

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ



Федеральное государственное бюджетное учреждение
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ
(ФГБУ «ЦНИГРИ»)



Утверждаю
И.о. генерального директора
ФГБУ «ЦНИГРИ»
А.И.Иванов

2026 г

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в аспирантуру по специальности
1.6.10. «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых,
минералогия»

Москва 2026

В основу программы положены следующие дисциплины: геология полезных ископаемых; типы рудных месторождений; типы неметаллических полезных ископаемых; структуры рудных полей и месторождений; металлогения и минерогения; прогнозирование, поиски, разведка и геолого-экономическая оценка месторождений; общая и региональная геология; охрана окружающей среды при проведении горных и геологоразведочных работ.

Цель экзамена – определить уровень знаний у поступающего в объеме программы высшего профессионального образования.

1. МЕТАЛЛОГЕНИЯ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Основные понятия и определения: общая, региональная, историческая, специальная, прикладная металлогения - объекты изучения и цели.

Пространственные металлогенические таксоны: пояса, зоны, районы, рудные поля.

Рудообразующие процессы и системы: определения, структуры, типы.

Категоризация прогнозных ресурсов, их назначение и соотношение с пространственными металлогеническими таксонами.

РУДООБРАЗУЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ И СИСТЕМЫ: СТРУКТУРА И ПРОДУКТЫ

Собственно магматогенные. Плутоногенно- и вулканогенно-гидротермальные ортогенетические, плутоногенно-гидротермальные рециклинговые.

Субмаринные вулканогенно-гидротермальные рециклинговые.

Седиментогенно-гидрогенные: инфильтрационные (ролловые), эксфильтрационные (элизионно-катагенетические).

Метаморфогенно-гидротермальные (регенерационно-ремобилизационные).

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ, РУДНЫЕ И МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЕ ФОРМАЦИИ

Рудные формации, их ассоциации, семейства, ряды.

Модели месторождений. Определение, структура, классификация, назначение количественных методов металлогенического анализа и прогнозно-металлогенических построений: перечень, существо, назначение, примеры.

ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ПРОГНОЗНЫХ ПОСТРОЕНИЙ

Рудные формации, генетические и геолого-промышленные типы месторождений.

Принципы классификации месторождений. Минеральные и морфологические типы рудных тел и россыпей. Минеральные и промышленные типы руд.

Масштабы месторождений. Геолого-генетические и геолого-поисковые модели. Связи коренных и россыпных месторождений благородных металлов.

Комплексное использование минерального сырья. Охрана окружающей среды.

Металлогенические обстановки.

Металлогения переходных и окраинно-континентальных геоструктур: островные дуги, задуговые прогибы, вулканоплутонические пояса.

Металлогения внутриконтинентальных геоструктур: складчатые пояса и зоны рифтогенеза.

Металлогения платформ: основание платформ и щиты; гранито-гнейсовые ядра, зеленокаменные пояса, протогeosинклинали; чехлы, включая протоплатформенные.

Принципы металлогенического районирования и прогнозно-металлогенических построений; главные факторы и признаки выделения основных пространственных металлогенических таксонов.

Стадийность геологоразведочного процесса.

Категории ресурсов и запасов.

Основные показатели мониторинга минерально-сырьевой базы и их соотношения.

2. МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛМАЗОВ

Генетические типы месторождений - эндогенные, экзогенные; их значение в добыче и запасах мира. Ведущие зарубежные страны - продуценты алмазов, качество и сорта алмазов, область их применения.

Коренные месторождения алмазов: кимберлитовые и некимберлитовые типы.

Закономерности размещения и факторы локализации кимберлитов.

Возраст кимберлитов; общая характеристика эпох кимберлитового вулканизма. Формы кимберлитовых тел, их параметры (сечения по латерали, протяженность по падению); средние содержания (кар/т).

Примеры геологического строения месторождений.

Россыпные месторождения алмазов, их генетические типы. Эпохи образования россыпей алмазов на древних платформах и в складчатых областях. Связь с коренными источниками, промежуточные коллекторы; понятия - россыпи ближнего и дальнего сноса.

Современные и древние россыпи, их литологический состав.

Морфологические типы россыпей. Параметры россыпей: длина, ширина, мощность; средние содержания алмазов (кар/м³). Масштабы россыпей - количество горной массы (м³) и запасов алмазов (кар).

Основные факторы россыпеобразования и их роль в формировании месторождений различных генетических типов.

3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Общие сведения о золоте; химические и физические свойства, природные соединения. Кларк золота.

Эпохи золотой минерализации; золотоносные провинции мира.

Основные генетические классы месторождений золота – эндогенные (коренные), экзогенные (россыпные), метаморфогенные; их значение в добыче и запасах мира. Ведущие зарубежные страны-производители золота.

Генетические типы коренных месторождений; плутоногенные и вулканогенные месторождения.

Золоторудные формации, их геотектоническое положение и связи с магматизмом, метаморфическими процессами и литогенезом.

Минеральные типы золотых руд, продуктивные минеральные ассоциации.

Главнейшие типы золотосодержащих комплексных месторождений, уровни содержания в них золота.

Золотоносные коры выветривания. Типы месторождений, промышленное значение, основные факторы рудообразования.

Понятия: россыпь, россыпное проявление, россыпное месторождение. Генетическая классификация россыпей. Морфологические типы россыпей и основные геолого-геоморфологические обстановки их формирования.

Геолого-промышленные типы россыпей золота (основные, второстепенные, перспективные).

Коренные и промежуточные источники питания россыпей, роль кор выветривания в образовании россыпей.

Эпохи россыпеобразования, особенности строения россыпей различного возраста. Древние, диагенезированные и метаморфизованные россыпи (древние конгломераты). Наиболее перспективные генетические типы. Примеры месторождений.

Строение россыпей различных морфогенетических типов и их продуктивных пластов (морфология, вещественный состав, особенности концентрации полезных компонентов). Понятия: пески, торф, золотоносный пласт, среднее содержание на пласт, массу).

Комплексные золотоносные россыпи, основные сопутствующие компоненты. Примеры месторождений.

Сущность специализированного на россыпи золота геолого-геоморфологического картирования на перспективных площадях.

Химические и физические свойства серебра. Распространение серебра в земной коре, содержание в горных породах. Главные минералы серебра. Основные области его использования. Примеры месторождений.

Сереброрудные формации, их связь с рудоносными и рудовмещающими формациями (вулканоплутоническими, осадочными, метаморфическими). Особенности их размещения в различных геотектонических провинциях Земли.

Основные геолого-промышленные типы собственно серебряных и комплексных серебряносодержащих месторождений; главные промышленные типы серебряных руд. Масштабы месторождений (в тоннах руды и металла), средние содержания (в г/т), попутные компоненты.

4. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

4.1. МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕДИ

Основные типы месторождений и их положение в геотектонических структурах Земли. Значение месторождений каждого типа в добыче и запасах медных руд мира. Ведущие страны-производители меди. Масштабы месторождений разных типов в различных по особенностям строения и развития геоструктурах Земли.

Колчеданные месторождения меди в вулканогенных толщах. Геотектонические позиции. Типы рудных формаций. Рудоносные геологические формации и их специфика. Типы рудных полей. Рудоносные структуры, их типизация. Палеоструктурные построения и их роль для расшифровки рудных полей. Рудоносные участки, позиция месторождений в рудных полях. Морфологические типы рудных тел. Послерудные деформации и их влияние на морфологию рудных тел и строение рудных полей. Вещественный состав руд, их зональность. Процессы позднейших преобразований.

Медно-порфиновые месторождения, их генетическая позиция, классификация месторождений. Продуктивные вулканоплутонические ассоциации и рудно-формационные типы связанных с ними медно-порфиновых руд. Строение рудно-магматических систем и морфогенетические типы рудных тел. Минеральный состав руд, руднометасоматическая зональность.

Медистые песчаники и медистые сланцы. Рудоносные геологические формации и их палеогеографическая позиция, место в истории геологического развития. Фациальная обстановка рудообразования; минеральный состав руд, основные попутные компоненты.

4.2. МЕСТОРОЖДЕНИЯ НИКЕЛЯ И КОБАЛЬТА

Основные геолого-промышленные типы месторождений, их значимость в мировых запасах, добыче и производстве никеля.

Принципы систематики, примеры классификационных схем медно-никелевых месторождений. Формационные типы никеленосных мафит-ультрамафитов,

геотектоническая позиция, обстановки нахождения. Строение и состав рудно-магматических систем.

Важнейшие провинции сульфидного никеля мира.

Месторождения кор выветривания. Условия образования, морфологические типы кор выветривания, типы разрезов кор выветривания. Классификация никелевых месторождений кор выветривания. Основные эпохи образования никеленосных кор выветривания. Важнейшие провинции мира.

Примеры месторождений.

Никель-кобальт-арсенидные месторождения. Обстановки нахождения. Строение, состав.

Примеры месторождений.

4.3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ СВИНЦА И ЦИНКА

Основные геолого-промышленные типы месторождений, распространение в геотектонических структурах Земли, их значение в мировых запасах и добыче. Ведущие страны-производители по добыче свинцово-цинковых руд.

Колчеданно-полиметаллические месторождения в вулканогенно-осадочных формациях. Геотектоническая позиция, типы рудных районов, рудоносные геологические формации, положение оруденения в разрезах формации. Рудоконтролирующие и рудовмещающие вулканические и тектонические структуры, морфология рудных тел, околорудные изменения. Минеральный состав и типы руд. Попутные компоненты. Послерудные преобразования рудных тел. Метасоматическая и рудная зональность. Значение процессов регенерации руд.

Геотектоническая позиция, типы рудных районов, рудоносные геологические формации. Рудоконтролирующие и рудовмещающие структуры, морфология рудных тел. Минеральный состав и типы руд. Роль метаморфизма в преобразовании руд. Рудная зональность.

Стратиформные свинцово-цинковые месторождения в известково-доломитовых формациях. Геотектоническая позиция, типы рудных районов, рудоносные геологические формации. Рудоконтролирующие и рудовмещающие структуры, морфология рудных тел, околорудные изменения. Минеральный состав и типы руд, рудная зональность.

Скарновые месторождения. Геотектоническая позиция и геологическая обстановка локализации руд. Типы рудных районов. Связь с формациями осадочных и магматических пород. Рудоконтролирующие и рудовмещающие структуры, морфология рудных тел, околорудные изменения. Минеральный состав и типы руд. Рудная зональность.

5. МЕТОДЫ ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

5.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основные цели и задачи поисков, разведки и оценки месторождений благородных, цветных металлов и алмазов.

Стадийность геологоразведочных работ и задачи стадий и подстадий. Прогнозно-поисковые комплексы, их сущность и задачи.

Предельные нормативы стоимости.

Прогнозные ресурсы и их целеназначение; основные особенности методов поисков, разведки и оценки коренных месторождений цветных металлов и коренных и россыпных месторождений благородных металлов и алмазов. Требования к результатам и качеству геологоразведочных работ, определение их экономической эффективности.

5.2. ПОИСКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Общие поисковые критерии и признаки месторождений цветных, благородных металлов и алмазов (коренных и россыпных).

Частные поисковые критерии и признаки разных геолого-промышленных типов месторождений цветных, благородных металлов и алмазов.

Ведущие методы поисков месторождений благородных, цветных металлов и алмазов. Геологическое картирование как основной метод поисков. Особенности составления специализированных геологических основ прогнозных карт применительно к различным геолого-промышленным типам месторождений цветных, благородных металлов и алмазов. Геоморфологическое картирование как основной метод поисков россыпей благородных металлов и алмазов.

Дистанционные методы поисков: космо- и аэро-фотодешифрирование, аэрогеофизические и аэрогеохимические методы.

Геохимические методы поисков (шлихо-геохимические, гидрогеохимические, литогеохимические, биохимические), их роль в комплексе методов поисков; информативность и разрешающая способность при региональных исследованиях, поисках при геологической съемке масштаба 1:50 000, поисках и поисково-оценочных работах на месторождениях цветных, благородных металлов и алмазов различных геолого-промышленных типов в разных ландшафтных условиях. Вторичные и первичные ореолы.

Геофизические методы поисков (электрометрические, магнитометрические, гравиметрические, ядерно-физические); условия их применения и разрешающая способность; методы интерпретации геофизических аномалий при поисках.

Комплексирование методов на разных подстадиях поисков.

5.3. РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Основные задачи и принципы разведочных работ. Стадийность и задачи разведки на разных стадиях геологоразведочного процесса - предварительная, детальная, эксплуатационная разведка, доразведка эксплуатируемых месторождений.

Группировка месторождений по сложности строения применительно к разведке медных, свинцово-цинковых, никелевых, серебряных, коренных и россыпных месторождений золота, металлов группы платины.

Факторы, определяющие методику разведки месторождений, выбор типа разведочных выработок, формы и необходимой плотности разведочной сети (размеры и морфология рудных тел, их внутреннее строение, условия залегания, изменчивость оруденения).

Методы разведки; создание разведочных разрезов - вертикальных и горизонтальных. Виды разведочных выработок. Пространственное расположение разведочных выработок; системы разведки.

Применение горных выработок и буровых скважин на разных стадиях геологоразведочных работ при разведке различных типов месторождений цветных, благородных металлов и алмазов.

Условия эффективного использования бурения при разведке. Методика проведения заверочных работ по обоснованию надежности бурения: прямые и косвенные методы, экспериментальные исследования, заверочные горные выработки. Совмещение разведки и эксплуатации, использование горных выработок эксплуатационных сечений.

Использование геофизических и геохимических методов при разведке месторождений.

Развитие разведочной сети для обеспечения подсчета запасов категорий В, С<V>1<D> и С<V>2<D>.

Обоснование плотности разведочной сети (методы аналогии, разрежения и сгущения разведочной сети, сопоставления данных разведки и эксплуатации, аналитические, принципы выбора и создания экспериментальных блоков детализации).

Общие представления о технических средствах разведки и их назначение (буровые станки, экскаваторы, перфораторы, погрузочные машины, скреперы, скипы, вагонетки).

Особенности разведки различных типов месторождений меди, свинца цинка, никеля и коренных месторождений благородных металлов и алмазов в связи с группами их сложности.

Особенности разведки различных типов россыпных месторождений золота, алмазов и платиноидов.

Опробование, его назначение и виды. Геологическое опробование. Способы отбора и обработки проб при разведке коренных и россыпных месторождений различных видов полезных ископаемых (цветных металлов, золота и алмазов).

Контроль качества аналитических проб (внутренний, внешний и арбитражный контроль). Математическая обработка результатов анализов.

Технологические средства отбора и обработки проб.

Геологическая документация поверхностных и подземных горных выработок, керна буровых скважин. Журналы опробования, журналы буровых скважин на коренных и россыпных месторождениях. Геологическая фотодокументация горных выработок и керна буровых скважин.

Планы опробования; геологические разрезы, геологические планы; детальные геологические карты; детальные геоморфологические карты; планы изосодержаний; изогипс плотика россыпи; блок-схемы.

5.4. ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ.

Базовые понятия и термины, характеризующие объекты природных ресурсов, востребованные промышленностью: минеральное сырье, месторождение, полезное ископаемое, запасы, прогнозные ресурсы, руда, понятие прирезки.

Классификация запасов и прогнозных ресурсов: документы; принципы классификации запасов и ресурсов, группировка запасов по экономическим критериям, классификация запасов и ПР по категориям, группировка месторождений по сложности строения, степени изученности.

Виды опробования. Способы опробования. Геометрия проб. Представительность проб. Обработка проб. Контроль качества пробоотбора и обработки проб

Аналитические исследования для целей подсчета запасов и оценки прогнозных ресурсов. Квалификация методов анализа по категориям точности. Виды контроля аналитических работ. Геологический контроль – цель, методика, документы.

Кондиции на минеральное сырье: документы, понятие, назначение, по видам разведочных кондиций. Основные кондиционные параметры. Методические принципы обоснования кондиций.

Методики подсчета запасов полезных ископаемых.

Способы оценки прогнозных ресурсов

Технологическое опробование. Изучение технологических свойств руд. Основные понятия и взаимоотношение параметров обогащения руд на примере золоторудных объектов.

Принципы и этапы экономической оценки эффективности освоения месторождений

6. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ РЕШЕНИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ. ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

6.1. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ РЕШЕНИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Понятие генеральной совокупности и выборки объектов.

Представления о независимости наблюдений, однородности и представительности выборки. Способы формирования выборки (случайный отбор, систематический отбор, экспертный отбор).

Шкалы измерения признаков (номинальная, метрическая, порядковая). Случайная величина, законы распределения случайной величины (например, нормальный, логнормальный). Гистограммы; проверка соответствия распределения теоретическому (например, критерий Пирсона). Параметры распределения случайных величин и их выборочные оценки (математическое ожидание, выборочное среднее, дисперсия - выборочная дисперсия, размах, эксцесс, асимметрия и их оценка). Коэффициент вариации. Выявление аномальных точек (например, правило трех сигм).

Оценка взаимосвязи наблюдаемых величин (построение полей корреляции, коэффициенты связи между количественными параметрами, например, парный коэффициент корреляции, коэффициент ранговой корреляции по Спирмену); коэффициент связи между номинальными переменными, например, коэффициент квадратичной сопряженности, коэффициент Пирсона. Проверка гипотезы о независимых переменных. Уравнение линейной регрессии.

Выявление факторов, различающих однородные выборки (сравнение выборочных средних по критерию Стьюдента, выборочных дисперсий по Фишеру). Понятие о дисперсионном анализе.

Понятие автоматической классификации объектов (например, коэффициент сходства Воронина, метод ближайшего соседа).

Постановка задач распознавания образов.

6.2. ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Этапы развития вычислительной техники. Общие представления об архитектуре ЭВМ. Программное обеспечение персональных ЭВМ. Классификация программного обеспечения. Понятие операционной системы. История развития операционных систем. Файловые менеджеры. Современные настольные операционные системы семейства Windows/Linux. Мобильные операционные системы, общий обзор, отличия от настольных ОС.

Языки программирования. Общий обзор (история, парадигма объектно-ориентированного программирования, ООП). Наиболее распространенные современные языки программирования.

Современные программные средства для работы с текстовой (текстовые процессоры, редакторы MS Word, OpenOffice/LibraOffice Writer и др.) и числовой (табличные процессоры и др.) информацией.

Классификация прикладного программного обеспечения. Применение прикладного ПО в геологической отрасли. Растровые редакторы. Векторные редакторы. Математические пакеты. Специализированные программные продукты.

Основы информатики. Основные виды информации. Поток информации. Формы и форматы представления различной информации. Способы и форматы обмена данными. Клиент-серверная архитектура.

Основные понятия о базе данных. Проектирование баз данных. Модели данных. Системы управления базами данных (обзор исторических и существующих СУБД). Структурированный язык запросов SQL и его диалекты. NoSQL базы данных (общий обзор), табличное представление данных и представление в виде единого документа, а также другие возможные способы представления данных.

Классификация картографических веб-сервисов OGC. Сервисы доставки данных OWS (WMS, WFS(-T), WCS). Проприетарные сервисы представления пространственных данных (ESRI Map Service, Feature Service и др.).

Язык разметки HTML. Веб-страницы. Этапы развития языка гипертекстовой разметки. DHTML. JavaScript.

Расширяемый язык разметки XML. Язык определения XML схем. Стандарт XSD. Общая характеристика.

Формат обмена данными JSON. GeoJSON. Общее описание.

Информационные системы, геоинформационные системы. Область применения и характеристики основных свободных и проприетарных геоинформационных продуктов.

Способы хранения и представления пространственных данных. Наиболее распространенные форматы пространственных данных. Приемы работы с пространственными данными. Фильтрация, определяющие запросы, пространственные запросы.

Системы координат. Географическая система координат. Геоцентрическая система координат. Системы координат проекции. Картографические проекции. Референц-эллипсоиды. Основные параметры эллипсоидов. Наиболее распространенные в геологической отрасли применяемые системы координат. Плоские прямоугольные системы координат. Общеземные геоцентрические системы координат. Методы преобразования координат (общий обзор). Преобразование Молоденского. Понятие 7-ми параметрического преобразования Гельмерта (Bursa-Wolf (Position Vector/Coordinate frame rotation)).

Использование систем спутниковой навигации в геологии. Общие характеристики. Основные ГНСС – глобальные навигационные спутниковые системы. Точность ГНСС.

Дистанционное зондирование Земли. Общий обзор. Аппаратура ДЗЗ. Обработка данных ДЗЗ.

Основные понятия о базе знаний. Модель предметной области. Различия баз данных и баз знаний.

Искусственный интеллект, область применения искусственного интеллекта, экспертные системы. AAAI модель (assisted — augmented — autonomous).