Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ / Д.С. Гуц /
«10» марта 2023 г.

ПРОГРАММА
кандидатского экзамена по научной специальности
2.8.8. Геотехнология, горные машины

Красноярск 2023

ПРОГРАММА-МИНИМУМ

кандидатского экзамена по специальности

2.8.8 Геотехнология, горные машины

Введение

Настоящая программа охватывает следующие разделы: подземная разработка месторождений полезных ископаемых, открытая разработка месторождений полезных ископаемых, строительство подземных сооружений, горные машины.

Общие положения

Значение горной промышленности. Комплексное освоение и рациональное использование недр. Специфические особенности разработки месторождений угля, руд черных и цветных металлов, горно-химического сырья, строительных материалов и других полезных ископаемых.

Геотехнология как горная наука в системе наук о Земле.

Открытая, подземная и строительная геотехнологии. Сущность, условия применения, особенности комбинированной геотехнологии и перехода от одного способа разработки месторождений полезных ископаемых к другому. Взаимосвязь горного производства с окружающей средой. Технологические схемы разработки месторождений.

Возрастающая роль применения прогрессивных технологий, комплексной механизации и управления качеством продукции как основы эффективной работы горных предприятий.

Экономическая оценка технических и технологических решений. Структура текущих и капитальных затрат. Прибыль горного предприятия, рентабельность производства. Критерии оценки экономической эффективности технических и технологических решений (срок окупаемости капитальных вложений, индекс рентабельности, чистый дисконтированный доход, внутренняя ставка дохода и др.).

1 Геотехнология (подземная)

1.1 Основные положения подземной разработки месторождений полезных ископаемых

Промышленно-экономическая характеристика углей, руд и нерудных полезных ископаемых. Морфологические типы месторождений. Классификация запасов полезных ископаемых. Размеры, условия залегания месторождений и характер распределения в них полезных компонентов. Физико-механическая характеристика руд, углей и вмещающих пород. Химико-минералогическая характеристика руд, углей и нерудных полезных ископаемых.

Стадии разработки. Горное предприятие, рудник, шахта, шахтное поле, этаж. Порядок и способы очистной выемки в этаже. Общие сведения о

потерях полезных ископаемых в процессе добычи. Классификация и учет потерь. Показатели полноты извлечения полезных ископаемых при добыче. Основные требования, предъявляемые к разработке месторождений.

1.2 Определение производственной мощности горного предприятия (шахты, рудника)

Общие сведения о параметрах вскрытия, подготовки и систем разработки. Определение годовой производственной мощности рудника (шахты) по горнотехническим возможностям и срокам его существования.

1.3 Вскрытие и подготовка месторождений

Поверхностный комплекс рудника и шахты. Технологические комплексы главного и вспомогательных стволов. Погрузочно-складское хозяйство. Породные отвалы.

Вскрывающие выработки и классификация схем вскрытия. Взаимное расположение главных и вспомогательных стволов. Влияние выемки полезного ископаемого на сдвижение вмещающих пород и поверхности. Построение охранных целиков. Вскрытие вертикальными стволами. Вскрытие наклонными стволами. Вскрытие штольнями. Комбинированные схемы вскрытия. Одногоризонтное и многогоризонтное (поэтажное и погоризонтное) вскрытие пластовых месторождений. Околоствольные дворы.

Факторы, влияющие на выбор места заложения шахтных стволов и штолен. Вскрытие месторождений, представленных свитой рудных залежей. Взаимное расположение воздухоподающих и воздуховыдающих выработок в шахтном поле. Высота этажа. Порядок вскрытия месторождений. Метод вариантов при выборе схемы вскрытия.

Классификация способов подготовки горизонтов и шахтного поля. Факторы, влияющие на выбор способа подготовки. Этажный, панельный и погоризонтный способы подготовки шахтного поля. Полевая, рудная (пластовая) и комбинированная подготовка, их преимущества, недостатки и области применения.

Требования Правил безопасности при проектировании схем вскрытия и подготовки. Современные тенденции в мировой практике горно-добывающих предприятий при решении вопросов вскрытия и подготовки шахтных полей.

1.4 Основные производственные процессы очистной выемки при разработке рудных месторождений

Классификация основных производственных процессов очистной выемки.

Отбойка руды при очистной выемке. Шпуровая отбойка. Отбойка руды глубокими скважинами. Отбойка руды камерными (минными) зарядами. Вторичное дробление руды.

Выпуск и доставка руды. Понятие и применяемые способы доставки руды. Доставка под действием силы тяжести. Механизированная доставка.

Взрыводоставка. Погрузочные люки и питатели. Самоходные машины для погрузки и доставки руды.

Выпуск руды. Основные понятия. Теория истечения сыпучих материалов через отверстия. Фигуры выпуска полезного ископаемого и внедрения пород. Закономерности измерения параметров фигур движения по мере выпуска. Роль крупности кусков полезного ископаемого, сцепления, влажности и горного давления на параметры фигур выпуска. Формы контакта поверхности выпускаемого полезного ископаемого с налегающими обрушенными породами и порядок выпуска. Динамика разубоживания и потерь руды в ходе ее выпуска. Зависимость величины потерь от высоты блока и расстояния между выпускными отверстиями. Степень влияния размера и формы выпускного отверстия на показатели извлечения. Влияние режимы и доз выпуска на показатели извлечения. Организация выпуска руды, планограммы. Торцевой выпуск. Выпуск руды из обособленного отверстия и из смежных рудоспусков.

Управление горным давлением. Природа горного давления. Напряженное состояние пород в массиве и вокруг горных выработок. Существующие гипотезы. Управление горным давлением рудными целиками, крепью, закладкой, магазинированной рудой. Управление горным давлением при системах с обрушением руды и вмещающих пород. Горные улары в подготовительных и очистных выработках. Мероприятия по предотвращению горных ударов и борьбе с ними.

1.5 Основные производственные процессы очистной выемки при разработке угольных (пластовых) месторождений

Структура производственных процессов в шахте, в пределах выемочного участка.

Отбойка полезных ископаемых. Способы отбойки и факторы, определяющие условия их применения. Технологические характеристики угольных пластов: сопротивляемость пласта резанию, отжим угля, газоносность пластов и боковых пород.

Механические способы разрушения полезных ископаемых и используемые при этом средства механизации. Гидравлическая отбойка полезных ископаемых, ее параметры и средства механизации. Буровзрывные работы, средства и способы взрывания. Особенности взрывных работ в шахтах, опасных по газу и пыли, меры безопасности.

Управление горным давлением. Основные гипотезы горного давления и области их применения. Методы исследования горного давления: производственно-экспериментальные, лабораторные, аналитические. Классификации пород кровли по обрушаемости и устойчивости. Геомеханические модели процессов деформирования пород кровли. Устойчивость кровли в лавах. Способы предотвращения динамических обрушений пород основной кровли. Управление горным давлением при отработке сближенных пластов.

Особенности проявления горного давления. Динамические формы проявления горного давления. Методы прогноза выбросо- и удароопасности пластов угля и соли. Способы предотвращения динамических проявлений горного давления.

Крепи очистных выработок, их взаимодействие с массивом и область применения. Особенности механизированных крепей используемых для отработки крутых угольных пластов. Щитовые крепи, гибкие перекрытия, анкерная крепь.

Классификация способов управления кровлей. Управление кровлей полным обрушением, область применения. Посадочные крепи и их технологические характеристики. Особенности полного обрушения на крутом падении. Плавное опускание кровли.

Назначение и область применения закладки. Виды закладки. Закладочные материалы. Технологические схемы закладки. Методы расчета давления и несущей способности закладочных массивов. Основы работы при закладке комплексов.

Доставка полезного ископаемого. Технологические схемы доставки в очистных забоях и в пределах выемочных участков. Расчет и выбор параметров способов доставки: самотеком, водой, взрывом, скреперами, конвейерами, самоходным оборудованием и др. Области рационального использования средств транспорта. Типы и технические характеристики отечественного и зарубежного доставочного оборудования. Погрузочные и перегрузочные пункты. Емкость аккумулирующих и усредняющих бункеров.

Организация работ в очистном забое. Технологические схемы очистных работ с применением механизированных комплексов. Организация работ с учетом конструктивных особенностей механизированных комплексов различных типов.

1.6 Системы разработки рудных месторождений

Классификация и основные показатели эффективности. Принципы построения классификаций систем разработки.

Системы разработки: с открытым очистным пространством, с магазинированием руды, с закладкой очистного пространства, с обрушением вмещающих пород, с обрушением руды и вмещающих пород, комбинированные и многостадийные. Основные варианты и область их применения. Сущность и условия применения. Организация работ. Параметры и технико-экономические показатели.

Выбор системы разработки. Факторы, учитываемые при выборе систем разработки. Влияние горно-геологических факторов на выбор системы разработки. Методика технико-экономического сравнения и выбора систем разработки.

1.7 Системы разработки угольных (пластовых) месторождений

Понятие о системах разработки, их классификация. Факторы, влияющие на выбор систем разработки.

Системы разработки с длинными очистными забоями. Комбинированные системы разработки. Системы разработки с разделением этажа на подэтажи. Системы разработки с движением очистных забоев по падению и восстанию. Системы разработки пластов короткими очистными забоями. Камерные системы разработки. Система разработки «камера – лава». Последовательность ведения подготовительных и очистных работ в выемочном поле. Области применения. Потери полезного ископаемого. Преимущества и недостатки.

Безлюдная выемка в коротких забоях. Буровая выемка крутых пластов. Выемка угля комплексами типа КМД. Бурошнековая разработка пологих пластов. Применение угольных пил. Гидромеханизация при подземной разработке угля. Общая технологическая схема гидрошахты. Преимущества и недостатки гидродобычи. Область применения. Типовые системы разработки тонких пластов и пластов средней мощности.

Системы разработки мощных пластов. Параметры слоев. Система разработки горизонтальными, наклонными и поперечно-наклонными слоями. Разработка мощных пластов с принудительным обрушением и выпуском угля. Системы разработки с применением гибких перекрытий и щитовых крепей. Особенности систем разработки сближенных пластов. Разработка пластов, опасных по прорывам глины.

1.8 Физико-химическая геотехнология

Основные проблемы физико-химической геотехнологии (ФХГ). Современное состояние ФХГ. Классификация и основные направления развития методов ФХГ. Физико-геологические основы ФХГ. Физико-химические основы процессов: растворения, выщелачивания, термохимии, теплофизики, гидравлического разрушения, электрофизики, фильтрации флюидов, гидроразрыва, экстракции флюидов и др. Переработка промежуточной продукции ФХГ: рассолов, расплавов, пульпы гидродобычи, растворов выщелачивания, пульпы для обогатительных процессов и др. Вскрытие и подготовка месторождений скважинами: конструкция скважин, буровое оборудование, бурение и обустройство скважин. Системы разработки: классификация и выбор систем разработки. Порядок ведения работ. Потери и разубоживание. Особенности экономики ФХГ. Экологические и социальные аспекты ФХГ.

Подземное растворение солей (ПРС). Подземные резервуары в каменной соли. Подземная газификация угля и сланцев (ПГУиС). Разработка тяжелых нефтей, битума и других каустобиолитов. Подземное сжигание серы. Скважинная гидродобыча (СГД). Подземное выщелачивание (ПВ). Кучное выщелачивание (КВ). Подземная выплавка серы (ПВС). Геотермальная технология.

1.9 Управление качеством продукции горного предприятия (рудника, шахты)

Методы и средства управления качеством руды, угля и других полезных ископаемых (ПИ) при подземной добыче. Главные принципы (схемы) рудоподготовки. Технологические способы, технические средства и организационные методы управления потоками ПИ. Вероятностно-статистические методы при управлении качеством руды.

Влияние качества ПИ на обогащение и металлургический передел. Основные качественные характеристики потока ПИ, регламентируемые потребителем. Воздействие качества и стабильности потока ПИ на экономические результаты производства конечной продукции горно-металлургического предприятия.

Геологические и технологические факторы, определяющие качество ПИ и его стабильность при добыче. Организационно-технические факторы, позволяющие регулировать и поддерживать качество добытого ПИ и его стабильность. Экономические факторы, определяющие выбор схем, средств, оборудования и способов управления качеством добытого ПИ.

Критерии и модели оценки изменчивости качества ПИ в запасах.

Контроль качества добытого ПИ и его стабильности. Источники информации при опробовании на различных стадиях освоения месторождения: геологоразведке, эксплуатационных работах, обогащении руды. Способы отбора проб.

Планирование и прогнозирование качества ПИ при его добыче.

Мероприятия и средства управления качеством ПИ при различных системах разработки.

2 Геотехнология (открытая)

2.1 Процессы подготовки горных пород к выемке

Горные породы как объект разработки. Способы подготовки горных пород к выемке в зависимости от их состояния: буровзрывные работы, механическое рыхление, оттаивание мерзлых пород, предохранение от промерзания, управляемое обрушение и др.

Бурение взрывных скважин и шпуров. Буримость горных пород. Виды бурения и их технологическая оценка. Современные представления о механизме разрушения горных пород в забое скважин и шпуров.

Технология, режим и скорость ударного, шнекового, шарошечного, пневмоударного и термического бурения. Вспомогательные работы. Бурение негабарита. Организация буровых работ. Буровое оборудование и инструмент, их техническая характеристика и рациональная область применения. Эксплуатационная производительность буровых станков. Технологическая оценка бурового оборудования. Область его применения. Технологические основы автоматизации бурения. Совершенствование буровых работ.

Разрушение горных пород. Методы взрывной отбойки горной массы на карьерах, область их рационального применения. Современные представления о механизме разрушения горных пород взрывом.

Характеристика взрываемости массивов горных пород. Ассортимент ВВ и СВ для открытых горных работ, рациональные области их использования. Методы управления действием взрыва. Определение основных параметров взрывных работ на карьерах. Проектирование массовых взрывов.

Технология заряжания различными типами ВВ и забойки сухих и обводненных взрывных скважин и шпуров. Комплексы приготовления и пункты подготовки ВВ, машины и механизмы для проведения взрывных работ; техническая характеристика этих средств.

Методы оценки результатов взрыва. Установление рациональной степени взрывного дробления горных пород. Вторичное взрывание. Опыт, технико-экономические показатели и направления совершенствования взрывных работ на карьерах.

Механическое рыхление горных пород: условия применения, техника и технология рыхления, экономические показатели.

2.2 Выемочно-погрузочные работы

Экскавируемость горных пород в массиве и в разрушенном состоянии. Основные виды выемочных машин, их технологическая оценка и возможность применения в зависимости от экскавируемости горных пород. Типы забоев и заходок.

Выемка пород скреперами, бульдозерами, стругами и погрузчиками. Технологические параметры колесных скреперов, процесс выемки скреперами и их производительность. Процесс выемки пород бульдозерами и их производительность. Выемка пород погрузчиками, их техническая характеристика и производительность.

Выемка горных пород одноковшовыми экскаваторами. Параметры механических лопат. Выемка мягких, плотных и взорванных пород карьерными механическими лопатами. Раздельная выемка мехлопатами. Гидравлические экскаваторы. Особенности выемки горных пород гидравлическими экскаваторами. Параметры драглайнов, условия их применения, забои и производительность. Выемка пород драглайнами с перевалкой в выработанное пространство. Вспомогательные работы при выемке и погрузке горной массы.

Выемочно-погрузочное оборудование непрерывного действия. Классификация роторных и многоковшовых цепных экскаваторов. Условия их работы. Состав комплексов оборудования непрерывного действия. Параметры современных роторных многоковшовых экскаваторов. Схемы выемки пород роторными, цепными экскаваторами. Забои роторных и цепных экскаваторов. Методика определения технической производительности. Типовые схемы разработки месторождений комплексами оборудования непрерывного действия. Технологические схемы применения роторных экскаваторов с перегружателями при разделении уступов на подуступы. Область рационального применения и перспективы использования техники непрерывного действия на открытых разработках.

Раздельная выемка роторными и многочерпаковыми экскаваторами. Выемка шнекобуровыми машинами. Выемка взорванных пород машинами непрерывного действия. Особенности машин непрерывного действия с фрезерными рабочими органами. Вспомогательные работы при использовании машин непрерывного действия. Основы безопасности работ при выемке и погрузке горных пород.

2.3 Транспортирование горных пород

Виды карьерного транспорта, их технико-эксплуатационная характеристика, рациональная область применения, современные тенденции развития.

Устройство, строительство, содержание и ремонт карьерных железнодорожных путей и автомобильных дорог. Путевое развитие карьеров. Схемы обмена автосамосвалов в забоях и пунктах разгрузки. Тяговые расчеты при железнодорожном и автомобильном транспорте. Определение эксплуатационной производительности и рабочего парка локомотивосоставов и автосамосвалов, пропускной и провозной способности транспортных коммуникаций. Схемы конвейерного транспорта на карьерах. Расчеты основных параметров и эксплуатационной производительности ленточных конвейеров. Комплексные расчеты конвейерных линий.

Характеристика основных схем комбинированного транспорта. Устройство перегрузочных пунктов и приемных устройств при комбинированном автомобильно-железнодорожном и автомобильно-конвейерном транспорте. Расчет параметров транспортного оборудования в его комбинациях. Определение производительности перегрузочных пунктов и емкости приемных устройств.

Перспективные виды карьерного транспорта. Вспомогательные работы при перемещении карьерных грузов. направления совершенствования карьерного транспорта, опыт применения и технико-экономические показатели работы его различных видов на карьерах России и зарубежных стран.

2.4 Складирование горной массы

Многоцелевое назначение складов. Способы складирования (отвалообразования) пород – отходов горного производства. Средства механизации основных и вспомогательных работ. Технологические схемы строительства и формирования складов горных пород – отходов карьера. Определение эксплуатационной производительности и рабочего парка оборудования.

Формирование техногенных месторождений полезных ископаемых. Методы расчета параметров складов попутных полезных ископаемых. Опыт, технико-экономические показатели и направления совершенствования работ по складированию горной массы.

2.5 Устойчивость бортов и осушение карьеров

Значение устойчивости бортов карьеров и отвалов при ведении открытых горных работ. Факторы, определяющие устойчивость карьерных откосов. Классификация деформаций бортов карьеров и отвалов. Критерии устойчивости откосов. Схемы и методы инженерных расчетов устойчивости бортов, уступов и отвалов.

Определение допустимых параметров уступов с учетом статических и динамических нагрузок. Влияние применяемых структур комплексной механизации и систем разработки на устойчивость рабочих бортов. Зависимость параметров рабочих уступов от темпа и направления подвигания фронта горных работ. Влияние схемы вскрытия карьерных полей и направления развития горных работ на устойчивость нерабочих бортов. Способы укрепления откосов в песчано-глинистых и твердых породах. Охрана приконтурного массива от действия взрывов.

Основные схемы осушения карьерных полей. Увязка режимов горных работ и водопонижения. Осушение отвалов и их оснований, организация внутрикарьерного стока и водоотвода на земной поверхности.

2.6 Вскрытие карьерных полей

Способы и схемы вскрытия карьерных полей, их классификация и рациональная область применения. Взаимосвязь схем вскрытия с системой открытой разработки месторождений. Особенности схем вскрытия карьерных полей при применении гидромеханизации.

Вскрывающие горные выработки, их параметры и объемы. Трассы вскрывающих выработок, их формы и параметры. Создание и развитие стационарных и скользящих трасс. Технологическое значение величины руководящего подъема капитальных траншей при колесных видах транспорта. Конструкция и параметры пунктов примыкания капитальных траншей к рабочим горизонтам.

Способы и схемы проведения вскрывающих выработок, их технологическая характеристика, параметры и технико-экономические показатели при использовании различных комплексов горно-проходческого оборудования.

2.7 Системы открытой разработки месторождений

Выемочные слои и уступы. Характеристики фронта горных работ. Рабочая зона карьера. Системы открытой разработки, их основные классификации и рациональная область применения. Технологическая связь системы разработки месторождения и комплексной механизации карьера. Принципы комплектации карьерного оборудования и формирования систем открытой разработки.

Характеристика и методы определения параметров системы разработки: высоты уступов, ширины рабочих площадок и берм, протяженности фронта работ, числа рабочих уступов, скорости подвигания фронта работ и скорости (темпа) углубления горных работ.

Сравнительная экономичность и опыт применения различных систем разработки.

2.8 Разработка строительных горных пород

Характеристика продукции, получаемой из строительных горных пород в зависимости от ее назначения. Процессы производства щебня, гравия и песка. Механизация работ. Транспортирование, складирование и отгрузка. Особенности требований к сырью для получения цемента и вяжущих веществ. Производственные процессы добычи стенового и облицовочного камня.

Способы отделения блоков от массива, погрузка и перемещение блоков. Процессы обработки камня и их механизация. Технологические особенности процессов при комплексном использовании строительных горных пород.

2.9 Открытая гидравлическая разработка месторождений

Область применения гидромеханизации в карьерах. Основные процессы и технология гидромеханизации горных работ. Условия применения основного оборудования гидромеханизации: гидромониторов, землесосов, земснарядов, загрузочных аппаратов – и оборудования для механической подготовки трудноразрабатываемых пород к пульпообразованию. Методические основы расчета процессов гидромеханизации: гидравлического разрушения, самотечного и напорного гидротранспорта, укладки пород в гидроотвалы и осветления воды. Гидротехнические сооружения гидроотвалов. Главные особенности гидродобычи полезных ископаемых при их попутном обогащении. Применение гидравлического транспорта пород и полезных ископаемых на дальние расстояния.

Гидромеханизированная разработка полезных ископаемых шельфа и глубоководного дна Мирового океана, сапропелевых месторождений внутренних водоемов, первичная переработка добытого сырья. Опыт и технико-экономические показатели гидравлических разработок в России и за рубежом. Направления совершенствования гидромеханизации горных работ.

2.10 Рекультивация поверхности

Открытые горные работы и окружающая среда. Виды рекультивации. Технологические схемы и оборудование для горно-технической рекультивации отвалов. Способы использования восстановленных площадей на твалах. Затраты на рекультивацию. Опыт рекультивационных работ.

2.11 Планирование, организация и управление

Экономические основы планирования горных работ. Показатели и критерии перспективного, годового и текущего планирования горных работ. Порядок и методы планирования горных работ. Математическое моделирование месторождений и развития горных работ. Методы оптимального планирования горных работ.

Теоретические основы организации производства работ на карьерах. Организация основных и вспомогательных технологических процессов. Системы управления горными работами.

Управление качеством продукции. Ценность полезного ископаемого. Количественные и качественные потери полезных ископаемых, их экономическая оценка и нормирование. Методы опробования. Взаимосвязи качества продукции с технологией открытых горных работ. Методы и средства стабилизации качества добываемого минерального сырья.

3 Геотехнология (строительная)

3.1 Геомеханические условия строительства подземных сооружений

Современные представления о процессах, происходящих в массиве горных пород. Физико-механические свойства горных пород. Общая характеристика скальных, полускальных, связных, несвязных и плывучих горных пород. Реологические модели, характеризующие свойства пород. Методы определения свойств горных пород в лабораторных и натурных условиях при статических и динамических нагружениях. Напряженное состояние горных пород в нетронутом массиве и вокруг выработок. Устойчивость обнажения пород в горных выработках. Классификация горных пород по устойчивости в обнажениях.

Общая характеристика основных гипотез горного давления в одиночных горных выработках. Основные механические модели взаимодействия пород и крепи горных выработок. Упругая, жесткопластичная, упругопластическая (однородная и неоднородная), вязкоупругая и вязкопластическая модели. Новые модели взаимодействия пород и крепи одиночных выработок. Перспективы их развития. Учет влияния очистных работ. Общая характеристика современных методов исследований проявлений горного давления. методы и средства исследований проявлений горного давления в шахтных условиях. Комплексная методика исследования проявлений горного давления. Методы и средства моделирования механических состояний и процессов в массивах пород и сооружениях. Перспективы и направления их дальнейшего развития.

3.2 Инженерные конструкции подземных сооружений

Современные способы обеспечения устойчивости горных выработок. Проблема поддержания выработок и ее значение для горнодобывающих предприятий. Оценка устойчивости породных обнажений по склонности пород к обрушению под собственным весом, к пластическому деформированию и разрушению вследствие концентрации напряжений в массиве в окрестности обнажений, к существенным смещениям вследствие ползучести пород.

Типы крепи горных выработок (обделок подземных сооружений): ограждающая, упрочняющая, подпорная; их характерные особенности.

Предварительный выбор типа крепи, требующиеся для этого исходные данные.

Анкерная крепь: типы, виды и характерные особенности крепи. Механизм работы анкерной крепи в массиве пород. Параметры анкерной крепи и их определение. Область применения анкерной крепи.

Металлическая рамная крепь. Виды прокатных профилей, применяемых в подземном строительстве. Жесткая и податливая крепь. Основные конструкции податливой крепи, конструкции узлов податливости. Выбор вида рамной крепи.

Бетонная и железобетонная крепь (обделка). Гибкая и жесткая арматура. Механические характеристики и особенности возведения крепи. Область применения.

Набрызг-бетонная крепь. Механизм работы крепи в массиве пород. Виды набрызг-бетонной крепи, особенности возведения и область применения.

Железобетонная блочная (тюбинговая) крепь. Виды и конструкции блоков (тюбингов), характер армирования. Область применения.

Чугунная тюбинговая крепь (обделка). Виды и конструкции тюбингов. Особенности конструкции тюбингов для горизонтальных и вертикальных выработок. Область применения чугунной тюбинговой крепи.

Комбинированные виды крепи: анкерно-набрызг-бетонная, сталебетонная, чугунно-бетонная и др. Область применения комбинированных видов крепи.

3.3 Проектирование и расчет крепи

Основные положения механики подземных сооружений – теории расчета крепи горных выработок (обделок подземных сооружений). Принцип взаимодействия крепи (обделок) с массивом пород. Обоснование применения линейно деформируемой среды в качестве механической модели массива пород. Учет отставания возведения крепи от обнажения пород в скальных и слабых породах.

Расчетные крепи (обделок) подземных сооружений на действие гидростатического давления подземных вод и на внутренний напор в гравитационном и тектоническом поле начальных напряжений в массиве пород. Особенности расчета подземных сооружений на сейсмическое воздействие землетрясений.

3.4 Комплексы подземных сооружений

Подземные сооружения угольных и рудных шахт. Комплексы вертикальных шахтных стволов. Армирование стволов. Капитальные, подготовительные и очистные горные выработки.

Комплексы подземных сооружений гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих электростанций. Безнапорные и напорные тоннели и шахтные водоводы. Подземные машинные залы.

Подземные сооружения метрополитенов. Перегонные и эскалаторные тоннели, подземные вестибюли, камеры съездов, станции и пересадочные узлы. Типы станций метрополитенов: пилонные, колонные, односводчатые, станции нового типа. Пристанционные сооружения.

Комплексы сооружений транспортных тоннелей. Порталы, ниши, камеры.

Комплексы сооружений водопроводно-канализационных и коммунальных тоннелей. Комплексы сооружений подземных хранилищ.

3.5 Обычные способы строительства подземных сооружений

Строительство горизонтальных и наклонных выработок угольных и рудных шахт. Строительство выработок в крепких породах. Современные способы ведения буровзрывных работ. Применение проходческих комбайнов. Новые способы разрушения пород. Строительство выработок в мягких однородных и неоднородных породах. Комплексы оборудования. Строительство бремсбергов, уклонов и наклонных стволов. Строительство скатов, печей, восстающих. Комплексная механизация и организация работ. Строительство вертикальных стволов. Совмещенный параллельный и последовательный способы строительства. Области их применения. Проходческие комплексы и агрегаты. Конструкции и технологии армирования.

Технология строительства тоннелей. Строительство с применением буровзрывных работ. Строительство с применением опережающих бетонных крепей или экрана из труб. Строительство тоннелей с применением щитов и тоннелепроходческих машин. Типы тоннелепроходческих машин. Применение механизированных щитов с пригрузкой забоя. Микротоннелирование. Строительство тоннелей способом продавливания. Рациональные конструктивно-технологические решения способа продавливания. Продавливание под экраном из труб. Технология строительства тоннелей открытым способом. Способ «стена в грунте». Сущность новоавстрийского способа строительства тоннелей.

Строительство тоннелей большого сечения в скальных породах. Способ сплошного забоя. Способ нижнего уступа. Строительство тоннелей с передовой штольней. Строительство тоннелей в мягких неустойчивых породах. Способы опертого свода и опорного ядра. Строительство камерных выработок. Схемы и последовательность раскрытия сечения камер. Строительство подземных машинных залов ГЭС и ГАЭС. Разработка подсводного пространства, разработка основного массива (ядра) камеры.

Строительство станций метрополитена. Строительство односводчатых станций, пилонных станций, колонных станций. Строительство эскалаторных тоннелей. Особенности организации работ. Монтаж конструкций и их гидроизоляция.

3.6 Специальные способы подземного строительства

Сложные геомеханические и газодинамические условия и инженерно-геологические характеристики массивов пород, определяющие необходимость применения специальных способов строительства подземных сооружений. Классификация специальных способов строительства.

Способ искусственного водопонижения. Сущность и область применения способа.

Замораживание горных пород. Проектирование и расчет ледогрунтовых ограждений. Холодильное оборудование и аппаратура. Контроль процесса замораживания.

Тампонаж горных пород. Химическое закрепление пород. Классификация и область применения способов тампонажа и закрепления пород.

Способы бурения вертикальных стволов. Буровые установки, их классификация и конструктивные схемы.

Строительство стволов способом опускания в тиксотропной рубашке.

Строительство подземных сооружений под сжатым воздухом. Сущность способа, санитарные требования и область применения.

3.7 Ремонт, реконструкция и восстановление горных выработок и подземных сооружений

Реконструкция и ремонт вертикальных шахтных стволов. Ремонт и восстановление капитальных и подготовительных горных выработок угольных и рудных шахт. Реконструкция и ремонт транспортных тоннелей. Ремонт, восстановление и реконструкция коммунальных тоннелей. Ремонт и реконструкция городских подземных сооружений.

4 Горные машины

4.1 Разрушение углей и пород

Механические способы разрушения углей и пород и их сравнительная характеристика. Механизм разрушения при различных способах воздействия инструмента на разрушаемый объект. Влияние геометрических параметров рабочего инструмента и параметров разрушения на силовые и энергетические показатели процесса разрушения. Виды повреждений различных конструктивных типов рабочего инструмента горных машин и способы повышения работоспособности инструмента.

Разрушение углей и пород гидравлическим способом. Термические, электрофизические и химические способы разрушения. Состояние и перспективы их развития.

4.2 Очистные и проходческие комбайны

Требования, предъявляемые к очистным и проходческим комбайнам. Методика расчета сил на рабочем инструменте очистных и проходческих комбайнов. Особенности конструкций и параметры шнековых, барабанных, дисковых и корончатых и комбинированных исполнительных органов комбайнов. Схемы набора режущего инструмента. Оценка неравномерности

нагрузки, формирующейся на исполнительном органе. Особенности конструирования шнеков малых диаметров для очистных комбайнов и планетарных исполнительных органов проходческих комбайнов. Очистные комбайны унифицированного ряда.

Требования, предъявляемые к погрузочным органам комбайнов. Основные конструктивные типы погрузочных органов очистных и проходческих комбайнов. Определение и выбор их основных параметров.

Бесцепные и вынесенные системы перемещения очистных комбайнов. Область их применения, достоинства и недостатки, особенности расчета.

Обеспечение устойчивости очистных и проходческих комбайнов в процессе работы.

4.3 Угольные струги

Требования, предъявляемые к стругам. Расчет нагрузок на резцах и в тяговых органах стругов. Определение погрузочной способности струговых исполнительных органов. Свободная и дозированная системы подачи струговых исполнительных органов на забой, их достоинства и недостатки.

Особенности конструкции стругов с непрерывным регулированием по мощности пласта. Основные направления развития конструкций стругов.

4.4 Механизированные крепи

Классификация механизированных крепей по способу их взаимодействия с боковыми породами, силовой взаимосвязи между секциями, числу и расположению гидростоек. Основные положения методики расчета элементов секций механизированных крепей на устойчивость и прочность.

Совершенствование гидропривода механизированных крепей и разработка систем автоматического управления секциями крепи с использованием микропроцессорной техники.

Современные направления в конструировании механизированных крепей. Расчет скорости крепления очистного забоя.

4.5 Выемочные комплексы и агрегаты

Установление основных компоновочных размеров очистных комбайновых и струговых комплексов. Увязка конструктивных и режимных параметров выемочной, доставочной машин и механизированной крепи в комплексах. Компоновочные схемы проходческих комплексов. Компоновочные схемы фронтальных струговых агрегатов с исполнительными органами цикличного и непрерывного действия.

Выбор и увязка параметров выемочной и доставочной подсистем агрегата, обеспечивающих максимальную производительность с учетом процесса формирования грузопотока на конвейере агрегата. Расчет сопротивления струговых кареток и нагрузок в тяговом органе.

Методика определения теоретической, технической и эксплуатационной производительности комплексов и агрегатов. Анализ основных факторов, влияющих на производительность.

4.6 Управляемость очистных комплексов и агрегатов в технологическом процессе выемки угля подземным способом

Сущность проблемы управляемости комплексов и агрегатов и пути ее решения. Основные понятия управляемости. Маневренность агрегата или комплекса в плоскости и профиле пласта и параметры ее оценки.

Структура средств управляемости агрегатов. Закономерности взаимодействия со средой в процессе движения агрегата без постоянного присутствия людей в очистном забое. База агрегата как средство обеспечения направляемости его движения. Схема баз в плоскости и профиле пласта. Влияние базы и ее связей на маневренность агрегата.

Управление движением комплекса и агрегата в плоскости пласта. Механическая характеристика гидропривода передвижения и влияние ее на положение агрегата или комплекса в плоскости пласта.

Методы обеспечения жесткой механической характеристики гидропривода передвижения базы. Системы поддержания прямолинейности агрегатов циклического и непрерывного действия. Схемы, принцип действия, основные параметры. Требования, предъявляемые к системам поддержания прямолинейности.

Способы управления агрегатами и комплексами в профиле пласта. Закономерности движения агрегатов и комплексов при гипсометрии пласта. Методы и средства контроля границы порода – уголь.

Системы управления агрегатами и комплексами в зависимости от мощности пласта. Схемы, принцип действия, основные параметры. Влияние средств управления по мощности пласта на процесс направленного движения агрегата.

Основные принципы создания средств управления очистным агрегатом для технического процесса выемки угля без постоянного присутствия людей в забое. Использование микропроцессорной техники для управления комплексами и агрегатами.

4.7 Бурильные машины

Классификация способов бурения. Требования, предъявляемые к буровым машинам. Особенности конструкции пневматических и гидравлических перфораторов. Влияние формы, амплитуды и длительности силового импульса на энергоемкость разрушения горных пород. Особенности конструкции бурильных установок. Расчет их устойчивости. Особенности конструкций шарошечных станков отечественных и зарубежных фирм.

Понятие о статической устойчивости бурового става в вертикальной скважине. Формы устойчивости бурового става в наклонной скважине. Нагрузки и реактивный крутящий момент, действующие на буровой став в скважине. Методы увеличения области прямолинейной формы устойчивости бурового става. Расчет бурового става в закритической области на прочность по максимальным нагрузкам. Методика определения числа центраторов буровых ставов станков шпиндельного типа.

Особенности динамики вращательно-падающих систем станков шарошечного бурения. Продольные и параметрические колебания систем в случае ограничения поперечных деформаций става. Условия суммарного резонанса.

Оценка статических и динамических качеств при проектировании буровых станков.

Расчет производительности бурильных машин.

4.8 Транспортные машины и комплексы

Перспективные направления развития транспортных машин. Характеристики и физико-механические свойства транспортируемых грузов. Условия работы и требования, предъявляемые к транспортным установкам. Общая классификация и основы теории ленточных конвейеров. Общая классификация и основы теории расчета скребковых конвейеров. Специальные типы ленточных конвейеров, особенности расчета основных параметров. Общая классификация и основы теории расчета подземного локомотивного транспорта. Особенности расчета карьерного железнодорожного транспорта. Погрузочные и приемные устройства железнодорожного транспорта. Классификация, область применения и основы расчета автомобильного транспорта. Типы, характеристики и основы расчета погрузочных и погрузочно-транспортных машин. Классификация, принцип действия, расчет основных параметров гидро- и пневмотранспортных установок. Основы расчета канатно-транспортных установок шахт и карьеров.

Проектирование и схемы подземного транспорта. Проективароние и схемы транспорта на поверхности шахт. Проектирование и схемы транспорта карьеров. Проектирование и схемы транспорта на перерабатывающих фабриках горных предприятий. Основы проектирования комбинированного транспорта при циклично-поточной технологии работ в карьерах.

4.9 Шахтные подъемные установки

Общее устройство и классификация подъемных установок. Принципы расчета и выбора основного оборудования подъемных установок. Кинематика и динамика подъемных систем. Наивыгоднейший режим управления подъемными системами и определение ускорений и замедлений. Принципы расчета и выбора привода подъемных установок.

4.10 Оборудование, применяемое при гидромеханизации

Насосное оборудование, применяемое при гидромеханизации. Конструктивные особенности насосов для гидротранспорта. Принципы расчета и выбора оборудования гидротранспортных установок. Особенности характеристик насосов и внешних сетей гидротранспортных установок. Определение и анализ режима работы насосов, перекачивающих гидросмесь.

Насосно-гидромониторные установки. Принципы расчета и выбора насосов и гидромониторов. Характеристика гидромонитора и внешней сети. Определение режимов работы насосов и гидромониторов.

4.11 Гидропривод горных машин

Требования, предъявляемые к гидроприводам горных машин, и область эффективного использования гидропривода.

Классификация, основные параметры и общие принципы расчета объемных насосов. Способы регулирования насосов. Область применения в горных машинах роторных и поршневых насосов. Особенности конструкции и параметры насосов для систем гидротранспорта угля, концентратов железных руд и других материалов.

Классификация, принцип действия и основные параметры объемных гидродвигателей, применяемых в горных машинах. Силовые, поворотные и моментные гидроцилиндры. Расчет гидроцилиндров. Демпфирование, схемы демпферов.

Способы и средства очистки рабочей жидкости от загрязнения. Диспергаторы.

Основные конструктивные типы и основы теории рабочих процессов гидродинамических приводов.

Типовые гидроприводы горных машин. Основные направления технического совершенствования гидроприводов горных машин.

4.12 Надежность горных машин и комплексов

Структурообразование надежности комплексов и агрегатов, буровых машин и другого оборудования. Формирование потока отказов различных систем забойного оборудования. Формулы синтеза показателей надежности систем оборудования.

Выбор и нормирование показателей надежности. Определение требуемого уровня надежности проектируемых комплексов и агрегатов. Использование элементов-аналогов для прогнозирования надежности проектируемых горных машин и систем оборудования. Расчет требуемого уровня надежности элементов и агрегатов, предназначенных для выемки угля без постоянного присутствия людей в забое.

Влияние нагруженности элементов горных машин на их надежность. Вероятностная оценка безотказности элементов на основе вероятностной модели нагрузка – прочность.

Методы определения показателей надежности горных машин, комплексов и агрегатов, находящихся в эксплуатации. Специальные методы определения законов распределения случайных величин на основе малых выборок – методы прямоугольных вкладов и равночастотных интервалов.

4.13 Основы автоматизированного проектирования горных машин и комплексов

Основные понятия. Эффективность систем автоматизированного проектирования. Направления разработки САПР подсистем горных машин и другого горно-шахтного оборудования. Стадии разработки. Техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, разработка рабочей документации.

Принципиальные основы автоматизированного проектирования горных машин и комплексов. Горные машины как иерархические технические системы. Модульный принцип построения САПР. Инвариантность модулей в САПР. Математическое моделирование процесса проектирования. Итеративный метод проектирования горных машин. Основные требования к САПР.

Проблемы создания САПР горных машин и комплексов. Проблемы разработки принципов и методов САПР горных машин. Системный подход. Проблемы оптимизации в САПР. Алгоритмические основы САПР. Проблемы использования машинной графики. Создание интерактивных диалоговых систем автоматизированного проектирования горных машин.

Математическое и программное обеспечение САПР. Понятие о специальном математическом и программном обеспечении САПР. Математическая модель и алгоритм. Этапы разработки специального математического обеспечения САПР. Формализованное описание задач проектирования.

Подсистемы автоматизированного проектирования горных машин и комплексов, реализованные в отрасли.

4.14 Эксплуатация горных машин и комплексов

Особенности условий эксплуатации. Изменение физических свойств элементов и параметров машин в процессе эксплуатации. Характерные графики изменения параметра потока отказов горных машин в зависимости от продолжительности их эксплуатации.

Существующая система планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта горных машин и пути ее совершенствования. Агрегатный метод замены элементов горных машин в зависимости от их технического состояния.

Средства технической диагностики горных машин и планирование замены элементов, исчерпавших свой ресурс.

Эксплуатация гидросистем и пневмосистем горных машин. Контроль качества рабочих жидкостей и смазочных материалов.

Определение необходимого количества запасных частей на межремонтный период горной техники.

Организация системы технического обслуживания и ремонта горно-шахтного оборудования заводами-изготовителями.

4.15 Средства малой механизации горных работ

Трудоемкость основных и вспомогательных работ в очистных и подготовительных забоях. Роль механизации вспомогательных работ для повышения производительности труда рабочих. Номенклатура вспомогательных ручных работ при обслуживании горных машин и систем забойного оборудования.

Средства малой механизации для выполнения монтажно-демонтажных работ, работ по эксплуатации и ремонту горных машин и комплексов.

Техника безопасности при использовании средств малой механизации. Перспективы развития средств малой механизации горных работ.

Основная литература к разделу 1

1. Разработка рудных и нерудных месторождений / М.И. Агошков и др. М.: Недра, 1983.
2. Аренс В.Ж. Скважинная добыча полезных ископаемых. М.: Недра, 1986.
3. Бастан П.П., Болошин Н.Н. Усреднение руд на горно-обогатительных предприятиях. М.: Недра, 1989.
4. Способы вскрытия, подготовки и системы разработки шахтных полей / Б.Ф. Братченко, М.И. Устинов и др. М.: Недра, 1985.
5. Технология подземной разработки пластовых месторождений / А.С. Бурчаков, Н.К. Гринько, Д.Ф. Дорохов и др. М.: Недра, 1993.
6. Ершов В.В. Геолого-маркшейдерское обеспечение управления качеством руды. М.: Недра, 1986.
7. Именитов В.Р. Процессы подземных горных работ при разработке рудных месторождений. М.: Недра, 1984.
8. Каплунов Д.Р., Манилов И.А. Стабилизация качества руды при подземной добыче. М.: Недра, 1983.
9. Ломоносов Г.Г. Горная квалиметрия. М.: Изд-во МГГУ, 2000.
10. Нетрадиционные решения в горной промышленности / Ю.А. Чернегов, В.Ж. Аренс, Э.И. Богуславский и др. М.: Недра, 1991.
11. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1973.
12. Хчеян Г.Х., Нафтулин И.С. Геотехнологические процессы добычи полезных ископаемых. М.: Недра, 1983.
13. Подземная разработка пластовых месторождений / Егоров П.В., Бобер Е.А., Кузнецов Ю.Н., - 3-е изд. - Москва :МГГУ, 2007.
14. Подземная разработка пластовых месторождений. Теоретические и методические основы проведения практических занятий : учебное пособие для подготовки бакалавров технических наук по направлению "Горное дело" / О. В. Михеев [и др.] ; под ред. Л. А. Пучков ; Моск. горный ун-т. - [2-е изд., перераб. и доп.]. - Москва : Изд-во МГГУ, 2001.
15. Ломоносов, Г.Г. Горная квалиметрия : учебное пособие для вузов по направлению "Горное дело" : допущено Учебно-методическим объединением вузов РФ по образованию в области горного дела / Г. Г. Ломоносов ; Моск. гос. горный ун-т. - 2-е изд., стер. - Москва : Горная книга ; Москва : МГГУ, 2007.

Основная литература к разделу 2

1. Анистратов Ю.И. Технологические процессы открытых горных работ. М.: Недра, 1995.
2. Арсентьев А.И. Вскрытие и системы разработки карьерных полей. М.: Недра, 1981.

3. Бастан П.П., Волошин Н.Н. Усреднение руд на горно-обогатительных предприятиях. М.: Недра, 1981.
4. Васильев М.В. Транспорт глубоких карьеров. М.: Недра, 1983.
5. Горная энциклопедия В 5 т. М.: Сов. энциклопедия, 1986-1991.
6. Дриженко А.Ю. Восстановление земель при горных разработках. М.: Недра, 1985.
7. Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. М.: НПО ОБТ, 1992.
8. Кутузов Б.Н. Разрушение горных пород взрывом. М.: Изд-во МГИ, 1991.
9. Лешков В.Г. Разработка россыпных месторождений. М.: Недра, 1985.
10. Ломоносов Г.Р. Формирование качества руды при открытой добыче. М.: Недра, 1975.
11. Нурок Г.А. Процессы и технология гидромеханизации открытых горных работ. М.: Недра, 1985.
12. Певзнер М.Л., Костовецкий В.П. Экология горного производства. М.: Недра, 1990.
13. Потемкин С.В. Разработка россыпных месторождений. М.: Недра, 1995.
14. Ржевский В.В. Открытые горные работ. В 2 ч. М.: Недра, 1985.
15. Открытые горные работы: Справочник / К.Н. Трубецкой, Н.Г. Потапов, К.Е. Виницкий, Н.Н. Мельников. М.: Горное бюро, 1994.
16. Теория и практика открытых разработок / Под общ. ред. Н.В. Мельникова. М.: Недра, 1979.
17. Экология и охрана природы при открытых горных работах / П.И. Томаков, В.С. Коваленко, А.М. Михайлов, А.Т. Калашников. М.: Изд-во МГГУ, 1994.
18. Томаков П.И., Манкевич В.В. Открытая разработка угольных и рудных месторождений. М.: Изд-во МГГУ, 1995.
19. Трубецкой К.Н., Краснянский Г.Л., Хронин В.В. Проектирование карьеров. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во АГН, 2001.
20. Трубецкой К.Н. Технология применения и параметры карьерных погрузчиков. М.: недра, 1985.
21. Шпанский О.В., Буянов Ю.Д. Технология и комплексная механизация добычи нерудного сырья для производства строительных материалов. М.: Недра, 1996.
22. Экология горного производства / Г.Г. Мирзаев, Б.А. Иванов, В.М. Щербаков, Н.М. Проскуряков. М.: Недра, 1991.
23. Ялтанец И.М., Кулигин В.И. Гидромеханизация открытых горных работ. М.: Изд-во МГГУ, 1996.
24. Лешков В.Г. Разработка россыпных месторождений: Учебник для вузов. М.: Изд-во МГГУ, 2007.
25. Ялтанец И.М. Практикум по открытым горным работам : учебное пособие для вузов по специальности "Открытые горные работы" направления

подготовки дипломированных специалистов "Горное дело" / И. М. Ялтанец, М. И. Щадов ; Моск. горный ун-т. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Изд-во МГГУ, 2003.

Основная литература к разделу 3

1. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. М.: Недра, 1994.
2. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений в прмиерах и задачах: Учеб. пособие. М.: недра, 1989.
3. Картозия Б.А., Котенко Е.А., Петренко Е.В. Строительная геотехнология. М.: Изд-во МГГУ, 1997.
4. Корчак А.В. Методология проектирования и строительства подземных сооружений. М.: Недра коммюникейшнс ЛТД, 2001.
5. Насонов И.Д., Шпулик М.Н., Ресин В.И. Технология строительства горных предприятий. Специальные способы строительства. М.: Недра, 1990.
6. Насонов И.Д. и др. Технология строительства подземных сооружений: учебник в 3-х частях. М.: Недра, 1983. Ч.1. Строительство вертикальных выработок, 1983. Ч.2. Строительство горизонтальных и наклонных выработок, 1983. Ч.3. Специальные способы строительства, 1983.
7. Ставрогин А.Н., Протосеня А.Г. Механика деформирования и разрушения горных пород. М.: Недра, 1992.

Основная литература к разделу 4

1. Эксплуатация горных машин и оборудования : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению "Горное дело" и специальности "Горные машины и оборудование" / В. И. Зайков, Г. П. Берлявский. - Изд. 4-е, стер. - Москва : Изд-во Московского гос. горного ун-та, 2006. – 256 с.
2. Кривенко А.Е. Основы проектирования горных машин и оборудования: учеб. пособие. Изд-во МГГУ, 2006. – 105 с.
3. Подэрни Р.Ю. Механическое оборудование карьеров: учебник. Изд-во МГГУ, 2007. – 678 с.
4. Квагинидзе В.С. Эксплуатация карьерного оборудования: учеб. пособие / В.С. Квагинидзе, В.Ф. Петров, В.Б. Корецкий // М.: Мир горной книги, 2007. – 587 с.
5. Буткин В.Д. Опыт и развитие технологии силового бурения резанием на карьерах: монография / В.Д. Буткин, А.В. Гилев и др. – М.: МАКС Пресс, 2005. – 304 с.
6. Буткин В.Д. Проектирование буровых долот для открытых горных, земляных и строительных работ: монография / В.Д. Буткин, А.В. Гилев и др. – М.: МАКС Пресс, 2005. – 240 с.
7. Основы эксплуатации горных машин и оборудования: учеб. пособие / под общ. ред. А.В. Гилева. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. – 276 с.

8. Демченко И.И., Васильев С.Б., Косолапов А.И. Способы и средства борьбы с налипанием и намерзанием породы на карьерных автосамосвалах: монография. ИПК СФУ. – 2008. 163 с.

Программу составил:
д-р техн. наук, проф. А.С. Морин

Программа соответствует паспорту номенклатуры специальностей научных работников.