

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Пермский федеральный исследовательский центр
Уральского отделения
Российской академии наук

СОГЛАСОВАНО

Директор «ГИ УрО РАН»

д.т.н. Санфи́ров И.А.

«21» *марта* 2022 г.

Утверждаю

Директор ПФИЦ УрО РАН

академик РАН А.А. Барях

«21» *марта* 2022 г.



Программа кандидатского экзамена по специальности 2.8.3.
«ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ И НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВАЯ ГЕОЛОГИЯ,
ГЕОФИЗИКА, МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО И ГЕОМЕТРИЯ НЕДР»

Пермь, 2022

Горнопромышленная геология

Предмет, цель и задачи геологического обеспечения горных предприятий и подземного строительства. Классификация геологических и горных наук и место в ней горнопромышленной геологии. Системный подход в горнопромышленной геологии. Этапы и стадии промышленного освоения недр и задачи их геологического обеспечения. Геологическая среда и ее компоненты. Первичные и производные объекты геологической среды, их уровни и взаимосвязь, пространственные соотношения. Генезис и иерархия горно-геологических объектов.

1. Геологическое обеспечение управления состоянием массива

Факторы, определяющие состояние массива с позиции устойчивости и разрабатываемости горных пород. Гидрогеологические факторы и показатели. Инженерно-геологические факторы и показатели, определяющие устойчивость пород в массиве и их разрабатываемость; трещиноватость, распределение напряжений в массиве, показатели сдвига горных пород, закономерности проявления горного давления: физико-механические и физико-технические свойства полезных ископаемых и вмещающих горных пород. Инженерно-геологическое районирование. Принципы и признаки районирования: система и таксонометрические единицы районирования; инженерно-геологическое районирование как основа прогноза горно-геологических явлений. Прогноз горно-геологических явлений при подземных горных работах. Классификация горно-геологических явлений. Прогноз горно-геологических явлений при открытых горных работах. Классификация горно-геологических явлений. Прогноз состояния массива в бортах карьеров. Исходные геомеханические параметры для оценки состояния бортового массива. Геомеханические процессы в отвальных массивах и их основаниях: закономерности развития сдвиговых деформаций и уплотнения отвальных массивов. Определение несущей способности отвальных массивов. Определение несущей способности отвальных массивов и их оснований. Расчеты устойчивости отвалов на прочных и слабых основаниях.

Геологическое обоснование дренажа карьерных и шахтных полей и отвальных массивов. Геологическое обоснование применения водопонижения и осушения при проходке шахтных стволов и подземной разработке месторождений. Геомеханический мониторинг массива горных пород и техногенных массивов.

2. Геологическое обеспечение управления качеством и запасами полезных ископаемых

Основные положения квалиметрии минерального сырья. Категории качества при добыче полезных ископаемых. Комплексная оценка качества полезных ископаемых. Оптимизация требований к качеству минерального сырья. Технико-экономическая сущность качества полезного ископаемого. Функциональная структура геолого-маркшейдерского обеспечения управления качеством полезных ископаемых. Структура геолого-маркшейдерского обеспечения управления качеством руд. Математические модели и методы геолого-маркшейдерского управления качеством руд. Факторы, определяющие сложность геолого-маркшейдерского управления качеством руд. Моделирование процессов формирования рудопотоков и качества руд при открытой и подземной добыче. Модели формирования рудопотоков и качества руд. Классификация моделей формирования рудопотоков. Система получения первичной информации для управления качеством руд. Рациональная номенклатура показателей качества добываемых руд. Структура показателей. Базовые статические и динамические показатели качества руд. Статистический анализ и оценка качественных характеристик добываемых руд. Статистический контроль качества руд, его сущность и методы. Система получения первичной информации для прогнозирования и статистического регулирования качества руд. Методы прогнозирования показателей. Цели и задачи стандартизации в системе геолого-маркшейдерского обеспечения управления качеством. Состав, структура, содержание и назначение стандартов геолого-маркшейдерского обеспечения. Стандартизация номенклатуры показателей качества добываемого сырья;

обоснование выбора системы показателей, их состав, назначение и методы определения оценки. Геоэкологический мониторинг запасов.

3. Горнопромышленная геология месторождений твердых полезных ископаемых

Современная геолого-генетическая и промышленная классификация металлических и неметаллических месторождений. Горно-геологическая характеристика основных месторождений металлических и неметаллических полезных ископаемых России и зарубежных стран. Системы и параметры детальной разведки, доразведки и эксплуатационной разведки месторождений. Системы и способы опробования на различных стадиях разведки. Особенности геолого-экономической оценки месторождения на различных этапах их промышленного освоения. Параметры геологических и эксплуатационных кондиций, требования промышленности к качеству минерального сырья. Учет состояния и движения запасов и качества. Классификация месторождений торфа, угля и горючих сланцев. Геолого-структурные угленосной толщи, морфология пластов угля, горючих сланцев и торфяников. Вещественно-петрографический состав и генезис пластов твердых горючих ископаемых. Марки и химико-технологические свойства углей. Свойства и качество горючих сланцев и торфа. Требования промышленности к углям, сланцам и торфу для различных направлений их использования. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия эксплуатации месторождений твердых горючих ископаемых.

Классификация техногенных месторождений по видам отходов горного производства. Показатели назначения, технологичности и экономичности техногенных месторождений. Методы получения геологической информации о техногенных месторождениях. Оценка достоверности получаемой информации. Моделирование структуры техногенных месторождений. Методы статистического анализа, теории случайных функций и графического моделирования при геолого-технологической оценке месторождений по назначению использования отходов горного производства.

4. Горнопромышленная гидрогеология и инженерная геология

Гидрогеологические и инженерно-геологические факторы и их влияние на горные работы. Гидрогеологические классификации месторождений полезных ископаемых. Инженерно-геологические типы массивов горных пород. Особенности изучения гидрогеологических условий месторождений в период их освоения. Факторы, определяющие различие свойств горных пород в образце и массиве. Режим подземных вод при освоении месторождений полезных ископаемых. Состав гидрогеологических исследований при открытой, подземной и скважинной разработке месторождений полезных ископаемых. Оценка влияния подземных вод на устойчивость горных выработок. Прогноз водопритоков к открытым и подземным горным выработкам. Прогноз инженерно-геологических условий освоения месторождений при открытой, подземной и скважинной разработке. Изменение естественной геодинамической обстановки при горных работах. Инженерно-геологическое районирование рудных, шахтных и карьерных полей.

Техногенные и природные факторы загрязнения подземных вод при горных работах. Охрана и регулирование запасов подземных вод в горнодобывающих районах. Инженерно-геологическое обоснование мероприятий по сохранению нарушенных территорий и восстановлению экологического равновесия. Мониторинг геологической среды в горнопромышленных районах.

5. Горнопромышленная геология строительства подземных сооружений

Классификация подземных сооружений, используемых при освоении минеральных ресурсов и пространства недр. Инженерно-геологические и гидрогеологические предпосылки для эффективного использования различных методов и способов строительства подземных сооружений. Состав и объем геологических изысканий для проектирования подземных сооружений. Оценка достоверности получаемой геологической информации. Прогноз горно-геологических и горнотехнических условий строительства.

Литологическая изменчивость по трассе подземного строительства. Режимы водопоступления в горные выработки и напоры в водоносных горизонтах при водоотливе. Деформации при строительном водопонижении. Характер и свойства пород, вмещающих подземное сооружение. Устойчивость пород кровли и почвы. Суффозионные и карстовые процессы. Силикозоопасность проведения выработок. Газовыделение, горные удары. Температурный режим горного массива. Инженерно-геологическое районирование территорий городов для подземного строительства.

Нефтегазопромисловая геология

Основные сведения о природных газах, их составе и условиях нахождения. Геохимия природных газов и их роль в формировании залежей нефти и горючих газов. Генетическая природа нефти. Образование соляных куполов, грязевых вулканов и связанных с ними углеводородов и нефти. Химический состав нефти. Физические свойства нефти. Понятие о коллекторах и природных резервуарах. Их основные типы. Проницаемость и фильтрация нефти в горных породах. Условия залегания нефти и газа в земной коре. Понятие о залежах, месторождениях и бассейнах нефти и газа. Закономерности распространения скоплений нефти и газа в земной коре. Нефтегазоносные бассейны внутриплатформенных впадин и краевых частей платформ. Стадии и системы разведки месторождений нефти и газа. Подсчет запасов. Геолого-экономическая оценка месторождений нефти и газа.

Геофизика

1. Предмет и задачи горной геофизики.

Геофизика как наука. Горная геофизика и ее роль в решении задач информационного обеспечения горных работ. Классификация методов горной геофизики. Специфические особенности проведения геофизических исследований в условиях горных предприятий. Основные задачи, решаемые геофизическими методами при подземной и открытой добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений. Методология проектирования и организация геофизических работ на горных предприятиях. Геофизический мониторинг на месторождениях полезных ископаемых. Сущность комплексирования геофизических методов.

2. Методы гравиметрии.

Физические основы гравиметрии. Сила тяжести и гравитационное поле. Основные характеристики гравитационного поля. Единицы измерения и размерность. Гравитационное поле Земли, аномалии и редукции силы тяжести. Виды редукции силы тяжести. Плотность горных пород и общие закономерности изменения плотности в земной коре. Абсолютные и относительные методы измерения силы тяжести. Типы гравиметров и их устройство. Точность измерения. Понятие, разновидности и классификация гравиметрической съемки. Методика съемки и последовательность операций. Опорные и рядовые сети наблюдений. Интерпретация данных гравиметрии. Основные приемы выделения гравитационных аномалий. Решение прямой и обратной задач гравиметрии. Роль гравиметрии в горной геофизике. Комплексирование гравиметрических методов с другими методами геофизики.

3. Методы магнитометрии.

Физические основы магнитометрии. Силы магнитного взаимодействия. Элементы магнитного поля. Единицы измерения. Параметры магнитных свойств горных пород. Классификация пород по их магнитным свойствам. Магнитное поле Земли. Структура поля. Понятие и классификация магнитных аномалий. Магнитные вариации и учет их при магнитометрических измерениях. Классификация магнитометрических измерений и магнитометрической аппаратуры. Основные типы и устройство магнитометров. Классификация и параметры магнитных съемок. Особенности проведения магнитных измерений в различных горнотехнических условиях. Качественная и количественная интерпретация данных магнитных измерений. Методика выделения магнитных аномалий.

Решение прямой и обратной задач магнитометрии. Простейшие примеры по решению прямой задачи количественной интерпретации. Задачи, решаемые магнитными методами в практике горной геофизики.

4. Электромагнитные методы.

Классификация электромагнитных методов в горной геофизике. Электрические свойства горных пород. Геоэлектрический разрез и его параметры. *Методы постоянного тока.* Физические основы метода. Поле точечного источника. Поле двух точечных источников. Четырехэлектродная установка. Кажущееся сопротивление и влияние на него изменений структуры массива. Разновидности электрических установок. Вертикальное электрическое зондирование. Электрическое профилирование. Разновидности ВЭЗ и ЭП. Основные узлы измерительной аппаратуры. Способы измерения разности потенциалов: компенсационный, автокомпенсационный, гальванический, компарационный, прямой. Примеры электрометрической аппаратуры. Классификация методов интерпретации результатов измерений методом сопротивлений. Двухслойные и трехслойные теоретические кривые ВЭЗ. Качественная и количественная интерпретация результатов ВЭЗ. Построение геоэлектрического разреза. Интерпретация данных электрического профилирования. Задачи, решаемые методами сопротивлений. *Методы переменного тока.* Теоретические основы метода. Характеристика электромагнитного поля. Возбуждение переменного поля. Измерение компонент поля. Источники переменного поля. Разновидности методик измерений. Частотное зондирование. Зондирование становлением электромагнитного поля. Индуктивные методы. Радиоволновые методы. Метод радиолокации. Метод радиокип. Особенности проведения измерений и интерпретации их результатов. Аппаратура. Методы естественных электрических полей. *Методы постоянных естественных электрических полей.* Магнитотеллурические методы. Методики проведения измерений. Интерпретация результатов измерений. Задачи, решаемые электромагнитными методами.

5. Сейсмические, акустические и ультразвуковые методы.

Классификация методов геоакустики. Частотный диапазон и информационные особенности геоакустических методов. Основные задачи, решаемые сейсмическими методами. Физические основы методов. Типы упругих волн. Упругие волны в различных видах массива горных пород и их характеристики. Понятие сейсмического разреза. Разновидности скоростей, характеризующих сейсмический разрез. Понятие годографа. Виды годографов. Примеры годографов различных волн. Динамический годограф. Методика наземных сейсмических исследований. Профильные и пространственные системы наблюдений и их параметры. Методики исследований в горных выработках. Виды годографов и методики их получения. Метод отраженных волн. Метод преломленных волн. Метод общей глубинной точки. Возбуждение и прием сейсмических волн. Типы возбуждающих систем и их основные характеристики. Сейсмические приемники. Их типы и характеристики. Сейсмическая аппаратура. Методика измерений с использованием малоканальных сейсмических станций. Интерпретация сейсмической информации. Основные принципы корреляции волн. Методики определения эффективной скорости по годографам отраженных и преломленных волн. Построение сейсмических границ в слоисто-однородных средах. Примеры применения сейсмических методов в горной геофизике. Излучение и прием акустических и ультразвуковых колебаний. Акустическое и ультразвуковое прозвучивание и каротаж. Ультразвуковая аппаратура. Интерпретация ультразвуковых измерений. Акустическая эмиссия. Физические причины и источники акустической эмиссии. Методика регистрации акустической эмиссии. Интерпретация результатов измерений. Принципы определения и исследования структурных неоднородностей акустическими и ультразвуковыми методами. Примеры применения акустических и ультразвуковых методов в горной геофизике.

6. Ядерно-физические и термометрические методы.

Разновидности излучений радиоактивных элементов. Основные характеристики каждого вида радиоактивного излучения. Единицы измерения радиоактивных излучений. *Радиометрические методы.* Сущность радиометрических методов. Аппаратура для измерения радиоактивности - детекторы излучения. Источники радиоактивности в земной коре. Классификация радиоактивных аномалий. Полевые наблюдения и интерпретация результатов измерений в радиометрии. Особенности гамма-измерений в горных выработках. Задачи, решаемые радиометрическими методами. *Ядерно-физические методы.* Взаимодействие гамма-излучения и нейтронного излучения с горной породой. Фотоэффект. Комптоновское рассеяние. Захват тепловых нейтронов. Характеристики взаимодействия для различных пород. Разновидности ядерно-физических методов. Гамма-картаж. Плотностной (гамма-гамма) картаж. Нейтронный картаж. Импульсно-нейтронный картаж. Методика проведения измерений. Аппаратуры контроля. Интерпретация измерений. *Термометрические методы.* Тепловые свойства горных пород и массива. Термические методы для изучения естественного температурного поля. Разновидности способов термометрии. Термометрическая аппаратура. Скважинные электротермометры. Тепловизоры. Методика термосъемок. Обработка геотермограмм. Основы интерпретации результатов термоизмерений. Область применения в горной геофизике.

Маркшейдерское дело и геометрия недр

1. Правовое обеспечение недропользования.

Закон о недрах. Правовые и организационные основы деятельности маркшейдерского обеспечения в России. Порядок предоставления горных отводов для разработки месторождений полезных ископаемых. Порядок и контроль безопасного ведения горных работ.

Научное содержание и задачи маркшейдерского дела на современном этапе развития горной науки и техники. Значение маркшейдерского обеспечения при охране и рациональном использовании природы и недр, безопасном и экономном ведении горных работ, повышении производительности и эффективности разработки месторождений, комплексном использовании полезных ископаемых. Основные этапы развития маркшейдерии. Организация и структура маркшейдерского обеспечения в России. Повышение роли маркшейдерского обеспечения в связи с повышением требований к рациональному использованию недр, охране недр и природы.

2. Общие положения производства и математической обработки результатов маркшейдерских съемок.

Основные принципы производства маркшейдерских съемок. Опорные сети, съемочные сети, съемочные работы. Теоретические и методические основы анализа точности маркшейдерских работ.

Погрешности результатов измерений (грубые, систематические, случайные). Средняя квадратическая погрешность функции измеренных независимых и зависимых величин.

Избыточные измерения и задача уравнильных вычислений. Способы уравнивания Астрогие и приближенные.

Механизация и автоматизация маркшейдерских вычислений. Состояние внедрения средств механизации и автоматизации маркшейдерских наблюдений, вычислений, составления графической документации в отечественной и зарубежной практике.

3. Маркшейдерское обеспечение открытых разработок.

Особенности и содержание маркшейдерских работ при открытых разработках. Способы развития опорной и съемочной сетей. Съемочные работы. Требования к точности съемок, объекты и виды съемок. Анализ точности съемок.

Фотограмметрическая съемка карьеров. Производство наземного и воздушного фотографирования Составление планов и фотосхем. Ориентирование снимков. Измерения

по снимкам и стерео моделям. Задачи, решаемые по материалам фотограмметрической съемки.

Пути совершенствования технологии наземной и воздушной фотограмметрической съемки, с целью расширения области применения при открытой разработке месторождений полезных ископаемых.

Маркшейдерские работы при разработке месторождений драгами и земснарядами.

Маркшейдерские работы при планировании горных работ, учете движения запасов, вскрыши, потерь и разубоживания. Планирование работ в режиме усреднения.

Маркшейдерские работы при проведении траншей, буровзрывных работ, дренажных выработок, трассировании транспортных путей при применении роторных экскаваторов.

Маркшейдерская документация на открытых горных работах. Маркшейдерские работы при рекультивации земель.

4. Маркшейдерские работы при подземной разработке месторождений.

Построение подземных маркшейдерских опорных плановых и высотных сетей. Съёмочные сети, съёмочные работы.

Подземные горизонтальные съемки. Методика их производства, требования к точности, приборы, оборудование. Камеральная обработка результатов наблюдений. Уравнивание съёмочных сетей.

Горизонтальные соединительные съемки. Задачи и методы соединительных съемок. Геометрический и физический методы ориентировок. Ориентирование через наклонную выработку или штольню, один вертикальный ствол и через два вертикальных ствола. Ступенчатое ориентирование. Требования к точности ориентирования. Полевые и вычислительные работы.

Гироскопическое ориентирование. Сущность метода. Оборудование. Производство полевых и вычислительных работ.

Новые методы ориентирно-соединительных съемок.

Вертикальные съемки. Назначение и виды съемок. Методы передачи высотной отметки с поверхности через вертикальный ствол. Геометрическое и тригонометрическое нивелирование горных выработок. Требования к точности. Полевые и вычислительные работы.

Съёмочные работы. Объекты съемок, методы съемок, приборы и оборудование. Съёмка подземных выработок различного назначения.

Учет состояния и движения вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов.

Система усреднения руд на горных предприятиях и методы управления качественным составом полезного ископаемого при добыче и переработке руд.

Геолого-маркшейдерское обеспечение САПР. Планирование горных работ. Маркшейдерская горная графическая документация.

5. Маркшейдерские работы при строительстве подземных сооружений и шахт.

Особенности маркшейдерских работ при строительстве крупных подземных сооружений и шахт. Создание опорных сетей. Перенесение проекта в натуру. Методы съемок, применяемые приборы и оборудование. Маркшейдерские работы при сооружении и армировке стволов, установке оборудования. Особенности маркшейдерских работ при проверке подъемного шахтного комплекса. Исполнительные съемки и документация при строительстве подземных сооружений и шахт.

Проведение выработок встречными забоями.

Значение маркшейдерских работ при освоении подземного пространства.

Автоматизация маркшейдерских работ при механизированной проходке горных выработок.

6. Сдвигание горных пород и земной поверхности при разработке месторождений, устойчивость бортов карьеров.

Схемы процесса сдвига горных пород. Области и зоны в подработанном массиве и характеристики их напряженно-деформированного состояния, характеристики и границы областей, полных сдвижений, разгрузки, изгиба, плавных сдвижений, сдвижений по напластованию; характеристика и границы зон опорного давления, обрушения, трещинообразования.

Основные формы деформаций массива горных пород при его подработке: обрушение, расслоение, прогиб, сжатие, сдвиг.

Факторы, влияющие на характер и параметры процесса сдвига: структура и механические свойства массива горных пород, угол падения слоев, глубина залегания полезного ископаемого, отрабатываемая мощность полезного ископаемого, размеры выработанного пространства, мощность и свойства наносов, способ управления кровлей, скорость подвигания забоя.

Характеристика процесса движения земной поверхности: сдвигания и деформации, скорость сдвижений, продолжительность процесса сдвига, муфта сдвига (ее размеры, формы, главные сечения, границы), характерные точки кривых распределения сдвижений и деформаций и их взаимосвязь.

Основные параметры и показатели процесса сдвига и их связь с влияющими факторами. Углы сдвига, граничные углы, углы разрывов, коэффициенты подработанности, углы полных сдвижений, угол максимального оседания.

Существующие методы расчета сдвижений и деформаций земной поверхности в угольных бассейнах СНГ; исходные данные для расчетов величин деформаций: упрощенные способы расчетов. Расчет деформаций земной поверхности по площади муфты сдвига и в заданном направлении.

Меры охраны стволов, зданий, сооружений, трубопроводов, железных дорог и природных объектов. Меры защиты. Правила и способы построения предохранительных целиков. Особенности охраны водных объектов.

Методы изучения процесса сдвига горных пород. Инструментальные измерения.

Методы моделирования. Методы измерений деформаций и сдвижений в толще горных пород.

Инструментальные наблюдения деформаций фундаментов, подрабатываемых зданий и сооружений.

Динамические явления в массивах под влиянием разработки и способы предупреждения и борьбы с опасными динамическими проявлениями горного давления в рудниках и шахтах.

Маркшейдерские работы по обеспечению устойчивости бортов карьеров. Основные факторы, влияющие на устойчивость бортов карьеров, откосов, уступов и отвалов. Оценка устойчивости бортов карьеров и откосов отвалов. Классификация видов разрушения бортов карьеров, откосов уступов и отвалов. Маркшейдерские наблюдения за деформациями бортов карьеров, отвалов и при проведении горных работ на оползневых участках. Мероприятия по предотвращению деформаций откосов уступов и отвалов. Методы и схемы расчета устойчивости бортов карьеров и отвалов в различных геологических условиях.

7. Геометризация месторождений при их разведке и разработке.

Теоретические основы геометризации недр. Проекция, применяемые при геометризации недр, их характеристика. Требования к графическим изображениям.

Применение теории вероятностей, математической статистики, теории случайных функций, теории информации при геометризации свойств месторождений.

Математическая интерпретация размещения показателей месторождения. Поля размещения показателей. Понятие о геологическом поле как совокупности геохимических, геофизических и др. полей месторождения. Методы геометризации геологических полей.

Методы установления связей между составляющими геологических полей. Характеристика изменчивости и сложности геологического поля и его составляющих полей. Методы получения информации о размещении показателей месторождения и математические методы, применяемые при ее обработке и оценке точности. Топофункции размещения показателей и их характеристика.

Изменчивость и изученность размещения показателей залежи. Количественные выражения изменчивости. Обоснование плотности наблюдений размещения показателя.

Методы сглаживания (усреднения) представительных реализации и построения функций размещения показателя.

Методы прогнозирования размещения показателей месторождения на соседние участки залежи или месторождения.

Применение горно-геометрических исследований с использованием ЭВМ при решении задач разведки и разработки месторождений полезных ископаемых.

Методы геометризации складчатых и разрывных нарушений в залегании месторождений. Геометрические параметры складчатых и разрывных нарушений. Определение степени нарушенности шахтных полей. Прогнозирование разрывных нарушений при разработке месторождений.

Трещиноватость горных пород, ее значение и методы определения. Методы натуральных наблюдений трещиноватости, обработки и использования результатов исследований при разведке, разработке месторождений и строительстве сооружений.

Методы геометризации различных свойств полезного ископаемого и вмещающих пород. Исходные материалы. Оценка точности получаемых графиков. Понятие о геометризации процессов.

Методы моделирования формы и свойств месторождений полезных ископаемых на ЭВМ.

Мониторинг геотехногенных систем. Цели и задачи Единой Государственной системы экологического мониторинга. Подсистема мониторинга геологической среды. Задачи маркшейдерского обеспечения ведения мониторинга на горных предприятиях. Средства измерений. Средства обработки. Принципы использования геоинформационных систем.

8. Учет, состояние и движение запасов полезных ископаемых, учет добычи, потерь и разубоживания.

Классификация запасов по степени разведанности и подготовленности к добыче. Методы подсчета запасов полезных ископаемых. Параметры подсчета запасов. Оценка точности подсчета запасов.

Учет, определение размеров, нормирование, планирование и экономическая оценка потерь и разубоживания полезных ископаемых при добыче.

Маркшейдерский контроль оперативного учета добычи полезных ископаемых при разработке месторождений.

Кроме программы-минимум в кандидатский экзамен включаются вопросы по дополнительной программе в профиле выполняемых соискателем (аспирантом) исследований.