <ul style="list-style-type: none"> а) андезибазальтам с высокими концентрациями MgO б) риолитам с высокими концентрациями в) высокомагнезиальные дациты и андезидациты с высокими концентрациями Sr и K
27	<p>Островодужные лавы по сравнению с другими геотектоническими обстановками</p> <ul style="list-style-type: none"> а) наиболее окислены в) наименее окисленны
28	<p>Вулканические дуги являются показателем древних</p> <ul style="list-style-type: none"> а) континентальных областей б) океанических бассейнов в) горных хребтов
29	<p>В окраинах андского типа наклон сейсмофокальной зоны</p> <ul style="list-style-type: none"> а) пологий в) крутой в) разный
30	<p>Петрохимические программы используются для:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) хранения и обработки информации б) подготовки материалов для публикации в) классификации результатов

Пример типового тестового задания (для проверки на практическом занятии материала предыдущей темы)

1. Зависит ли скорость распада от количества атомов? Чем больше атомов, тем скорость распада:

- а) меньше
- б) больше
- в) не зависит.

2. Несовместимые элементы – это элементы:

- а) изоморфно входящие в структуру породообразующих минералов
- б) накапливающиеся в остаточном расплаве
- в) кристаллохимически близкие к петрогенным элементам

3. Равновесная кристаллизация – это:

- а) кристаллы сразу же удаляются по мере кристаллизации и не уравниваются с расплавом
- б) кристаллы и расплав постоянно уравниваются

4. Эволюция изотопного состава Pb Земли описывается моделями:

- а) Тейлора - Макленнана
- б) Холмса - Хаутерманса
- в) Стейси - Крамерса

5. Самым распространенным типом метеоритов являются:

- а) хондриты
- б) железные метеориты
- в) шерготтиты

6. Cu, Ag, Zn, Cd, Hg относятся к группе элементов:

- а) халькофильные
- б) атомофильные
- в) сидерофильные

7. Для характеристики состава мантии используют:

- а) базальты океанических островов
- б) вулканы активных окраин
- в) базальты срединно-океанических хребтов

8. Диаграммы Харкера – это диаграммы, где по оси X откладывается:

- а) SiO_2
- б) MgO
- в) FeO

9. На диаграмме $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ vs $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в каком квадранте находятся базальты COX&

- а) I
- б) II
- в) III
- г) IV

10. Какой из методов является локальным?

- а) LA-ICPMS
- б) ICP-MS

в) ЕМР

11. основные мантийные резервуары выделяют на основе изотопного состава:

- а) O, C, N
- б) Nd, Sr, Pb
- в) Sr, Rb, Sm

Ключ к ответам: 1. б; 2.б; 3. б; 4. б, в; 5. а; 6. а; 7. а, в; 8. а; 9. б; 10. в; 11. Б.

КОНТРОЛЬ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Итоговый уровень знаний студентов, приобретенный при изучении дисциплины «Современная петрологическая геохимия и геодинамика», проверяется на экзамене.

Для проверки теоретической подготовки студентов по дисциплине, на экзамен выносятся следующие вопросы:

1. Распространенность химических элементов в природе. Правило Оддо-Харкинса. Классификация Гольдшмидта. Тугоплавкие. Умереннолетучие. Летучие.
2. Корреляция изотопного состава Nd и Sr. Мантийная последовательность.
3. Индикаторные свойства микроэлементов.
4. Редкие элементы. Совместимые и несовместимые редкие элементы. Группы несовместимых элементов.
5. Валовые методы химического анализа.
6. Распределение РЗЭ в гранате, амфиболе, плагиоклазе.
7. Понятие коэффициента распределения. Суммарный коэффициент распределения. Закон Нернста. Фракционирование редких элементов в процессах плавления. Диаграмма зависимости концентрации элементов в расплаве от степени плавления.
8. Магматические серии и геохимическая зональность островных дуг.
9. Sm-Nd метод определения возраста. Sm-Nd изохрона.
10. Геохимия Sm и Nd. Эволюция Nd. Модельный возраст. CHUR. DM.
11. Фракционная кристаллизация.
12. Rb-Sr изохрона.
13. Геохимический состав мантии. OIB, MORB. основные мантийные резервуары.
14. Локальные методы химического анализа.
15. Бонинитовая и адакитовая серии.
16. Закон радиоактивного распада. Понятие радиоактивности. Изотопы. Виды радиоактивного распада.
17. Редкоземельные элементы. Диаграмма разделения РЗЭ в процессах плавления.
18. Диаграммы Харкера. Диаграммы Феннера.
19. Магматическая ассоциация, комплекс, формация, серия. Основные геодинамические обстановки.
20. Геохимия урана и тория. Эволюция состава обыкновенного свинца со временем.
21. Содержания Nb и Ta в мультиэлементном спектре пород.
22. Континентальный рифтогенез.
23. Основные петрохимические серии. Кристаллизационная дифференциация по Боуэнскому и Феннеровскому типам.
24. Влияние циркона и плагиоклаза на распределение РЗЭ элементов породы.
25. Первичные магмы и их эволюция. Кристаллизационная дифференциация. Флюиды. Контаминация. Ассимиляция.

26. Активные континентальные окраины Андского типа. Диаграмма соотношений Th, Ta, Yb.
27. Лампроитовый магаматизм.