

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.03 Прикладная геохимия
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 петрология
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

Н.Е. Козлов

И.О. Фамилия

доцент

должность

УАиМ



подпись

А.А. Калинин

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

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 дисциплины

Цель дисциплины (модуля) «Прикладная геохимия» – обучение студентов теоретическим основам и методам геохимии как науки о распределении (концентрации и рассеянии) и процессах миграции химических элементов в геологических объектах. Они должны научиться правильно, интерпретировать результаты геохимических исследований, а также уметь применять современные методы изучения химического состава горных пород и продуктов их преобразования для решения поисковых, разведочных и иных прикладных проблем.

Задачи дисциплины:

- дать основы знаний о закономерностях распространения и поведения химических элементов в природе;
- изложить общие представления о теоретических основах геохимии, возможностях использования данных по геохимии элементов и изотопов при решении теоретических и прикладных геологических задач;
- научить корректно, применять методы прикладной геохимии при поисках месторождений полезных ископаемых и решении других прикладных задач.

В результате изучения дисциплины «Прикладная геохимия» обучающиеся должны:

Знать:

- основы геохимии;
- основные закономерности распределения и миграции химических элементов в геологических процессах;
- способы обработки, интерпретации и представления геохимической информации; основы прикладной геохимии;
- связь прикладной геохимии с другими областями прикладной геологии; сущность геохимических методов при поисках месторождений полезных ископаемых и решении других геологических задач;
- методологию анализа и построения прогноза МПИ;
- методы поиска месторождений полезных ископаемых по геохимическим ореолам различного типа.
- основные методы эколого-геохимических исследований.

Уметь:

- применять методы и компьютерные программы обработки геохимической информации; методы организации, проведения геохимических исследований и оценки их эффективности;
- использовать полученные в результате освоения курса «Прикладной геохимии» знания при решении задач поисков и разведки месторождений полезных ископаемых;
- использовать полученные навыки для контроля качества первичной геохимической информации, а также при обработке и интерпретации геохимических данных, составления отчетных материалов по результатам геохимических работ.

Владеть:

- общими навыками контроля качества первичной геохимической информации;
- методами обработки геохимических данных;
- способами составления отчетных материалов по результатам геохимических работ;
- информацией о современных аналитических методах, применяемых в геохимии.

Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины (модуля) «**Прикладная геохимия**» 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, и компетенция реализуется полностью	Знать: - основные понятия, цели, задачи прикладной геохимии. Уметь: - формулировать цели и определять пути их достижения; - находить информацию в различных источниках. Владеть: - 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, и компетенция реализуется полностью	Знать: - современную профессиональную терминологическую базу и инновационные направления в прикладной геохимии. Уметь: - самостоятельно приобретать, осмысливать, структурировать и использовать в профессиональной деятельности новые знания умения; - развивать свои инновационные способности. Владеть: - методами сбора информации, ее синтеза и анализа.
3.	ПК – 1. Способность формировать диагностические решения профессиональ-	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реа-	Знать: - базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и прикладной геохимии.

	ных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении программы магистратуры.	лизуется полностью	<p>Уметь: - формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении прикладной геохимии.</p> <p>Владеть: - методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и прикладной геохимии.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Перельман А.И. Геохимия: учебное пособие. Изд.: Высшая школа, 1979 – 423с.
2. Берг, Г. Геохимия месторождений полезных ископаемых / Г. Берг ; ред. Я.М. Янишевский ; пер. Е.В. Казаринова, Н.Н. Граве. - Ленинград ; Москва ; Новосибирск : Государственное научно-техническое горно-геолого-нефтяное издательство, 1933. - 352 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213935>
3. Алексеенко В.А. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых: Учебник для вузов/ В.А.Алексеенко.- 2-е изд., перераб. и доп., М.:ЛОГОС, 2000.- 354с.
4. Алексеенко, В.А. Геоботанические исследования для решения ряда экологических задач и поисков месторождений полезных ископаемых : учебное пособие / В.А. Алексеенко. - Москва : Логос, 2011. - 243 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-473-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84978> (21.03.2019).
5. Прикладная геохимия [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Т.П. Стримжа, С.И. Леонтьев - Красноярск : СФУ, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763833447.html>.
6. Предовский А.А. Процедура геолого-геохимической реконструкции первичной природы регионально метаморфизованных горных пород: методические указания. Мурманск: МГТУ. 2008, – 28с.
7. Предовский А.А. Формационный анализ супракрустальных толщ. Мурманск: МГТУ. 2011. – 190с.
8. Н.Е.Козлов. А.А.Предовский Введение в геохимию: учебное пособие. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2006. – 140с.

Дополнительная:

9. Геохимия, петрография и минералогия осадочных образований / редкол. Д.В. Наливкин, Д.И. Щербаков, Б.Н. Ерофеев ; гл. ред. Д.И. Щербаков и др. - Москва : Издательство Академии Наук СССР, 1963. - 459 с. : ил. - ISBN 978-5-4475-7278-5 ; То же

[Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435487> (21.03.2019).

10. Кругляков, Б. В. Геохимические методы поисков месторождений нефти и газа под дном акваторий. Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений топливно-энергетического сырья : обзор / Б. В. Кругляков, Р. П. Круглякова. — М. : Геоинформмарк, Геоинформ, 1995. — 47 с. <http://www.iprbookshop.ru/17097.html>
11. Общая геохимия : практикум / авт.-сост. З.В. Стерленко, А.А. Рожнова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2016. - 148 с. : ил. - Библиогр.: с. 118 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459132> (21.03.2019).
12. Юдович, Я.Э. Геохимия осадочных пород (избранные главы) : учебное пособие / Я.Э. Юдович. - 3-е изд., стер. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 254 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-5744-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434653> (13.02.2019).

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Прикладная геохимия, геохимия эндогенных процессов. Общие свойства атомов-элементов и геохимических процессов, важных для прикладной геохимии.

Вопросы для самоконтроля знаний:

- ✓ Прикладная геохимия, геохимическое поле, геохимический фон, геохимическая аномалия, кларки элементов, понятие региональных кларков.
- ✓ Магматическая миграция элементов, геохимическая классификация магматических пород.
- ✓ Геохимия основных и ультраосновных пород, для каких целей используется информация об их составе.
- ✓ Геохимия пород кислого состава и пегматитов, для каких целей используется информация об их составе.
- ✓ Геохимия гидротермальных процессов, геохимические барьеры.
- ✓ Методы геохимических исследований и практическое приложение геохимии.
- ✓ Строение атомов и химическая классификация элементов. Изоморфизм.
- ✓ Изотопная геохимия и геохронология.
- ✓ Геохимия эндогенных процессов.

Рекомендуемая литература: [1], [5], [8], [9], [10], [11], [12]

2. Геохимия экзогенных процессов, геохимия ноосферы.

Вопросы для самоконтроля знаний:

- ✓ Устойчивость минералов при выветривании, выветривание минералов и принцип Освальда
- ✓ Схема выпадения элементов и их соединений в осадок по В.М.Гольдшмидту (с дополнениями В.В.Щербины и К.Смуликовского), геохимические барьеры.
- ✓ Концепция геохимических барьеров.

- ✓ Особенности техногенных барьеров.
- ✓ Искусственный биогеохимический барьер.
- ✓ Коры выветривания, их типы, зональность кор выветривания, поведение в корях выветривания петрогенных элементов, значение кор выветривания для геологии
- ✓ Геохимия рудных месторождений. Кларк концентрации (КК), импульс миграции и интенсивность рудообразования. Как связано с КК разнообразие месторождений.
- ✓ Геохимия техногенеза, технофильность, техногенные аномалии по размерам и особенностям влияния на человека.
- ✓ Химические элементы в ноосфере и технофильность.
- ✓ Техногенные геохимические аномалии и зоны выщелачивания.
- ✓ Оптимизация техногенеза, человек и ноосфера (геохимический аспект).
- ✓ Некоторые проблемы техногенеза.

Рекомендуемая литература: [1], [2], [3], [5], [8], [9], [10], [11], [12]

3. Химические элементы как индикаторы геологических процессов. Геохимическая зональность.

Вопросы для самоконтроля:

- ✓ Прикладная геохимия как геохимия индикаторов
- ✓ Закон дифференциации вещества Земли, определяющий зональность, главный геохимический закон.
- ✓ Уровни зональности.
- ✓ Единство зональности и стадийности.
- ✓ Химико-плотностная конвекция.
- ✓ Подвижность химических элементов – основа зональности и стадийности.
- ✓ Геологические типы пространственной, временной геохимических зональностей и морфологические виды геохимической зональности.
- ✓ Какие химические элементы могут играть индикаторную роль?
- ✓ Чем лимитируется индикаторная роль отдельных элементов?
- ✓ Роль эмиссионного спектрального анализа малой точности.

Рекомендуемая литература: [1-3], [5], [8-12]

4. Проблемы источников рудного вещества и особенности формирования ореолов экзогенных и эндогенных МПИ.

Закономерности и формы нахождения рудогенных и сопровождающих химических элементов в рудоносных и безрудных геологических формациях. Задачи и методы приложения геохимии в металлогеническом анализе и прогнозе. Понятие о рудообразующих системах. Общие закономерности развития и строения геохимических ореолов экзогенных и эндогенных МПИ.

Вопросы для самоконтроля знаний:

- ✓ Состав ореолов.
- ✓ Морфоструктурные типы, строение и размеры ореолов.
- ✓ Условия образования ореолов.
- ✓ Единая зональность ореолов.
- ✓ Первичные ореолы месторождений литофильных металлов.
- ✓ Ореолы нерудных месторождений.
- ✓ Остаточные ореолы.
- ✓ Наложённые ореолы рассеяния.
- ✓ В чем заключаются главные закономерности связи ореолов экзогенных месторож-

дений полезных ископаемых и процессов формирования различных типов экзогенных месторождений полезных ископаемых (осадочных, остаточных и др.)?

✓ В чем заключаются главные закономерности связи ореолов эндогенных месторождений полезных ископаемых с факторами и механизмами процессов формирования различных типов эндогенных МПИ (магматических, метаморфогенных, флюидно-метасоматических, гидротермальных)?

✓ Каковы механизмы (процессы) мобилизации рудного вещества (полезных компонентов), необходимых для возникновения экзогенных и эндогенных МПИ – энергоносителей, рудных и нерудных?

✓ Каково соотношение ореолов экзогенных и эндогенных МПИ и собственно продуктивных промышленных залежей (зон) и какими показателями и причинами оно определяется?

✓ Каково соотношение общих критериев прогноза экзогенных и эндогенных МПИ и их прямых поисковых признаков. Что такое рудопроявление (или проявления) экзогенных и эндогенных полезных ископаемых?

✓ Какие можно выделить закономерности эволюции формирования экзогенных и эндогенных МПИ в общей геологической истории Земли?

✓ Какие научно-технические методы применяются для поисков разных типов экзогенных и эндогенных МПИ?

Рекомендуемая литература: [1-6], [8-12]

5. Гидрогеохимические, атмохимические и биогеохимические методы поиска МПИ.

Вопросы для самоконтроля знаний:

✓ Что такое гидрогенные месторождения?

✓ Назовите гидрогеохимические методы поиска МПИ.

✓ В каких случаях эффективно применение гидрохимического метода?

✓ Атмохимические методы (газортутный и гелиевый).

✓ Для каких целей может быть применена газортутная съемка?

✓ В каких случаях целесообразно применение атмохимического метода?

✓ Состав газовых ореолов рудных месторождений.

✓ Аэрогамма-спектрометрический метод.

✓ Биогеохимические методы поисков МПИ.

✓ На чем основаны биологические методы поисков?

✓ Что такое барьерные и безбарьерные растения?

✓ В каких случаях целесообразно применение биогеохимического метода?

Рекомендуемая литература: [1-5], [8-12]

6. Геохимические методы реконструкции первичной природы метаморфитов и геодинамических условий формирования их протолитов.

Проблема распознавания первичной природы регионально метаморфизованных супракрустальных образований на основе комплекса геолого-петрогеохимических методов.

Вопросы для самоконтроля знаний:

✓ Метаморфизм, факторы метаморфизма, типы метаморфизма, метаморфизм минералов.

✓ Подвижность элементов при метаморфизме

✓ Методы реконструкции первичной природы пород, на чем они базируются, их ограничения

- ✓ Методы реконструкции условий формирования протолитов метаморфических пород, их принципы и ограничения
- ✓ Метасоматоз, типы метасоматоза, коэффициент привноса-выноса, фильтрационный эффект, правило равных объемов Линдгрена. Существует ли возможность использование информации о метасоматических изменениях при реконструкциях?

Рекомендуемая литература: [1- 11]

7. Геохимические (литохимические) методы поисков МПИ.

Литохимические методы поиска месторождений полезных ископаемых по первичным ореолам: состав ореолов, условия образования ореолов, единая зональность ореолов, первичные ореолы месторождений литофильных металлов, ореолы нерудных металлов. Литохимические методы поиска месторождений полезных ископаемых по вторичным ореолам: остаточные ореолы, наложенные ореолы рассеяния

Вопросы для самоконтроля:

- ✓ Состав ореолов
- ✓ Морфоструктурные типы, строение и размеры ореолов.
- ✓ Условия образования ореолов.
- ✓ Единая зональность ореолов.
- ✓ Первичные ореолы месторождений литофильных металлов.
- ✓ Ореолы нерудных месторождений.
- ✓ Поиски по вторичным ореолам: остаточные ореолы и наложенные ореолы рассеяния.
- ✓ Почему возникает вертикальная зональность в первичных геохимических ореолах и какие у нее особенности?
- ✓ Чем отличается поперечная зональность первичных ореолов от вертикальной?
- ✓ Как рассчитывается продуктивность первичного ореола?
- ✓ Охарактеризуйте основные типы вторичных ореолов рассеяния.
- ✓ Какие горизонты почв наиболее информативны при опробовании вторичных ореолов?
- ✓ Что такое потоки рассеяния?

Рекомендуемая литература: [2], [3], [5], [6], [8-12].

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Программой дисциплины предполагается проведение одной контрольной работы.

Контрольная работа «Построение первичных ореолов месторождений полезных ископаемых на основе геологических данных»

На компьютере в ГИС ArcInfo построить по геохимическим данным, с привязкой к местности, первичный ореол месторождения.

Данные (координаты и параметры хим. состава г.п.) предоставляются преподавателем.

Студенты должны по петрохимическим данным по породам протерозойского разреза

скважины СГ-3 (по двум из заданных преподавателем толщ) произвести:

- 1) статистическую проверку гипотезы о соответствии распределений одного из параметров хим. состава для выбранным двум толщам нормальному распределению;
- 2) статистическую проверку гипотезы о равенстве средних для этого параметра в двух выбранных толщах с помощью параметрического и непараметрического критериев;
- 3) результаты представить в виде отчета (в редакторе Word);

КОНТРОЛЬ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Итоговый уровень знаний студентов, приобретенный при изучении дисциплины «Прикладная геохимия», проверяется на экзамене.

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

1. Прикладная геохимия, геохимическое поле, геохимический фон, геохимическая аномалия, кларки элементов, понятие региональных кларков.
2. Магматическая миграция элементов, геохимическая классификация магматических пород.
3. Геохимия основных и ультраосновных пород, для каких целей используется информация об их составе.
4. Геохимия пород кислого состава и пегматитов. Для каких целей используется информация об их составе?
5. Геохимия гидротермальных процессов, геохимические барьеры.
6. Устойчивость минералов при выветривании, выветривание минералов и принцип Освальда.
7. Схема выпадения элементов и их соединений в осадок по В.М.Гольдшмидту (с дополнениями В.В.Щербины и К.Смуликовского), геохимические барьеры.
8. Коры выветривания, их типы, зональность кор выветривания, поведение в корях выветривания петрогенных элементов, значение кор выветривания для геологии.
9. Геохимия рудных месторождений. Кларк концентрации (КК), импульс миграции и интенсивность рудообразования. Как связано с КК разнообразие месторождений?
10. Геохимия техногенеза, технофильность, техногенные аномалии по размерам и особенностям влияния на человека.
11. Химические элементы как индикаторы геологических процессов.
12. Чем лимитируется индикаторная роль отдельных элементов?
13. Роль эмиссионного спектрального анализа малой точности.
14. Закон дифференциации вещества Земли – главный геохимический закон.
15. Единство зональности и стадийности.
16. Химико-плотностная конвекция.
17. Подвижность химических элементов – основа зональности и стадийности.
18. Уровни зональности.
19. Состав ореолов.
20. Морфоструктурные типы, строение и размеры ореолов.
21. Условия образования ореолов.
22. Единая зональность ореолов.
23. Первичные ореолы месторождений литофильных металлов.
24. Ореолы нерудных месторождений.
25. Поиски по вторичным ореолам. Остаточные ореолы.
26. Наложённые ореолы рассеяния.
27. Гидрогеохимические методы поисков МПИ.

28. Атмохимические методы поисков МПИ.
29. Состав газовых ореолов рудных месторождений.
30. Аэрогамма-спектрометрический метод.
31. Биогеохимические методы поисков МПИ.
32. Метаморфизм, факторы метаморфизма, типы метаморфизма, метаморфизм минералов.
33. Подвижность элементов при метаморфизме.
34. Методы реконструкции первичной природы пород, на чем они базируются, их ограничения.
35. Методы реконструкции условий формирования протолитов метаморфических пород, их принципы и ограничения.
36. Метасоматоз, типы метасоматоза, коэффициент привноса-выноса, фильтрационный эффект, правило равных объемов Линдгрена. Существует ли возможность использование информации о метасоматических изменениях при реконструкциях.
37. Что такое МПИ и каковы главные факторы и особенности их возникновения и размещения?
38. Геохимическая зональность.
39. Поиски по первичным ореолам: состав ореолов.
40. Что такое системы (геосистемы) породообразования? Из каких элементов состоят эти системы? Каковы главные этапы и результаты работы породообразующих систем?
41. В чём различие кондуктивного и конвективного процессов передачи тепловой энергии в Земле?
42. В чем смысл понятий о фоновом и аномальном содержании тех или иных компонентов состава в горных породах?
43. Чем определяется минимальное промышленное содержание полезных компонентов в рудоносных породах (рудах)?
44. Главнейшие типы и виды геохимической зональности, важные в прикладном отношении.
45. Общая классификация МПИ.
46. Что такое проблема источников рудного вещества (полезных компонентов) для эндогенных и экзогенных МПИ?
47. Охарактеризуйте различия природных систем породообразования - осадочных и магматических.
48. В каких случаях и почему региональный метаморфизм может быть причиной и главным фактором появления МПИ?
49. Какова роль долгоживущих линеаментных (дислокационных) зон в образовании эндогенных рудных и нерудных МПИ?
50. Какова длительность формирования рудных и нерудных МПИ. Чем она определяется?
51. Каковы принципиальные различия процессов регионального метаморфизма и регионального метасоматизма и почему эти процессы обнаруживают пространственно-временные взаимосвязи?
52. Какие эндогенные рудные МПИ обнаруживают прямые генетические соотношения с магматитами мантийного происхождения? Назовите обобщенные типы таких месторождений, приведите информативные примеры МПИ и возможные вероятные варианты интерпретации их происхождения.
53. Какие эндогенные рудные МПИ обнаруживают признаки сложной парагенетической связи с магматитами корового и мантийного происхождения? Назовите примеры таких МПИ и возможные вероятные пути интерпретации их происхождения.
54. Экологическая геохимия: конфликт Природы и Цивилизации
55. Какова роль долгоживущих линеаментных (дислокационных) зон в образовании эндогенных рудных и нерудных МПИ?
56. Построение ореолов в изолиниях.

57. Чем определяется вес петрогеохимической пробы и как происходит её отбор? Что минимально входит в такую пробу? Зачем должны сохраняться дубликаты проб или навесок? Что такое банки данных (фактических)?
58. Что такое планирование геохимического и петрогеохимического опробования при поисковых и оценочных работах на различные полезные ископаемые?