

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан Геологического факультета
академик

_____/Д.Ю.Пущаровский/

«__» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы геохимических методов поисков

Автор-составитель: Николаев Ю.Н.

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

05.04.01 Геохимия

Направленность (профиль) ОПОП:

Геохимия

Магистерская программа:

Геохимия

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва 20__

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геохимия» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2019.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Целью дисциплины является приобретение студентами дополнительных знаний в области теоретических основ и практического применения геохимических методов поисков месторождений полезных ископаемых для решения сложных геологических задач по выявлению, типизации и оценке геохимических аномалий на разных стадиях геологоразведочных работ.

Задачи:

- изучение особенностей формирования ореолов и потоков рассеяния рудных месторождений в сложных условиях залегания (для месторождений благородных металлов, включая МПГ, рассеянных элементов и алмазов);
- выбор и освоение методик поисков таких месторождений, овладение специальными приемами и методами математической обработки данных для выявления и оценки сложных объектов поисков по геохимическим данным;
- планирование и проектирование детальных геолого-геохимических работ на стадиях поисков и оценки месторождений, основанное на анализе и комплексной интерпретации результатов ранее проведенных мелко- и среднемасштабных геологических, геохимических и геофизических поисков.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный блок, дисциплины по выбору, курс – I, семестр – 1.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин программы бакалавриата «Геоинформационные системы в геологии», «Методы геохимических исследований», «Геолого-промышленные типы месторождений металлических полезных ископаемых», «Геохимия», «Геохимия ландшафта», «Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых», «Интерпретация геохимических аномалий», учебной специальной практики по геохимическим методам поисков.

Дисциплина необходима для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

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

Компетенции выпускников, формируемые при реализации дисциплины:

ОПК-2.М Способность самостоятельно формулировать цели работы, устанавливать последовательность решения профессиональных задач

ОПК-3.М Способность в процессе решения профессиональных задач самостоятельно получать, интерпретировать и обобщать результаты, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию

ОПК-4.М Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки

ОПК-5.М Способность использовать современные вычислительные методы и компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности

ПК-7.М Способность использовать специализированные профессиональные теоретические знания и практические навыки для проведения прикладных исследований

ПК-9.М Способность использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач

СПК-5.М Способность к выявлению, изучению и геологической интерпретации ассоциаций химических элементов, характерных для продуктов геологических процессов.

СПК-6.М Владение принципами и методами математической обработки геохимических данных.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: актуальные проблемы геохимических поисков, основные типы месторождений благородных металлов (в том числе МПГ), рассеянных элементов и алмазов, их структурно-морфологические особенности, вещественный состав и особенности формирования ореолов и потоков рассеяния в разных ландшафтно-геохимических условиях.

Уметь: выявлять месторождения благородных металлов (в том числе МПГ), рассеянных элементов и алмазов по прямым и косвенным геохимическим индикаторам; выполнять геологическую интерпретацию геохимических данных и оценивать перспективность сложных объектов поисков; планировать и проектировать детальные геолого-геохимические работы на стадиях поисков и оценки месторождений, основываясь на анализе и комплексной интерпретации результатов ранее проведенных мелко- и среднемасштабных геологических, геохимических и геофизических работ.

Владеть: специализированными методиками геохимических поисков сложновывяляемых месторождений благородных металлов, рассеянных элементов и алмазов; современными технологиями обработки данных и их геолого-геохимической интерпретацией.

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия, самостоятельная работа студентов.

5. Объем дисциплины составляет 2 з.е., 72 академических часа, в том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем - 28 академических часов (14 часов – лекции, 14 часов – семинары), самостоятельная работа обучающихся - 44 академических часа. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс посвящен изложению наиболее актуальных проблем теории и практики геохимических поисков на современном этапе.

В рамках дисциплины рассматриваются вопросы, связанные с поисками сложновывяляемых месторождений благородных металлов, рассеянных элементов и алмазов, современные технологии и методы комплексной обработки и интерпретации геолого-геохимической информации.

Семинарские занятия по курсу посвящены планированию и проектированию геолого-геохимических работ на разных стадиях ГРР.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Современные задачи поисковой геохимии	16	6		4	10	6 (подготовка к устному опросу, контрольной работе; подготовка реферата)
Раздел 2. Новые технологии в геохимических поисках и обработке геохимических данных	12	4		4	8	4 (подготовка к устному опросу, контрольной работе)
Раздел 3. Решение практических поисковых задач на разных стадиях ГРП	34	4		6	10	24 (подготовка 3 расчетных заданий)
Промежуточная аттестация (экзамен)	10					10
Итого	72			28		44

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Современные задачи поисковой геохимии

Роль и место геохимических методов поисков в геологоразведочном процессе, их эффективность и возможности применения на современном этапе. Содержание курса, его связь со смежными дисциплинами.

Поиски на закрытых территориях. Поиски в областях современного вулканизма и развития пепловых покровов. Поиски в аридных регионах. Съёмка по вторичным ореолам рассеяния в арктическом ландшафте.

Гидрохимические методы при поисках погребенного и глубокозалегающего оруденения. Методики опробования подземных вод. Гидрохимические индикаторы месторождений различных типов. Гидрохимические поиски в районе медно-порфирового месторождения. Наночастицы в почвенном воздухе. Углеродородная атмосферическая съёмка при поисках рудных месторождений. Молекулярная биология при поисках погребенных месторождений. Биогеохимическая съёмка на территории коры выветривания серпентинитов.

Геохимические методы поисков платины. Редкие и рассеянные элементы, их месторождения и поисковые стратегии. Геохимические поиски алмазов по потокам рассеяния. Вторичное сульфидное обогащение на месторождениях сульфидных руд и решение задач по оценке перспективности оруденения по параметрам вторичных ореолов рассеяния.

Индикаторные минералы погребенных горизонтов несогласия. Примесные элементы в минералах как вектор на оруденение. Формы нахождения рудных и сопутствующих элементов во вторичных ореолах в связи с вопросами их формирования. Геохимические признаки гидротермальных изменений и вторичного рассеяния, связанных с медно-порфировым оруденением.

Возобновление региональных геохимических съёмок — мировой опыт. Поисковые модели рудных районов, узлов и месторождений и их использование при региональных и среднемасштабных геохимических поисках. Комплексная интерпретация геологических, геохимических и геофизических данных. Изотопная геохимия в поисковых задачах.

Раздел 2. Новые технологии в геохимических поисках и обработке геохимических данных

Портативные аналитические приборы в геохимических поисках: pXRF, LIBS. Оценка, визуализация и интерпретация данных геохимической съёмки. Разведочный анализ данных: гистограммы, коробчатые диаграммы, графики плотности вероятности, графики квантиль–квантиль. Таблицы описательной статистики. Мультивариантный анализ. Пространственное распределение. Графики концентрация–площадь. Вариограммы. Статистические методы разделения аномальных значений и выбросов. Расстояние Махаланобиса. Методы трансформации данных закрытых систем: alr , clr , ilr . Объединение выборок. Метод главных компонент. Кластерный анализ: корреляционные дендрограммы, метод k -средних. Самоорганизующиеся карты.

Раздел 3. Решение практических поисковых задач на разных стадиях ГРП.

Планирование, проектирование и производство детализационно-заверочных на стадии регионального изучения территорий по потокам рассеяния.

Планирование, проектирование и производство детальных геолого-геохимических работ на основе анализа ретроспективных данных (результатов ГСР-200, ГДП-200, ОГХР-200) при переходе к поисковой стадии.

Планирование, проектирование и производство детальных геолого-геохимических работ при решении задач по приросту запасов и прогнозных ресурсов высоких категорий на флангах разведываемых и разрабатываемых месторождений.

Современное состояние и задачи в области совершенствования теоретических основ и разработки современных технологий геохимических методов поисков. Основные направления развития геохимических поисков в России и за рубежом.

Рекомендуемые образовательные технологии:

Занятия проводятся в интерактивной форме, с организацией дискуссий и использованием средств мультимедийного сопровождения учебного процесса, включают элементы проектной деятельности, моделирования производственных ситуаций в учебном процессе.

В процессе преподавания дисциплины применяются информационно-коммуникационные образовательные технологии: лекции-визуализации, сопровождаемые демонстрацией иллюстративных и графических материалов; инновационные методы: консультирование студентов с использованием электронной почты.

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

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

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется по результатам устного опроса, контрольных работ (по всем разделам дисциплины), при сдаче рефератов (раздел 1), расчетных заданий (раздел 3).

Перечень вопросов для проведения текущего контроля (устный опрос, контрольные работы):

Раздел 1:

1. Назовите основные тенденции в развитии современной поисковой геохимии? Какие задачи она решает.
2. В чем заключается специфика поисков на закрытых территориях? Какие геохимические методы в этих условиях наиболее эффективны?
3. Приведите три примера современного нестандартного подхода при геохимических поисках погребенного оруденения.
4. Какими приемами и методами пользуются для разбраковки слабых геохимических аномалий и определения их природы (рудные, ландшафтные, техногенные)?
5. Охарактеризуйте условия гипергенной миграции химических элементов в условиях арктических ландшафтов. В чем заключается их специфика?
6. Способы опробования подземных вод.
7. Методы определения состава подземных вод в полевом и лабораторном вариантах.
8. Основные гидрохимические индикаторы при поисках слепых и погребенных месторождений.
9. Прямые и косвенные геохимические индикаторы, используемые при геохимических поисках рудных месторождений
10. Основные закономерности распределения легких и тяжелых углеводородов в почвенной и приземной атмосфере и как они используются для интерпретации результатов геохимических съемок.
11. Что такое наночастицы, какие возможности открывает их использование при геохимических поисках рудных месторождений?
12. Область применения молекулярной биологии при поисках рудных месторождений.
13. Назовите основные типы месторождений, в составе которых присутствуют МПГ, их генезис, условия локализации, вещественный состав.
14. Какие элементы-индикаторы платинового оруденения имеют важное значение при геохимических поисках?
15. Какие геохимические индикаторы используются при поисках рассеянных элементов по потокам и вторичным ореолам.
16. Распределение каких элементов информативно для прогнозирования кимберлитов и в чем заключается сложность прогнозирования их алмазоносности?
17. Комплексование каких методов наиболее эффективно при поисках кимберлитов на закрытых территориях?

18. Что такое «скрытая» геохимическая зональность и какие минералы-носители используются для ее выявления?
19. Геохимические признаки гидротермально-метасоматических изменений и их основные индикаторы.
20. Какие поисковые задачи позволяет решать изотопная геохимия?
21. Что такое современная прогнозно-геохимическая карта и ее основное назначение?

Раздел 2:

22. pXRF: элементы, доступные для анализа, и пределы их обнаружения
23. pXRF: факторы, влияющие на чувствительность анализа (матричные эффекты, эффекты, связанные с физическими свойствами образцов).
24. pXRF: преимущества и ограничения различных режимов использования («навел и стрелай») и режимов обработки спектров (Комптоновская нормализация, фундаментальные параметры).
25. Подготовка данных к анализу. Методы трансформации данных для «закрытых систем».
26. Какие статистические процедуры входят в разведочный анализ данных?
27. Как различить аномальное значение и выброс?
28. Фрактальный анализ: принцип и варианты реализации. Возможно ли использовать фрактальный анализ данных, собранных для вашей выпускной работы? Какие результаты можно было бы ожидать?
29. Факторный анализ, метод главных компонент. Возможно ли использовать факторный анализ данных, собранных для вашей выпускной работы? Какие результаты можно было бы ожидать?

Раздел 3:

30. Каковы основные задачи детализационно-заверочных работ на стадии регионального изучения территорий? Как производится выбор участков под заверку.
31. Назовите используемые методы, масштабы съемок и технологию проведения детализационно-заверочных работ в составе ОГХР-200.
32. Сформулируйте основные задачи, решаемые геохимическими методами на поисковой стадии ГРР.
33. Стратегия поисков: принцип выбора объектов, поисковые задачи и способы их решения в различных горно-геологических и ландшафтно-геохимических обстановках.
34. Какие современные методы и технологии используют на поисковой стадии для повышения эффективности геохимических работ?
35. Какие задачи решаются при поисках на флангах разведываемых и разрабатываемых месторождений?
36. Какими способами решаются основные задачи при поисках на флангах разведываемых и разрабатываемых месторождений?

Расчетные задания:

Задание 1: Выделение перспективных площадей для постановки геолого-геохимических работ и лицензирования недропользователями.

План и требования к составлению пояснительной записки:

Введение (цели и задачи работы)

Раздел 1. На основе анализа геологического строения и металлогении Южно-Анжуйской шовной зоны определить профилирующие типы полезных ископаемых, возможность выявления которых существует на Коралловой площади.

Раздел 2. Обосновать критерии выявления перспективных типов полезных ископаемых (геологические, геохимические, минералогические и др.), по которым выделяются рекомендуемые участки детализации и площади для лицензирования.

Раздел 3. Выделить на карте перспективные участки и обосновать последовательность, методы и объемы предлагаемых детализационно-заверочных работ по локализации перспективных типов оруденения (представить в табличной форме с краткими пояснениями в тексте).

Раздел 4. Выделить по результатам работ предшественников участки под лицензирование (площадью до 100 км²) с обоснованием типа и масштабов прогнозируемого оруденения и предлагаемых мероприятий (проведение ревизионных работ и их объемы).

Раздел 5. Определить затраты (не более 50-60 млн. руб.) на проведение детализационно-заверочных и ревизионных работ (если такие планируются). Представить в виде сметно-финансового расчета.

Заключение (основные выводы)

Графический материал: карта М 1:200000 с вынесенными перспективными участками детализационно-заверочных работ и лицензионных площадей, на которых штриховкой или другими знаками обозначаются применяемые методы поисков (по потокам рассеяния, вторичным ореолам рассеяния, поисковые маршруты и др.)

Задание 2: Выявление потенциальных рудных зон и разработка рекомендаций для проведения поисковых работ по вскрытию и прослеживанию оруденения поверхностными горными выработками и на глубину скважинами.

План и требования к составлению пояснительной записки:

Раздел 1. На основе анализа геологического строения и металлогении Верхне-Кричальской вулканической впадины и определить тип оруденения, развитого на участке Икар (структурно-морфологический, минералогический, геохимический).

Раздел 2. Обосновать критерии выявления потенциальных рудных зон (геологические, геохимические, минералогические и др.), по которым определяется направление поисковых работ.

Раздел 3. Обосновать последовательность, методы и объемы предлагаемых поисковых работ (включая опробование) по локализации перспективных рудоносных структур (представить в табличной форме с краткими пояснениями в тексте).

Раздел 4. Определить затраты на производство поисковых работ (не более 60-70 млн. руб.). Представить в виде сметно-финансового расчета.

Заключение (основные выводы)

Графический материал: план М 1:10000 с вынесенными на него поисковыми канавами и или линиями буровых профилей.

Задание 3: Выявление потенциальных рудных зон и разработка рекомендаций для проведения поисковых работ по вскрытию и прослеживанию оруденения поверхностными горными выработками и на глубину скважинами

План и требования к составлению пояснительной записки:

Введение (цели и задачи работы)

Раздел 1. На основе анализа геологического строения и металлогении Верхне-Олойской площади определить перспективные типы оруденения, развитые на участках Тур, Намбондачан, Правое Крыло (структурно-морфологический, минералогический, геохимический). Использовать для анализа и получения выводов презентацию доклада

Раздел 2. Обосновать критерии выявления потенциальных рудных зон (геологические, геохимические, минералогические и др.) и параметры оруденения по которым определяется направление поисковых работ. Использовать для анализа и получения выводов презентацию доклада

Раздел 3. Обосновать последовательность, методы и объемы предлагаемых поисковых работ (поисковые маршруты, детальные литохимические поиски, поверхностные горные выработки, бурение, включая опробование) по локализации перспективных рудоносных структур (представить в табличной форме с краткими пояснениями в тексте).

Раздел 4. Определить затраты на производство поисковых работ (не более 70-80 млн. руб.). Представить в виде сметно-финансового расчета.

Заключение (основные выводы)

Графический материал: планы участков в М 1:10000 с вынесенными на него поисковыми канавами и или линиями буровых профилей.

Рекомендуемые темы рефератов:

1. Геохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния в арктическом и субарктическом ландшафтах.
2. Геохимические поиски слепых медно-порфировых месторождений.
3. Геохимические поиски алмазов по потокам и вторичным ореолам рассеяния.
4. Вторичное сульфидное обогащение и оценка колчеданно-полиметаллических месторождений при поисках по вторичным ореолам рассеяния.
5. Геохимические поиски слабоэродированных золото-серебряных месторождений в областях современного вулканизма.
6. Геохимические поиски и оценка золоторудных месторождений типа "intrusion related".
7. Геохимические поиски коренных месторождений платины.
8. Геохимические поиски в областях современного вулканизма и развития пепловых покровов.
9. Геохимические поиски золоторудных месторождений в сложных условиях залегания.
10. Геохимические поиски и оценка месторождений редких и рассеянных элементов.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Роль и место геохимических методов поисков в геологоразведочном процессе, их эффективность и возможности применения на современном этапе.
2. Поиски на закрытых территориях. Общие принципы и применяемые методы.
3. Поиски в областях современного вулканизма и развития пепловых покровов.
4. Поиски в аридных регионах. Съёмка по вторичным ореолам рассеяния в арктическом ландшафте.
5. Гидрохимические методы при поисках погребенного и глубокозалегающего оруденения. Методики опробования подземных вод. Гидрохимические индикаторы месторождений различных типов.
6. Современные технологии атмосферных поисков. Наночастицы в почвенном воздухе. Углеродная съёмка при поисках рудных месторождений.
7. Молекулярная биология при поисках погребенных месторождений. Биогеохимическая съёмка на территории коры выветривания серпентинитов.
8. Примесные элементы в минералах как вектор на оруденение. «Скрытая» зональность оруденения. Способы ее выявления и использование для прогнозирования
9. Формы нахождения рудных и сопутствующих элементов во вторичных ореолах в связи с вопросами их формирования. Их использование при интерпретации поисковых данных.
10. Геохимические признаки гидротермальных изменений и вторичного рассеяния. Их использование при интерпретации поисковых данных.
11. Изотопная геохимия в поисковых задачах.
12. Использование портативных аналитических приборов в геохимических поисках
13. Оценка, визуализация и интерпретация данных геохимической съёмки в современных условиях

14. Дополнительные возможности статистической обработки данных: новые приемы и методы.
15. Методы кластерного и факторного анализа геохимических данных. Факторный анализ: метод главных компонент. Кластерный анализ: корреляционные дендрограммы, метод k-средних. Самоорганизующиеся карты.
16. Возобновление региональных геохимических съемок — мировой опыт. Поисковые модели рудных районов, узлов и месторождений и их использование при региональных и среднемасштабных геохимических поисках.
17. Поисковые модели рудных месторождений. Их использование при среднемасштабных геохимических поисках.
18. Выбор аналитических методов для решения поисковых задач в современных условиях. Требования к нижним пределам обнаружения, величинам погрешности и спектру определяемых элементов.
19. Комплексирование геохимических поисков с другими видами исследований. Использование минералогических, термобарогеохимических, изотопных методов для интерпретации геохимических данных.
20. Современное состояние и задачи в области совершенствования теории и технологий геохимических методов поисков. Основные направления развития геохимических поисков в России и за рубежом.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: актуальных проблем геохимических поисков, особенностей формирования ореолов и потоков рассеяния сложных объектов поисков	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	В целом полные, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: выявлять месторождения по прямым и косвенным геохимическим индикаторам; выполнять геолого-геохимическую интерпретацию данных и оценивать перспективность сложных объектов поисков; планировать и проектировать детальные геолого-геохимические	Умения отсутствуют	Умения выявлять месторождения по прямым и косвенным геохимическим индикаторам; частично выполнять геолого-геохимическую интерпретацию, планировать и проектировать детальные геолого-геохимические работы	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение выполнять геолого-геохимическую интерпретацию, планировать и проектировать детальные геолого-геохимические работы	Успешное умение выполнять геолого-геохимическую интерпретацию, планировать и проектировать детальные геолого-геохимические работы

работы на стадиях поисков и оценки месторождений				
Владения: специализированными методиками геохимических поисков сложновывяемых месторождений; современными технологиями обработки данных и их геолого-геохимической интерпретацией	Навыки владения методиками и технологиями обработки данных и их геолого-геохимической интерпретацией отсутствуют	Фрагментарное владение методиками и технологиями обработки данных и их геолого-геохимической интерпретацией	В целом сформированное владение методиками и технологиями обработки данных и их геолого-геохимической интерпретацией	Свободное владение методиками и технологиями обработки данных и их комплексной геолого-геохимической интерпретацией

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

Матвеев А.А., Соловов А.П. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. Учебник для вузов. М.: Изд-во КДУ, 2011

- дополнительная литература:

Григорян С.В. Первичные геохимические ореолы при поисках и разведке рудных месторождений. М.: Недра, 1987

Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. М.: Недра, 1983

Методические рекомендации по литохимическим методам поисков рудных месторождений по потокам рассеяния. М.: ИМГРЭ, 1992

Методические рекомендации по литохимическим методам поисков рудных месторождений по вторичным ореолам рассеяния. М.: ИМГРЭ, 1993

Методические рекомендации по мелкомасштабному обобщению поисковых геохимических данных с целью металлогенического анализа и количественного прогноза (на примере Северо-Востока России). М.: ИМГРЭ, 2000

Питулько В.М., Мкртычян А.К., Юркевич Л.Г. Теория и практика интенсивной технологии геохимических работ при прогнозировании и поисках золоторудных месторождений. СПб: Нестор-История, 2014

Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / Под ред. А.П. Соловова. М.: Недра, 1990

Cao J., Hu R., Liang Z., Peng Z. TEM observation of geogas-carried particles from the Changkeng concealed gold deposit, Guangdong Province, South China // *Journal of Geochemical Exploration*. 2009. Vol. 101, No. 3. P. 247–253.

Castillo P.I.C., Townley B.K., Emery X., Puig Á.F., Deckart K. Soil gas geochemical exploration in covered terrains of northern Chile: data processing techniques and interpretation of contrast anomalies // *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*. 2015. Vol. 15. P. 222–233.

Coker W.B. Future research directions in exploration geochemistry // *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*. 2010. Vol. 10, No. 1. P. 75–80.

Grunsky E. The interpretation of geochemical survey data // *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*. 2010. Vol. 10, No. 1. P. 27–74.

Halley S., Dilles J.H., Tosdal R.M. Footprints: hydrothermal alterations and geochemical dispersion around porphyry copper deposits // *SEG Newsletter*. 2015. No. 100. P. 12–17.

- Harmon R.S., Russo R.E., Hark R.R.* Applications of laser-induced breakdown spectroscopy for geochemical and environmental analysis: A comprehensive review // *Spectrochimica Acta — Part B Atomic Spectroscopy*. 2013. Vol. 87. P. 11–26.
- Lemière B.* A review of pXRF (field portable X-ray fluorescence) applications for applied geochemistry // *Journal of Geochemical Exploration*. 2018. Vol. 188. P. 350–363.
- Levinson A.A., Bradshaw P.M.D., Thomson I.* Practical problems in exploration geochemistry. Wilmette, Illinois: Applied Publishing Ltd., 1987. 277 p.
- Leybourne M.I., Cameron E.M.* Composition of groundwaters associated with porphyry-Cu deposits, Atacama Desert, Chile: Elemental and isotopic constraints on water sources and water-rock reactions // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2006. Vol. 70, No. 7. P. 1616–1635.
- Leybourne M.I., Cameron E.M.* Groundwater in geochemical exploration // *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*. 2010. Vol. 10, No. 2. P. 99–118.
- Mathur R., Titley S.R., Barra F., Brantley S., Wilson M., Phillips A., Munizaga F., Maksaev V., Vervoort J., Hart G.* Exploration potential of Cu isotope fractionation in porphyry copper deposits // *Journal of Geochemical Exploration*. 2009. Vol. 102, No. 1. P. 1–6.
- Reich M., Vasconcelos P.M.* Geological and economic significance of supergene metal deposits // *Elements*. 2015. Vol. 11, No. 5. P. 305–310.
- Reimann C., Filzmoser P., Garrett R.G.* Background and threshold: critical comparison of methods of determination // *Science of the Total Environment*. 2005. Vol. 346. P. 1–16.
- Ridolfi S.* Portable systems for energy-dispersive X-ray fluorescence analysis // *Encyclopedia of Analytical Chemistry*. 2017. P. 1–22.
- Salama W., Anand R.R., Verrall M.* Mineral exploration and basement mapping in areas of deep transported cover using indicator heavy minerals and paleoredox fronts, Yilgarn Craton, Western Australia // *Ore Geology Reviews*. 2016. Vol. 72. P. 485–509.
- Wakelin S., Anand R.R., Macfarlane C., Reith F., Noble R., Rogers S.* Assessing microbiological surface expression over an overburden-covered VMS deposit // *Journal of Geochemical Exploration*. 2012. Vol. 112. P. 262–271.
- Wilkinson J.J., Chang Z., Cooke D.R., Baker M.J., Wilkinson C.C., Inglis S., Chen H., Gemmill B.J.* The chlorite proximator: A new tool for detecting porphyry ore deposits // *Journal of Geochemical Exploration*. 2015. Vol. 152. P. 10–26.
- Winterburn P.A., Noble R.R.P., Lawie D.* Advances in exploration geochemistry, 2007 to 2017 and beyond // *Proceedings of Exploration 17: Sixth Decennial International Conference on Mineral Exploration*. 2017. Paper 34. P. 395–505.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения:

пакеты программ STATISTICA, Microsoft Office

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем.

Не требуется.

Г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется)

Сайт Федерального агентства по недропользованию (Роснедра) // <http://www.rosnedra.gov.ru/>

Научная библиотека МГУ им .М.В.Ломоносова: <http://nbmgu.ru/>

Научная электронная Библиотека: <http://www.e-library.ru>

Научная электронная библиотека: <https://cyberleninka.ru/>

Полнотекстовая база данных ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/>

Д) Материально-технического обеспечение:

- помещения – аудитория, рассчитанная на группу из 8-10 учащихся;

- оборудование – мультимедийный проектор, компьютер, экран, персональные компьютеры.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Николаев Ю.Н.

11. Автор (авторы) программы – Николаев Ю.Н.