

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

Геолого-географический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан геолого-географического  
факультета

 П.А. Тишин



«29» июня 2022 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  
**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.29

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 О.В. Бухарова

Председатель УМК

 М.А. Каширо

Томск – 2022

## **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 5, 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: 20 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 завершенности 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 «24» июня 2022 г., протокол № 6.