


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Геолого-географический факультет



СВЕРЖДАЮ:

Декан геолого-географического
факультета

 П.А. Тишин

«22» июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых и их прогноз

по направлению подготовки **05.03.01 Геология**

Направленность (профиль) подготовки / специализация:
«Геология»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2023

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.29

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 О.В. Бухарова

Председатель УМК

 М.А. Каширо

Томск – 2023

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующей компетенции:

ОПК 1 – способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач;

ОПК 2 – способен использовать знание теоретических основ фундаментальных геологических дисциплин при решении задач профессиональной деятельности;

ОПК 3 – Способен применять методы сбора, обработки и представления полевой геологической информации для решения стандартных профессиональных задач;

ОПК 4 – Способен понимать принципы работы информационных технологий и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий, в том числе технологии геоинформационных систем.

2. Задачи освоения дисциплины

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.4 – Решает стандартные профессиональные задачи на основе представлений о строении Земли, закономерностях ее развития, структуре и взаимосвязи земных оболочек и происходящих в них;

ИОПК 2.4 – Обобщает материалы по геологической изученности района работ на основе фондовых и опубликованных данных;

ИОПК 2.5 – Составляет графические материалы, характеризующие геологическое строение изучаемого района исследований (схемы, карты, разрезы, планы, диаграммы, колонки и т.п.);

ИОПК 2.6 – Самостоятельно и с участием специалистов составляет отчеты о результатах работ по геологическому изучению недр;

ИОПК 3.1 – Осуществляет сбор и документирование полевой геологической информации в соответствии с методическими положениями, инструкциями и требованиями по геологическому изучению недр, производству геологоразведочных работ;

ИОПК 4.3 – Создает модели природных и техногенных объектов и процессов с использованием профессионального программного обеспечения

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 обязательной части образовательной программы. Б1.О.29

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине Семестр пятый, экзамен.

5. Входные требования для освоения дисциплины. Постреквизиты

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по знаниям по всем основным базовым дисциплинам геологического цикла, связанным с геологией и вещественным составом минеральных объектов, и, прежде всего, месторождений полезных ископаемых, процессами их образования (Геохимия, Геохимия геологических процессов, Минералогия, Петрография, Основы математической статистики, геоморфология с основами четвертичной геологии).

Освоение дисциплины необходимо для успешной реализации следующих курсов: Статистические методы в геологии, Промтипы месторождений полезных ископаемых, Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

– лекции: 18 ч.;

– практические занятия (в том числе, практическая подготовка) 42 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины

Тема 1 **Введение.** Значение геохимических методов поисков и разведки в общем комплексе геологических работ. История разработки и внедрения в практику геохимических методов поисков. Применение геохимических методов поисков в России и в зарубежных странах.

Тема 2 **Общие принципы геохимических методов поисков.** Распространение и основные виды и формы существования элементов в природе. Соотношение рассеянного и концентрированного состояния рудообразующих элементов. Закон Вернадского.

Геохимическое поле. Местный геохимический фон, явные и слабые геохимические аномалии и их параметры. Контрастность и эффективные размеры аномалий. Понятие о параметрических и непараметрических геохимических показателях. Прямые и косвенные геохимические индикаторы.

Месторождение полезного ископаемого как частный случай геохимической аномалии. Первичный ореол месторождения. Различные положения денудационной поверхности относительно рудного тела и его первичного ореола. Гипергенное поле рассеяния. Вторичные ореолы и потоки рассеяния месторождений. Взаимосвязь и взаимообусловленность возникновения геохимических аномалий, вторичных ореолов и потоков рассеяния в литосфере и различных компонентах ландшафта.

Геохимические съемки как метод исследования геохимического поля. Виды съемок – литохимические, гидрохимические, атмосферические биогеохимические; наземные, воздушные и подземные; региональные, поисковые, детальные и разведочные. Масштаб геохимических съемок и требования к плотности сети опробования.

Тема 3 **Первичные геохимические ореолы рудных месторождений.** Первичные геохимические ореолы как одно из проявлений процесса рудообразования. Ореол постмагматического месторождения. Параметры первичных геохимических ореолов: элементный состав, концентрация химических элементов, форма, размеры, продуктивность, зональность. Формы нахождения химических элементов в ореолах. Зональность первичных ореолов. Коэффициенты корреляции между содержаниями элементов в ореолах. Условная метрика генетически однотипных месторождений и рудопроявлений. Коэффициент подобия генетически однотипных месторождений. Влияние стадийности оруденения на формирование первичных ореолов. Полиформационные ореолы. Первичные ореолы круто- и пологозалегающих рудных тел гидротермальных месторождений.

Методика изучения первичных ореолов. Опробование, обработка и анализ проб. Методы обнаружения и усиления первичных ореолов. Методы изучения зональности ореолов, использование для этих целей компьютерных технологий.

Интерпретация геохимических аномалий. Признаки рудогенных и нерудогенных геохимических аномалий. Поиски слепого оруденения в крутопадающих структурах: оценка типа рудной минерализации, определение уровня геохимической аномалии относительно предполагаемого оруденения, оценка возможных масштабов слепого оруденения. Учет эрозионного среза. Доли забалансовых руд и коэффициента подобия месторождений при оценке их прогнозных ресурсов.

Генезис эндогенных геохимических ореолов и их зональности. Модель эндогенного оруденения.

Тема 4 Литохимические методы поисков по вторичным геохимическим ореолам и потокам рассеяния.

Геохимический ландшафт и миграция химических элементов. Твердый и растворимый сток с суши. Коэффициент водной миграции. Растворимость природных соединений и солевой эффект. рН и Eh природных вод. Принцип торможения химических реакций. Сорбция поглощающий комплекс почв и рыхлых образования зоны гипергенеза. Роль органического вещества в миграции атомов в природе. Коэффициент биологического накопления. Коэффициент контрастности гипергенной миграции химических элементов.

Преобразование рудных тел и их первичных ореолов в зоне гипергенеза. Коэффициент остаточной продуктивности ореолов рассеяния как показатель ландшафтных условий их преобразования.

Элементарный ландшафт. Автономные и подчиненные ландшафты. Геохимическое сопряжение в ландшафте и необходимость его учета при интерпретации вторичных ореолов рассеяния. Типы ландшафтов по условиям миграции химических элементов. Таежные ландшафты: кислая, кислая глеевая и кальциевая южная тайга. Таежно-мерзлотные ландшафты кислого глеевого и кальциевого классов водной миграции. Общие закономерности формирования зон окисления рудных месторождений в криолитозоне – оксидные и сульфатные зоны окисления. Южно-тундровые ландшафты кислого, кислого глеевого и кальциевого классов водной миграции. Особенности ландшафтов рудных месторождений в криолитозоне. Степные и пустынные ландшафты. Засоление и испарительная концентрация химических элементов.

Вторичные литохимические ореолы рассеяния. Классификация ореолов по фазе, генезису и признаку доступности. Механические ореолы диффузионные, дефлюкционные, диффузионно-дефлюкционные, солифлюкционные и делювиальные. Условия образования открытых и закрытых механических ореолов рассеяния.

Параметры остаточного ореола рассеяния тонкого рудного тела – продуктивность и коэффициент гипергенного рассеяния. Остаточные ореолы рассеяния в реальных геологических и ландшафтных условиях. Зависимость коэффициента остаточной продуктивности рудных тел от их морфологии, условий залегания и гипергенного преобразования. Остаточный ореол рассеяния мощного рудного тела. Смещение ореола на склоне и по восстанию рудного тела.

Солевые литохимические ореолы боковой и восходящей миграции. Факторы, способствующие закреплению солевых ореолов. Наложенные литохимические ореолы рассеяния. Испарительная, сорбционная и биогенная аккумуляция рудных элементов у поверхности.

Основные семь типов вторичных ореолов рассеяния по А.П. Соловову, важнейшие из них.

Методы поисков по вторичным литохимическим ореолам рассеяния. Районирование территории страны по условиям литохимических поисков. Рекогносцировочные, поисковые и детальные литохимические съемки в районах с открытыми ореолами рассеяния в элювиально-делювиальных отложениях. Определение местоположения, формы, размеров, состава и прогнозных ресурсов оруденения по параметрам остаточных ореолов рассеяния.

Глубинные литохимические съемки в закрытых районах. Выбор представительного горизонта для опробования.

Литохимические потоки рассеяния. Идеальный литохимический поток рассеяния в русле первого порядка. Формирование реальных потоков рассеяния в русле первого порядка. Формы нахождения химических элементов в потоках рассеяния и их преобразование. Изменение продуктивности потока рассеяния и содержания металла в аллювиальных отложениях вдоль русла. Склоновый коэффициент аллювия как отражение

роли в составе аллювия материала ближайших склонов. Взаимоотношение литохимических ореолов и потоков рассеяния. Коэффициент пропорциональности k'' .

Поиски по потокам рассеяния в аллювиальных отложениях. Отбор проб. Использование фракций-концентраторов поисковых компонентов для усиления контрастности потоков рассеяния. Шлихо-геохимический метод поисков. Количественная интерпретация потоков рассеяния и условия применения оценки прогнозных ресурсов по результатам их изучения.

Загрязнение ландшафта человеком и техногенные геохимические ореолы и потоки. Основные источники загрязнения окружающей среды. Аэрогенные ореолы и техногенные потоки рассеяния. Техногенные геохимические ореолы в почвах и рыхлых отложениях.

Тема 5 Гидрохимические методы поисков. Принципы гидрохимических методов поисков. Гидрохимические аномалии: постоянные и временные, открытые и закрытые. Методы анализа природных вод при гидрохимических поисках.

Формирование водных потоков рассеяния рудных месторождений. Окисление сульфидных руд. Электрохимическое растворение сульфидов. Роль микроорганизмов в обогащении подземных вод микрокомпонентами. Влияние геохимической обстановки миграции. Влияние состава рудных тел и их литохимических ореолов рассеяния. Коэффициент разбавления. Поисковые признаки и основные типы гидрохимических аномалий. Контрастность и зональность водных ореолов рассеяния.

Методика гидрохимических поисков в различных геолого-структурных и ландшафтных условиях. Особенности гидрохимических поисков в раскрытых, полужакрытых районах и в районах с аридным климатом. Области эффективного применения гидрохимических методов поисков.

Тема 6 Биогеохимические методы поисков. Основные виды биогеохимических методов поисков: геоботанический и собственно биогеохимический (фитогеохимический). Образование, форма и размеры, и элементы-индикаторы биогеохимических ореолов. Влияние физиологических и экологических факторов на накопление металлов растениями. Практические вопросы биогеохимических ореолов. Влияние физиологических и экологических факторов на накопление металлов растениями. Практические вопросы биогеохимических работ. Оценка возможностей биогеохимических методов поисков и области их эффективного применения.

Геоботанические методы поисков, их принципы и перспективы развития.

Тема 7 Атмохимические методы поисков. Принципы и сущность атмохимических методов поисков и решаемые с их помощью задачи. Образование газовых ореолов рассеяния в нефтяных, угольных и рудных месторождениях. Типы и виды атмохимических съемок. Методика и техника опробования при разных видах съемок. Проблемы и перспективы развития атмохимических поисков.

Тема 8 Сингенетическое рассеяние химических элементов в горных породах. Использование геохимической характеристики горных пород для целей геологического картирования и оценки. Косвенные и прямые критерии металлогенической специализации геологических комплексов.

Тема 9 Практика геохимических методов поисков. Общие принципы организации геохимических поисков. Последовательность проведения и проектирование геохимических работ. Основные требования к выбору масштаба, соподчиненности с геолого-съёмочными работами и завершённости цикла геохимических работ.

Основные решаемые задачи, комплексирование методов и требования к результатам геохимических работ на разных стадиях и подстадиях геологоразведочного процесса – региональных геолого-съёмочных и геофизических работ, общих поисков месторождений полезных ископаемых, детальных поисков с определением ресурсов на конкретных участках, поисково-оценочных работ с оценкой выявленных проявлений, предварительной и детальной разведок.

Особенности применения и пути повышения эффективности геохимических методов поисков в условиях Сибири.

Поисковая, геологическая и экономическая эффективность геохимических поисков. Пути повышения эффективности геохимических методов поисков. Общие задачи и проблемы дальнейшего развития геохимических методов поисков.

Тема 10 **Основы методов прогнозирования и поисков месторождений в различных геологических обстановках и стадиях геологоразведочного процесса.** Предпосылки и признаки обнаружения полезных ископаемых (геологические, Магматические, структурные, стратиграфические, литолого-фациальные, геохимические, геоморфологические, гидрогеологические, геофизические, геохимические).

Геохимическая специализация магматических, метаморфических и осадочных комплексов. Основы методов прогнозирования и поисков месторождений в различных геологических обстановках и стадиях геологоразведочного процесса.

Тема 11 **Металлогенические модели и прогнозирование МПИ.** Рудообразующие системы и процессы. Рудные формации. Метасоматические формации и гидротермально-метасоматические изменения. Геологические формации. Металлогенические формации. Пространственные металлогенические таксоны. Прогнозно-металлогенические построения и прогнозные ресурсы. Прогнозирование месторождений в различных геологических обстановках и стадиях геологоразведочного процесса.

Примерные темы практических заданий:

1. Расчеты параметров фона и минимально-аномальных содержаний химических элементов по заданным выборкам.
2. Обработка результатов литохимических поисков по первичным ореолам. Построение графиков и геохимических разрезов.
3. Подсчеты линейной продуктивности оруденения.
4. Исследование вертикальной геохимической зональности по первичным ореолам.
5. Обработка результатов литохимической съемки по вторичным ореолам рассеяния, выделение аномалий, определение их важнейших параметров и характеристик.
6. Оценка прогнозных ресурсов оруденения по параметрам вторичных ореолов рассеяния.
7. Оценка значения коэффициента остаточной продуктивности. Оценка прогнозных ресурсов металла
8. Оценка величины показателей зональности остаточного геохимического ореола и уровня эрозионного среза первичного оруденения.
9. Оценка прогнозных ресурсов оруденения на основе принципа геометрического и геохимического подобия генетически однотипных объектов.
10. Геохимическое сопряжение в ландшафте и его учет при интерпретации вторичных ореолов рассеяния.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения устного/письменного опроса и теста по лекционному материалу (Электронный университет Moodle курс «Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых и их прогноз» <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=24146>), выполнения практических заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Порядок формирования компетенций, результаты обучения, критерии оценивания и перечень оценочных средств текущего контроля по дисциплине приведены в Фондах оценочных средств курса «Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых и их прогноз».

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен во пятом семестре проводится в устной форме по билетам. В суммарную оценку входит балл за выполнения практических заданий, которые являются обязательной составляющей курса. Практическая работа нацелена на проверку полученных теоретических знаний и умение их применять при решении профессиональных задач, проверяют компетенции: ИОПК 1.4, ИОПК 2.4, ИОПК 2.5, ИОПК 2.6, ИОПК 3.1, ИОПК 4.3.

Экзаменационный билет состоит из двух вопросов, где первый вопрос проверяет наличие ИОПК 1.4, второй - ИОПК 2.4). Подготовка к ответу обучающегося на экзамене составляет 1 академический час (45 минут), продолжительность ответа на основные и дополнительные вопросы составляет 0,3 часа.

Процедура проверки освоения компетенций и порядок формирования итоговой оценки по результатам освоения дисциплины «Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых и их прогноз» описаны в Фондах оценочных средств для данного курса.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=24146>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Методические указания по выполнению практических работ.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Алексеенко В.А. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых / В.А. Алексеенко. - М.: Логос, 2005. – 352 с.

2. Алексеенко В.А. Металлы в окружающей среде. Оценка эколого-геохимических изменений: сборник задач / В.А. Алексеенко, А.В. Суворинов, Е.В. Власова. - М.: Логос, 2011. – 215 с.

3. Алексеенко В.А. Геоботанические исследования для решения ряда экологических задач и поисков месторождений полезных ископаемых / В.А. Алексеенко. - М.: Логос, 2011. – 243 с.

4. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. – М.: Недра, 1983. – 191 с.

5. Матвеев А.А. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых / А.А. Матвеев, А.П. Соловов. - М.: КДУ, 2011. – 573 с.

6. Соловов А.П. Геохимические методы поисков рудных месторождений / А.П. Соловов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. – 293 с.

7. Соловов А.П. Геохимические методы поисков рудных месторождений: сборник задач: учебное пособие для геологических специальностей вузов / А.П. Соловов, А.А. Матвеев. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М.: Издательство Московского университета, 1985. – 225 с.

8. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / А.П. Соловов [и др.]. – М.: Недра, 1990. – 335 с.

б) дополнительная литература:

1. Брукс Р.Р. Биологические методы поисков полезных ископаемых / Р.Р. Брукс. – М.: Недра, 1986. – 311 с.

2. Бурмин Ю.А. Геохимия рудоносных кор выветривания / Ю.А. Бурмин – М.: Недра, 1987. – 228 с.

3. Временные методические указания по проведению геохимических поисков

на закрытых и полузакрытых территориях / С.В. Соколов [и др.]. СПб.: ВСЕГЕИ 2005. – 98 с.

4. Ворошилов В.Г. Геохимические методы поисков полезных ископаемых: учебное пособие. – Томск: ТПУ, 2011, 104 с.

5. Григорян С.В. Первичные геохимические ореолы при поисках и разведке рудных месторождений / С.В. Григорян. – М.: Недра, 1987. – 408 с.

6. Жабин А.Г. Минералогические исследования околорудных ореолов / А.Г. Жабин, Н.С. Самсонов, И.З. Исакович. – М.: Недра, 1987. – 159 с.

7. Козлов В.Д. Оценка рудоносности гранитоидных массивов // Геохимические методы поисков рудных месторождений. Ч.1. – Новосибирск: Наука, 1981. – С.97-112.

8. Кунц А.Ф. Геохимические методы поисков: Учебное пособие. - Сыктывкар: Изд-во Сыкт. ун-та, 2001. – 115 с.

9. Летувнинкас А.И. Первичные геохимические ореолы: Сборник задач для дисплейного класса / А.И. Летувнинкас, Н.А. Сазонтова. – Томск: ТГУ, 1994. – 32 с.

10. Морозова И.А. Геохимия ландшафтов и поиски полезных ископаемых /И.А. Морозова. – М.: ИМГРЭ, 1992 с.

11. Овчинников Л.Н. Прикладная геохимия / Л.Н. Овчинников. – М.: Недра, 1990. – 248 с.

12. Основы гидрогеохимических поисков рудных месторождений / Колотов Б.А. [и др.]. – М.: Недра, 1983. – 199 с.

13. Перельман А.И. Геохимия ландшафта: /А.И. Перельман, Н.С. Касимов. – М.: Астрель-2000, 1999. – 762 с.

14. Питулько В.М. Основы интерпретации данных поисковой геохимии / В.М. Питулько, И.Н. Крицук – Л.: Недра, 1990. – 336 с.

15. Саэт Ю.Е. Вторичные геохимические ореолы при поисках рудных месторождений / Ю.Е. Саэт. – М.: Наука, 1982. – 169 с.

в) ресурсы сети Интернет:

1. Электронная Библиотека Диссертаций [Электронный ресурс] / Российская государственная библиотека. – Электрон. дан. – М., 2003- . URL: <http://diss.rsl.ru/>

2. Все о геологии – неофициальный сервер геологического факультета МГУ (раздел геохимические науки) <http://students.web.ru/>

3. Геологическая библиотека GeoKniga <http://www.geokniga.org/>

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., 2000- . – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

13. Перечень информационных ресурсов

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint,

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Ложкина Мария Анатольевна, старший преподаватель кафедры минералогии и геохимии геолого-географического факультета ТГУ.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии геолого-географического факультета «22» июня 2023 г., протокол № 7.