

Министерство науки, высшего образования и инноваций Кыргызской Республики
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Межгосударственная образовательная организация высшего образования
Кыргызско-Российский Славянский университет имени первого Президента
Российской Федерации Б.Н. Ельцин

Естественно-технический факультет

ПРОГРАММА

вступительного экзамена по подготовке

2.8 «Недропользование и горные науки»

Научная специальность 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород,
рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Бишкек 2026 г

Содержание документа

1. Общие положения
2. Паспорт научной специальности 2.8.6
 - 2.1. Общая характеристика научной специальности
 - 2.2. Основные направления исследований
 - 2.3. Отрасль науки
3. Методические указания к программе вступительного испытания
 - 3.1. Требования к знаниям поступающего
 - 3.2. Требования к умениям поступающего
 - 3.3. Требования к научно-исследовательской подготовке
 - 3.4. Методические рекомендации по подготовке к вступительному экзамену
4. Содержание и структура вступительного экзамена
 - 4.1. Содержание вступительного экзамена
 - 4.2. Форма проведения вступительного экзамена
 - 4.3. Научно-исследовательская составляющая вступительного испытания
 - 4.4. Реферат по предполагаемой теме диссертационного исследования
 - 4.5. Порядок проведения устного экзамена
 - 4.6. Оценивание результатов вступительного экзамена
5. Вопросы к вступительному экзамену
6. Критерии оценки знаний
7. Список рекомендуемой литературы
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
 - 7.3. Нормативные и информационные источники
 - 7.4. Электронные научные ресурсы

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая программа вступительного экзамена разработана для поступающих на обучение по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», относящейся к группе научных специальностей 2.8 «Недропользование и горные науки».

Программа определяет содержание вступительного экзамена, требования к уровню подготовки поступающих, структуру вступительного испытания, перечень экзаменационных вопросов, критерии оценивания и рекомендуемую литературу.

Цель вступительного экзамена — установление уровня фундаментальной и профессиональной подготовки поступающего, его готовности к самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области геомеханики, физики и разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики.

2. ПАСПОРТ НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Шифр научной специальности: 2.8.6.

Наименование научной специальности: «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Область науки: 2. Технические науки.

Группа научных специальностей: 2.8. Недропользование и горные науки.

2.1. Общая характеристика научной специальности

Научная специальность 2.8.6 охватывает исследования закономерностей формирования, изменения и управления состоянием горных пород, грунтов и их массивов в естественных и техногенно измененных условиях; процессов деформирования и разрушения геоматериалов; геомеханического обеспечения открытой и подземной разработки месторождений полезных ископаемых; динамических и геодинамических процессов; процессов разрушения горных пород; рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики.

В область специальности входят теоретические, экспериментальные, натурные и расчетные исследования, математическое и численное моделирование, разработка методов прогнозирования и управления состоянием массивов горных пород, а также создание методов, приборов и автоматизированных систем контроля и мониторинга.

2.2. Основные направления исследований

В программу вступительного экзамена включаем следующие тематические направления:

- Напряженно-деформированное состояние массивов горных пород и грунтов, закономерности его формирования и изменения во времени под воздействием природных и техногенных факторов, горных работ и строительства.
- Геомеханическое обеспечение открытой и подземной разработки месторождений, включая управление горным давлением, удароопасностью, креплением и сдвижением пород, обеспечение устойчивости подземных выработок, бортов карьеров, разрезов и отвалов.
- Физические и механические свойства горных пород и грунтов, закономерности их изменения в образцах и массиве при механических, тепловых, электромагнитных, физико-химических и других воздействиях.
- Управление свойствами и состоянием массива, включая направленное изменение свойств горных пород и горной массы при добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и освоении подземного пространства.
- Теоретические основы и математическое моделирование геомеханических процессов, разработка моделей и методов управления состоянием массива для обеспечения устойчивости горных выработок и сооружений и предупреждения опасных горно-геологических явлений.
- Прогнозирование геомеханических процессов, включая природные и антропогенные процессы в массивах горных пород и грунтов.

- Цифровые технологии, приборы и автоматизированные системы геомеханического контроля, предназначенные для исследования свойств, строения и состояния массива, мониторинга и прогнозирования динамических процессов.

- Геодинамические процессы и динамическое состояние массивов горных пород, включая исследование геодинамической активности территорий, закономерностей формирования и изменения напряжённо-деформированного состояния массивов под воздействием природных и техногенных факторов; изучение динамических проявлений горного давления, горных ударов, техногенной и природной сейсмичности и их влияния на горные выработки, сооружения и горнотехнические системы.

- Разрушение и предразрушение горных пород и массивов, включает исследование закономерностей деформирования, накопления повреждений и разрушения горных пород; разработка теорий, критериев, способов и технических средств механического, взрывного, гидравлического, теплового, электрофизического и комбинированного воздействия на горные породы и массивы.

- Физические процессы взрывного разрушения горных пород, включая исследование распространения волн напряжений, образования и развития трещин, дробления и перемещения горной массы при взрыве; установление закономерностей взаимодействия заряда взрывчатого вещества с массивом; управление действием взрыва и его энергетическими параметрами; исследование сейсмического воздействия взрывов на массив, горные выработки, здания и сооружения.

- Рудничная аэрогазодинамика, включая исследование закономерностей движения воздуха, газов и газоздушных смесей в горных выработках, выработанном пространстве и породных массивах; формирование и изменение вентиляционных потоков; процессы газовыделения, переноса и рассеивания вредных примесей; разработка методов расчёта, регулирования и управления вентиляционными системами шахт, рудников и карьеров.

- Газодинамические процессы и безопасность рудничной атмосферы, включая исследование процессов выделения, фильтрации, миграции и накопления газов в горных породах и выработках; закономерностей формирования опасных газодинамических состояний; методов прогнозирования, предупреждения и контроля газодинамических явлений, пылегазового и аэрологического режима горных предприятий.

- Горная теплофизика, включая исследование тепловых процессов в горных породах, породных массивах, горных выработках и подземных сооружениях; формирование температурных полей; теплообмен между массивом, рудничным воздухом, оборудованием и другими источниками тепловыделений; разработка методов прогнозирования и регулирования теплового режима горных предприятий.

- Процессы тепло- и массопереноса в геосредах, включая исследование теплопроводности, конвективного теплообмена, фильтрации и диффузии жидкостей и газов в пористых, трещиноватых и нарушенных массивах; взаимосвязи тепловых, фильтрационных и геомеханических процессов при разработке месторождений и строительстве подземных сооружений.

- Экспериментальные исследования геомеханических, аэрогазодинамических и теплофизических процессов, включая разработку и применение лабораторных, стендовых и натурных методов исследования свойств и состояния горных пород и массивов, процессов их деформирования и разрушения, параметров воздушных и газовых потоков, тепловых и массообменных процессов; совершенствование измерительных методов и средств контроля.

- Математическое и численное моделирование процессов освоения недр, включая разработку физических, математических и численных моделей геомеханических, динамических, аэрогазодинамических и теплофизических процессов; применение аналитических и численных методов для прогнозирования состояния массивов и параметров горнотехнических систем; сопоставление результатов моделирования с экспериментальными и натурными данными.

- Геомеханический, геофизический и комплексный мониторинг, включая разработку методов и систем наблюдения за изменением состояния горных пород и горнотехнических объектов; применение геодезических, геофизических, сейсмических, сейсмоакустических, деформационных и других методов контроля; обработка и интерпретация мониторинговой информации для прогноза опасных процессов.

- Цифровые методы исследования и прогнозирования, включая применение современных информационных технологий, автоматизированных измерительных систем, геоинформационных технологий, цифровых моделей и методов обработки экспериментальных и мониторинговых данных при исследовании и прогнозировании геомеханических, аэрогазодинамических и теплофизических процессов.

2.3. Отрасль науки

Научная специальность: 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Группа научных специальностей: 2.8 «Недропользование и горные науки».

Отрасль науки, по которой присуждаются учёные степени: технические науки.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРОГРАММЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительный экзамен в аспирантуру по научной специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» проводится с целью определения уровня фундаментальной, профессиональной и научно-исследовательской подготовки поступающего, а также его готовности к освоению программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре и выполнению самостоятельного диссертационного исследования.

Содержание вступительного испытания направлено на оценку знаний поступающего в области геомеханики, физики и разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики, а также способности применять современные методы теоретических, экспериментальных, натурных и расчетных исследований при решении научных и инженерных задач горного производства.

3.1. Требования к знаниям поступающего

Поступающий должен знать:

- основные закономерности формирования, изменения и проявления физических и физико-механических свойств горных пород и породных массивов;
- закономерности формирования и изменения напряженно-деформированного состояния массивов горных пород в естественных условиях и при ведении горных работ;
- физические основы деформирования, разрушения, трещинообразования и реологического поведения горных пород;
- основные критерии прочности, устойчивости и предельного состояния горных пород и породных массивов;
- закономерности проявления горного давления при открытой и подземной разработке месторождений полезных ископаемых;
- физическую природу динамических проявлений горного давления, горных ударов, сейсмоакустических явлений, природной и техногенной сейсмичности;
- основные закономерности распространения упругих и сейсмических волн в горных породах и породных массивах;
- физические основы механического, взрывного, гидравлического, теплового, электрофизического и комбинированного разрушения горных пород;
- основные закономерности взрывного разрушения, дробления и перемещения горной массы, а также сейсмического воздействия взрывов;
- физические основы движения воздуха и газов в горных выработках, закономерности формирования вентиляционных потоков и принципы управления вентиляцией горных предприятий;

- основные закономерности газовыделения, фильтрации и переноса газов в горных породах и выработках;
- основы тепло- и массопереноса в горных породах, массивах, горных выработках и подземных сооружениях;
- методы лабораторного и натурного определения физических, механических, деформационных и прочностных характеристик горных пород;
- современные методы геомеханического, геофизического, сейсмического и сейсмоакустического мониторинга состояния породного массива;
- основные методы математического и численного моделирования геомеханических, динамических, аэрогазодинамических и теплофизических процессов;
- принципы планирования эксперимента, обработки, анализа и интерпретации результатов научных исследований;
- основные принципы обеспечения геомеханической, аэрологической и динамической безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых.

3.2. Требования к умениям поступающего

Поступающий должен уметь:

- анализировать горно-геологические и горнотехнические условия разработки месторождений с позиции, происходящих в породном массиве физических и геомеханических процессов;
- устанавливать причинно-следственные связи между свойствами горных пород, структурой массива, внешними воздействиями и характером протекающих геомеханических процессов;
- анализировать напряженно-деформированное состояние массива и оценивать факторы, определяющие устойчивость горных выработок, подземных сооружений, уступов и бортов карьеров;
- выбирать методы лабораторных, натурных и расчетных исследований в соответствии с поставленной научной или инженерной задачей;
- формировать физическую и расчетную схему исследуемого процесса, определять основные параметры, начальные и граничные условия;
- использовать основные аналитические и численные подходы для исследования геомеханических, аэрогазодинамических и теплофизических процессов;
- анализировать результаты экспериментальных и расчетных исследований, оценивать их достоверность и физическую обоснованность;
- интерпретировать данные геомеханического и геофизического мониторинга;
- сопоставлять результаты теоретических, экспериментальных, численных и натурных исследований;
- обосновывать выбор способов управления состоянием породного массива и мероприятий по снижению геомеханических и динамических рисков;
- работать с научной, технической и нормативной литературой по направлению предполагаемого диссертационного исследования;
- аргументированно излагать результаты анализа научной проблемы в устной и письменной форме.

3.3. Требования к научно-исследовательской подготовке

Поступающий должен продемонстрировать способность к самостоятельному научному мышлению и понимание основных принципов организации научного исследования.

В ходе вступительного испытания поступающий должен быть способен:

- сформулировать научную проблему в предполагаемой области диссертационного исследования;
- определить объект и предмет исследования;
- обосновать актуальность выбранного направления;
- сформулировать цель и основные задачи предполагаемого исследования;
- предложить рабочую научную гипотезу или исследовательскую идею;
- обосновать выбор теоретических, экспериментальных, натурных и расчетных методов исследования;

- определить основные контролируемые и расчетные параметры исследуемого процесса;
- объяснить предполагаемую связь между исходными воздействиями, состоянием исследуемой системы и ожидаемым результатом;
- провести критический анализ научных публикаций по выбранной проблематике;
- выявить недостаточно исследованные вопросы и сформулировать направление дальнейшего исследования;
- представить предполагаемые научные и практические результаты работы;
- аргументированно отвечать на вопросы экзаменационной комиссии и вести научную дискуссию.

3.4. Методические рекомендации по подготовке к вступительному экзамену

Подготовку к вступительному экзамену рекомендуется осуществлять последовательно, начиная с повторения фундаментальных положений физики горных пород, механики горных пород и массивов, геомеханики, процессов разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики.

Особое внимание следует уделять пониманию физической сущности рассматриваемых процессов, условий применимости используемых моделей и методов, а также взаимосвязи между свойствами горных пород, состоянием массива и технологическими воздействиями.

При изучении геомеханических процессов необходимо рассматривать породный массив как сложную неоднородную, структурно нарушенную и изменяющуюся во времени систему, состояние которой определяется совокупным воздействием природных, геологических, геодинамических и техногенных факторов.

При подготовке по разделу разрушения горных пород необходимо знать не только технологические параметры разрушения, но и физические механизмы формирования и развития трещин, передачи энергии, дробления и перемещения горной массы.

При подготовке по рудничной аэрогазодинамике и горной теплофизике следует уделять внимание физическим закономерностям движения воздуха и газов, тепло- и массопереноса, формированию вентиляционного и теплового режима горных предприятий, а также методам их расчета, контроля и регулирования.

Поступающему рекомендуется ознакомиться с современными методами математического и численного моделирования, геомеханического и геофизического мониторинга, автоматизированного сбора и обработки данных. При этом от поступающего требуется прежде всего понимание физических основ и области применимости соответствующих методов, а не владение каким-либо конкретным программным комплексом.

При подготовке к экзамену особое внимание необходимо уделить предполагаемой теме диссертационного исследования. Поступающий должен быть готов кратко представить научную проблему, обосновать ее актуальность, сформулировать цель и задачи исследования, охарактеризовать существующее состояние изученности вопроса и предложить методы решения поставленных задач.

4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

Вступительный экзамен в аспирантуру по научной специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» проводится в соответствии с действующими правилами приема в аспирантуру Кыргызско-Российского Славянского университета имени первого Президента Российской Федерации Б. Н. Ельцина и локальными нормативными актами Университета.

Целью вступительного экзамена является комплексная оценка уровня фундаментальной и профессиональной подготовки поступающего, его способности применять полученные знания при анализе научных и инженерных задач, а также готовности к самостоятельной научно-исследовательской деятельности по выбранной научной специальности.

4.1. Содержание вступительного экзамена

Содержание вступительного экзамена определяется паспортом научной специальности 2.8.6 и настоящей программой и включает следующие основные тематические разделы:
Геомеханика.

**Разрушение горных пород.
Рудничная аэрогазодинамика.
Горная теплофизика.**

Вопросы вступительного экзамена охватывают фундаментальные положения соответствующих областей горных наук, современные методы исследования, моделирования и мониторинга, а также вопросы прогнозирования и управления физическими и геомеханическими процессами при освоении недр.

Особое внимание при проведении вступительного экзамена уделяется пониманию поступающим физической сущности рассматриваемых процессов, способности устанавливать причинно-следственные связи, выбирать методы исследования и аргументированно применять теоретические положения для решения научных и инженерных задач.

4.2. Форма проведения вступительного экзамена

Вступительный экзамен проводится в форме, установленной действующими правилами приема и локальными нормативными актами КРСУ.

При проведении экзамена в устной форме поступающий получает экзаменационный билет, содержащий три вопроса, сформированных на основе перечня вопросов настоящей программы.

Содержание экзаменационного билета должно обеспечивать комплексную проверку подготовки поступающего и включать вопросы, позволяющие оценить:

- фундаментальные знания по научной специальности;
- понимание физических механизмов и закономерностей исследуемых процессов;
- способность применять теоретические положения и методы исследования при решении научных и инженерных задач;
- готовность поступающего к научно-исследовательской деятельности.

Экзаменационные билеты формируются и утверждаются кафедрой в установленном Университетом порядке.

4.3. Научно-исследовательская составляющая вступительного испытания

В ходе вступительного испытания поступающий должен быть готов представить предполагаемое направление диссертационного исследования и продемонстрировать понимание научной проблематики выбранной области.

При обсуждении предполагаемого исследования поступающему рекомендуется раскрыть:

- актуальность выбранного научного направления;
- степень изученности рассматриваемой проблемы;
- предполагаемые объект и предмет исследования;
- цель и основные задачи исследования;
- предполагаемые методы исследования;
- ожидаемые научные и практические результаты.

Обсуждение предполагаемого направления исследования предназначено для оценки способности поступающего формулировать научную проблему, анализировать современное состояние ее изученности, аргументировать выбор методов исследования и вести профессиональную научную дискуссию.

4.4. Реферат по предполагаемой теме диссертационного исследования

В случае если представление реферата предусмотрено действующими правилами приема или иными локальными нормативными актами КРСУ, поступающий представляет реферат по предполагаемой теме диссертационного исследования.

Реферат должен носить преимущественно аналитический, а не описательный характер и отражать способность поступающего самостоятельно работать с научной литературой, систематизировать результаты ранее выполненных исследований, выявлять существующие научные проблемы и формулировать возможные направления их решения.

Рекомендуемая структура реферата:

Введение, включающее обоснование актуальности рассматриваемой проблемы, постановку научной проблемы, определение объекта и предмета анализа.

Основная часть, содержащая аналитический обзор отечественных и зарубежных исследований по рассматриваемой проблематике, сопоставление существующих научных подходов, методов и результатов, выявление недостаточно изученных вопросов.

Перспективные направления исследования, содержащие предполагаемую цель, основные задачи, рабочую гипотезу или исследовательскую идею и возможные методы дальнейшего исследования.

Заключение, включающее основные выводы по результатам проведенного анализа.

Список использованных источников, оформленный в соответствии с установленными требованиями.

Требования к объему, оформлению и порядку представления реферата устанавливаются действующими правилами приема и (или) локальными нормативными актами КРСУ.

При наличии у поступающего научных публикаций по предполагаемому направлению диссертационного исследования порядок их учета вместо реферата определяется действующими правилами приема в аспирантуру КРСУ.

4.5. Порядок проведения устного экзамена

После получения экзаменационного билета поступающему предоставляется время для подготовки ответа в соответствии с установленным порядком проведения вступительных испытаний.

В процессе ответа поступающий должен:

- раскрыть содержание поставленного вопроса;
- корректно использовать научную и профессиональную терминологию;
- объяснить физическую сущность рассматриваемого процесса или явления;
- при необходимости привести основные зависимости, расчетные схемы, классификации или критерии;
- показать взаимосвязь теоретических положений с практическими задачами горного производства;
- продемонстрировать знание современных методов исследования соответствующих процессов;
- аргументированно отвечать на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

Члены экзаменационной комиссии вправе задавать дополнительные и уточняющие вопросы в пределах настоящей программы.

4.6. Оценивание результатов вступительного экзамена

Результаты вступительного экзамена оцениваются в соответствии с системой оценивания, установленной действующими правилами приема в аспирантуру КРСУ.

При выставлении оценки учитываются:

- полнота и правильность ответа;
- глубина понимания физических закономерностей;
- системность профессиональных знаний;
- способность устанавливать взаимосвязи между отдельными процессами и явлениями;
- умение применять теоретические знания при анализе конкретных научных и инженерных задач;
- знание современных методов исследований;
- самостоятельность и аргументированность суждений;
- уровень научного мышления и готовность к исследовательской деятельности;
- качество профессиональной устной речи и корректность использования научной терминологии.

Подробные критерии выставления оценок устанавливаются в разделе 6 настоящей программы.

5. Вопросы к вступительному экзамену

Раздел 1. Геомеханика

1. Физико-механические свойства горных пород и массивов

1. Горная порода и породный массив как объекты геомеханических исследований. Основные особенности строения и состояния массива горных пород.
2. Классификация физических и физико-механических свойств горных пород.
3. Плотностные, пористостные и структурные характеристики горных пород. Методы их определения.
4. Упругие свойства горных пород. Модуль упругости, модуль сдвига, коэффициент Пуассона и их физический смысл.
5. Прочностные характеристики горных пород. Прочность при сжатии, растяжении и сдвиге.
6. Деформационные характеристики горных пород и массивов. Полные диаграммы деформирования.
7. Реологические свойства горных пород. Ползучесть, релаксация напряжений и длительная прочность.
8. Трещиноватость, слоистость, анизотропия и неоднородность массива горных пород и их влияние на его механические свойства.
9. Масштабный эффект в механике горных пород. Соотношение свойств образца и породного массива.
10. Влияние влажности, температуры, давления и других физических факторов на свойства горных пород.

2. Напряженно-деформированное состояние массива

11. Естественное напряженное состояние массива горных пород. Основные факторы его формирования.
12. Гравитационные и тектонические напряжения в массиве горных пород.
13. Компоненты напряжений и деформаций. Главные и касательные напряжения.
14. Методы определения природных напряжений в массиве горных пород.
15. Изменение напряженно-деформированного состояния массива при проведении горных выработок.
16. Концентрация напряжений в окрестности горных выработок.
17. Зоны нарушенного, предельного и запредельного состояния пород вокруг горных выработок.
18. Критерии прочности и разрушения горных пород. Основные условия их применения.
19. Устойчивость массива горных пород и основные факторы, определяющие ее.
20. Геомеханические условия устойчивости подземных горных выработок.

3. Горное давление и управление состоянием массива

21. Понятие горного давления. Формы и закономерности его проявления.
22. Горное давление в очистных и подготовительных выработках.
23. Взаимодействие крепи с массивом горных пород.
24. Основные виды крепи горных выработок и геомеханические принципы выбора параметров крепления.
25. Управление горным давлением при подземной разработке месторождений.
26. Сдвижение горных пород и земной поверхности под влиянием горных разработок.
27. Зоны сдвижения и деформации массива. Основные параметры процесса сдвижения.
28. Геомеханические процессы при открытой разработке месторождений.
29. Устойчивость уступов, бортов карьеров, разрезов и отвалов.
30. Основные методы расчета и прогнозирования устойчивости откосов.

4. Динамическая геомеханика и геодинамика

31. Динамические проявления горного давления и их классификация.
32. Горные удары: физическая сущность, условия возникновения и основные признаки удароопасности.
33. Механизмы накопления и высвобождения упругой энергии в массиве горных пород.
34. Методы прогноза и предупреждения горных ударов.
35. Природная и техногенная сейсмичность при освоении недр.
36. Влияние сейсмических воздействий на напряженно-деформированное состояние и устойчивость массива горных пород.

- 37. Упругие волны в горных породах. Продольные и поперечные волны, основные параметры их распространения.
- 38. Сейсмические и сейсмоакустические методы исследования состояния массива горных пород.
- 39. Акустическая и сейсмоакустическая эмиссия как показатель процессов деформирования и разрушения пород.
- 40. Геодинамическое районирование территорий и его значение для безопасного освоения недр.

5. Исследование, моделирование и мониторинг геомеханических процессов

- 41. Лабораторные методы исследования физических и механических свойств горных пород.
- 42. Натурные методы исследования состояния массива горных пород.
- 43. Геомеханический мониторинг: цели, задачи, контролируемые параметры и методы наблюдений.
- 44. Геофизические методы контроля состояния массива горных пород.
- 45. Физическое моделирование геомеханических процессов.
- 46. Математическое моделирование в геомеханике. Основные этапы построения модели.
- 47. Аналитические и численные методы решения геомеханических задач.
- 48. Метод конечных элементов в задачах геомеханики: физические основы, возможности и ограничения.
- 49. Методы моделирования трещиноватых и блочных массивов горных пород.
- 50. Обработка и интерпретация результатов экспериментальных и натурных геомеханических исследований.
- 51. Цифровые технологии и автоматизированные системы геомеханического мониторинга.
- 52. Принципы прогнозирования геомеханических процессов и оценки геомеханического риска.

Раздел 2. Разрушение горных пород

- 53. Физические основы разрушения горных пород.
- 54. Стадии деформирования, трещинообразования и разрушения горных пород.
- 55. Хрупкое, пластическое и квазихрупкое разрушение горных пород.
- 56. Энергетические представления о процессе разрушения горных пород.
- 57. Механические способы разрушения горных пород.
- 58. Взрывное разрушение горных пород. Основные физические процессы при взрыве заряда в массиве.
- 59. Распространение волн напряжений при взрыве в горных породах.
- 60. Зоны действия взрыва в массиве горных пород.
- 61. Формирование и развитие трещин при взрывном разрушении.
- 62. Основные свойства промышленных взрывчатых веществ, определяющие эффективность разрушения пород.
- 63. Конструкция и параметры зарядов взрывчатых веществ.
- 64. Скважинные и шпуровые заряды. Области их применения.
- 65. Основные параметры буровзрывных работ при открытой разработке месторождений.
- 66. Основные параметры буровзрывных работ при подземной разработке месторождений.
- 67. Качество дробления горной массы и основные факторы, влияющие на гранулометрический состав.
- 68. Сейсмическое действие массовых взрывов и методы его оценки.
- 69. Воздействие взрывов на горные выработки, здания, сооружения и породный массив.
- 70. Методы снижения негативного сейсмического воздействия взрывных работ.
- 71. Контурное и щадящее взрывание и его геомеханическое значение.
- 72. Невзрывные и комбинированные методы разрушения горных пород.

Раздел 3. Рудничная аэрогазодинамика

- 73. Рудничная атмосфера: состав, основные параметры и требования к состоянию воздушной среды горных выработок.
- 74. Основные законы движения воздуха в горных выработках.
- 75. Аэродинамическое сопротивление горных выработок.
- 76. Потери давления при движении воздуха по горным выработкам.

77. Естественная тяга и ее влияние на проветривание горных предприятий.
78. Вентиляционные сети и основные методы их расчета.
79. Последовательное, параллельное и диагональное соединение горных выработок в вентиляционной сети.
80. Вентиляторы главного и местного проветривания. Основные характеристики и режимы работы.
81. Проветривание подготовительных и тупиковых горных выработок.
82. Проветривание очистных участков и камер.
83. Вентиляция рудных шахт и рудников.
84. Особенности вентиляции угольных шахт.
85. Естественная и искусственная вентиляция карьеров.
86. Газовыделение в горных выработках. Основные источники и закономерности.
87. Фильтрация и миграция газов в трещиновато-пористых породных массивах.
88. Перенос и рассеивание газообразных примесей в вентиляционных потоках.
89. Рудничная пыль: образование, перенос и методы контроля.
90. Газодинамические явления в горных породах и выработках.
91. Методы контроля параметров рудничной атмосферы.
92. Математическое и компьютерное моделирование вентиляционных и газодинамических процессов.

Раздел 4. Горная теплофизика

93. Предмет, основные задачи и методы горной теплофизики.
94. Теплофизические свойства горных пород и методы их определения.
95. Температурное поле массива горных пород.
96. Основные законы теплопроводности применительно к горным породам и массивам.
97. Теплообмен между горным массивом и рудничным воздухом.
98. Источники тепловыделений в подземных горных выработках.
99. Формирование теплового режима глубоких шахт и рудников.
100. Тепловой режим подземных сооружений.
101. Конвективный теплообмен в горных выработках.
102. Тепло- и массоперенос в пористых и трещиноватых горных породах.
103. Совместные процессы фильтрации, теплообмена и массопереноса в породном массиве.
104. Влияние влажности горных пород и воздуха на тепловой режим горных выработок.
105. Неизотермическое движение воздуха в горных выработках.
106. Тепловая депрессия и ее влияние на вентиляцию шахт и рудников.
107. Методы прогнозирования температурных условий в глубоких горных выработках.
108. Нормализация тепловых условий и способы регулирования микроклимата глубоких шахт и рудников.
109. Искусственное охлаждение рудничного воздуха и основные принципы шахтного кондиционирования.
110. Методы экспериментального исследования теплофизических процессов в горных породах и горных выработках.
111. Математическое моделирование тепло- и массопереноса в горных породах и горных выработках.
112. Взаимосвязь геомеханических, фильтрационных и теплофизических процессов при освоении недр.

6. Критерии оценки знаний

Оценка *«отлично»* – ясный, точный, уверенный и исчерпывающий ответ на вопросы экзаменационного билета. Теоретический материал освоен не менее чем на 90%;

Оценка *«хорошо»* – ясный, точный и уверенный ответ на вопросы билета, требующий несущественных дополнений (ответ на 1-2 уточняющих вопроса в целом по билету). Теоретический материал освоен не менее чем на 80-90%;

Оценка «**удовлетворительно**» – ответ на вопросы билета, требующий существенных дополнений (ответ на 2-4 уточняющих вопроса в целом по билету), при условии раскрытия основного содержания. Теоретический материал освоен не менее чем на 60%;

Оценка «**неудовлетворительно**» - отсутствие ответа на вопросы билета; ответ только на один из вопросов; попытка ответа на оба вопроса без раскрытия основного содержания; подмена ответа на вопросы экзаменационного билета ответом на смежные вопросы (относящиеся к тем же темам); несанкционированный доступ к учебным материалам. Теоретический материал освоен менее чем на 50%.

7. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

7.1. Основная литература

1. Абдиев А. Р., Мамбетов Ш. А., Мамбетова Р. Ш. Основы геомеханики : учебник. — Бишкек : КРСУ, 2020. — 345 с.
2. Баклашов И. В. Геомеханика : учебник : в 2 т. Т. 1. Основы геомеханики. — М. : Изд-во МГГУ, 2004.
3. Баклашов И. В. Геомеханика : учебник : в 2 т. Т. 2. Геомеханические процессы. — М. : Изд-во МГГУ, 2004.
4. Боровков Ю. А. Геомеханика : учебник. — СПб. : Лань, 2020. — 356 с.
5. Каспарьян Э. В., Козырев А. А., Иофис М. А., Макаров А. Б. Геомеханика : учебное пособие. — М. : Высшая школа, 2006. — 503 с.
6. Мамбетов Ш. А. Геомеханика в примерах и задачах : учебное пособие. — Бишкек : КРСУ, 2021. — 172 с.
7. Несмеянова Ю. Б. Геомеханические процессы при подземных разработках : практикум. — М. : Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2020. — 40 с.
8. Певзнер М. Е., Иофис М. А., Попов В. Н. Геомеханика : учебник. — М. : Изд-во МГГУ, 2005.
9. Ставрогин А. Н., Протосеня А. Г. Механика деформирования и разрушения горных пород. — М. : Недра, 1992.
10. Кутузов Б. Н. Методы ведения взрывных работ. Ч. 1. Разрушение горных пород взрывом. — М. : Горная книга, 2007.
11. Кутузов Б. Н. Методы ведения взрывных работ. Ч. 2. Взрывные работы в горном деле и промышленности. — М. : Горная книга, 2008.
12. Орленко Л. П. Физика взрыва : в 2 т. — М. : Физматлит, 2002.
13. Ушаков К. З., Бурчаков А. С., Пучков Л. А., Медведев И. И. Аэрология горных предприятий : учебник для вузов. — М. : Недра, 1987.
14. Шевченко Л. А. Аэрология горных предприятий : учебное пособие. — Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, 2020.
15. Янченко Г. А. Горная теплофизика. Основы технической термодинамики. Ч. 1 : учебное пособие. — М. : Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2020. — 147 с.
16. Кузнецов П. Ю. Горная теплофизика : учебное пособие. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2017. — 126 с.

7.2. Дополнительная литература

Геомеханика, физика и механика горных пород

17. Баклашов И. В. Деформирование и разрушение породных массивов. — М. : Недра, 1988.
18. Баклашов И. В., Картозия Б. А. Механика подземных сооружений и конструкции крепей. — М. : Недра, 1984.
18. Борисов А. А. Механика горных пород и массивов. — М. : Недра, 1980.
19. Булычев Н. С. Механика подземных сооружений. — М. : Недра, 1994.
20. Курленя М. В., Опарин В. Н. Проблемы нелинейной геомеханики. Ч. I. — Новосибирск : Изд-во СО РАН, 1999.
21. Курленя М. В., Опарин В. Н. Проблемы нелинейной геомеханики. Ч. II. — Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2000.

22. Проскуряков Н. М. Управление состоянием массива горных пород. — М. : Недра, 1991.
23. Родионов В. Н., Сизов И. А., Цветков В. М. Основы геомеханики. — М. : Недра, 1986.
24. Трубецкой К. Н., Иофис М. А., Есина Е. Н. Геомеханическое обеспечение освоения недр. — М. : Наука, 2002.
25. Рыльникова М. В., Зотеев О. В. Геомеханика : учебное пособие. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2007.

Разрушение горных пород

26. Ханукаев А. Н. Физические процессы при отбойке горных пород взрывом. — М. : Недра, 1974.
27. Станюкович К. П. Неустановившиеся движения сплошной среды. — М. : Наука, 1971.
28. Справочник по буровзрывным работам / под ред. М. Ф. Друкованного. — М. : Недра, 1976.
29. Покровский Г. И. Взрыв. — М. : Недра, 1980.

Рудничная аэрогазодинамика

30. Абрамов Ф. А. Рудничная аэрогазодинамика. — М. : Недра, 1972.
31. Абрамов Ф. А., Тяп Р. Б., Потемкин В. Я. Расчет вентиляционных сетей шахт и рудников. — М. : Недра, 1978.
32. Рудничная вентиляция : справочник / К. З. Ушаков, В. А. Бойко, И. В. Сергеев [и др.] ; под ред. К. З. Ушакова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Недра, 1988. — 440 с.
33. Пучков Л. А. Аэродинамика подземных выработанных пространств. — М. : Изд-во МГГУ, 1993.
34. Клебанов Ф. С. Воздушные струи в вентиляции шахт. — М. : Недра, 1974.
35. Битколов Н. З., Медведев И. И. Аэрология карьеров. — М. : Недра, 1992.

Горная теплофизика

36. Дядькин Ю. Д. Основы горной теплофизики. — М. : Недра, 1968. — 256 с.
37. Лыков А. В. Теория теплопроводности. — М. : Высшая школа, 1967.
38. Лыков А. В. Тепломассообмен : справочник. — М. : Энергия, 1978.
39. Кравченко В. Т., Шувалов Ю. В. Тепловой режим глубоких рудников. — М. : Недра, 1993. — 158 с.
40. Шувалов Ю. В. Регулирование теплового режима шахт и рудников Севера. — Л. : Изд-во ЛГУ, 1988. — 196 с.
41. Галкин А. Ф. Тепловой режим подземных сооружений Севера. — Новосибирск : Наука, 2000. — 304 с.

7.3. Нормативные и информационные источники

42. Паспорт научной специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».
43. Действующие нормативные правовые акты Российской Федерации и Кыргызской Республики в области промышленной безопасности, охраны труда и безопасного ведения горных работ.
44. Действующие правила безопасности при ведении горных, буровзрывных и иных работ, связанных с освоением недр.
45. Действующие государственные и межгосударственные стандарты по определению физических, механических, прочностных и деформационных свойств горных пород.
46. Действующие нормативные документы по проектированию, эксплуатации и контролю вентиляции шахт, рудников и других горных объектов.
47. Нормативные и методические документы по геомеханическому, геофизическому, сейсмическому и сейсмоакустическому мониторингу состояния массивов горных пород.

7.4. Электронные научные ресурсы

При подготовке к вступительному экзамену рекомендуется использовать современные научные публикации, монографии, материалы научных конференций и обзоры,

соответствующие научной специальности 2.8.6, опубликованные преимущественно за последние 5–10 лет.

Для поиска научной литературы рекомендуется использовать:

- Российскую государственную библиотеку;
- Национальную электронную библиотеку;
- электронные библиотечные системы, доступные обучающимся и поступающим КРСУ;
- научные электронные библиотеки и библиографические базы данных;
- Scopus;
- Web of Science;
- Российский индекс научного цитирования;
- электронные ресурсы Российской академии наук и профильных научно-исследовательских институтов;
- электронные ресурсы Кыргызско-Российского Славянского университета;
- электронные ресурсы Национальной академии наук Кыргызской Республики.

При использовании электронных ресурсов предпочтение следует отдавать рецензируемым научным публикациям, официальным нормативным документам, монографиям, учебникам и учебным пособиям профильных научных и образовательных организаций.

8. РАЗРАБОТЧИКИ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Руководитель ОПОП:

Абдурахмонов Гуломжон Азамович, к.г.-м.н., доцент,

заведующий кафедрой физические процессы горного производства КРСУ



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ
к вступительному экзамену в аспирантуру
Научная специальность: 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная
аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Билет № 1

1. Горная порода и породный массив как объекты геомеханических исследований. Основные особенности строения и состояния массива горных пород.
2. Физические основы разрушения горных пород.
3. Рудничная атмосфера: состав, основные параметры и требования к состоянию воздушной среды горных выработок.

Билет № 2

1. Физические и физико-механические свойства горных пород. Их классификация и методы определения.
2. Стадии деформирования, трещинообразования и разрушения горных пород.
3. Теплофизические свойства горных пород и методы их определения.

Билет № 3

1. Упругие, деформационные и прочностные характеристики горных пород и их физический смысл.
2. Взрывное разрушение горных пород. Основные физические процессы при взрыве заряда в массиве.
3. Основные законы движения воздуха в горных выработках. Аэродинамическое сопротивление выработок.

Билет № 4

1. Реологические свойства горных пород. Ползучесть, релаксация напряжений и длительная прочность.
2. Энергетические представления о процессе разрушения горных пород.
3. Температурное поле массива горных пород и основные факторы его формирования.

Билет № 5

1. Трещиноватость, слоистость, анизотропия и неоднородность массива и их влияние на механические свойства горных пород.
2. Распространение волн напряжений при взрыве в горных породах. Зоны действия взрыва.
3. Вентиляционные сети и основные методы их расчета.

Билет № 6

1. Масштабный эффект в механике горных пород. Соотношение свойств образца и породного массива.
2. Механические, взрывные и комбинированные методы разрушения горных пород.
3. Теплообмен между горным массивом и рудничным воздухом.

Билет № 7

1. Естественное напряженное состояние массива горных пород. Гравитационные и тектонические напряжения.
2. Формирование и развитие трещин при разрушении горных пород.
3. Вентиляторы главного и местного проветривания. Основные характеристики и режимы работы.

Билет № 8

1. Методы определения природных напряжений в массиве горных пород.
2. Основные свойства промышленных взрывчатых веществ, определяющие эффективность разрушения пород.
3. Источники тепловыделений и формирование теплового режима глубоких шахт и рудников.

Билет № 9

1. Изменение напряженно-деформированного состояния массива при проведении горных выработок. Концентрация напряжений.
2. Конструкция и основные параметры зарядов взрывчатых веществ.
3. Проветривание подготовительных и тупиковых горных выработок.

Билет № 10

1. Критерии прочности и разрушения горных пород. Основные условия их применения.
2. Основные параметры буровзрывных работ при подземной разработке месторождений.
3. Тепло- и массоперенос в пористых и трещиноватых горных породах.

Билет № 11

1. Понятие горного давления. Формы и закономерности его проявления.
2. Основные параметры буровзрывных работ при открытой разработке месторождений.
3. Проветривание очистных участков и камер.

Билет № 12

1. Взаимодействие крепи с массивом горных пород. Геомеханические принципы выбора параметров крепления.
2. Качество дробления горной массы и основные факторы, влияющие на гранулометрический состав.
3. Неизотермическое движение воздуха в горных выработках.

Билет № 13

1. Управление горным давлением при подземной разработке месторождений.
2. Сейсмическое действие массовых взрывов и методы его оценки.
3. Вентиляция рудных шахт и рудников.

Билет № 14

1. Сдвигание горных пород и земной поверхности под влиянием горных разработок. Зоны и основные параметры процесса сдвижения.
2. Воздействие взрывов на горные выработки, здания, сооружения и породный массив. Методы снижения сейсмического воздействия.
3. Тепловая депрессия и ее влияние на вентиляцию шахт и рудников.

Билет № 15

1. Геомеханические процессы при открытой разработке месторождений. Устойчивость уступов и бортов карьеров.
2. Контурное и шадящее взрывание и его геомеханическое значение.
3. Естественная и искусственная вентиляция карьеров.

Билет № 16

1. Динамические проявления горного давления и их классификация.
2. Хрупкое, пластическое и квазихрупкое разрушение горных пород.
3. Газовыделение в горных выработках: источники и основные закономерности.

Билет № 17

1. Горные удары: физическая сущность, условия возникновения и основные признаки удароопасности.
2. Механизмы накопления и высвобождения упругой энергии при деформировании и разрушении горных пород.
3. Фильтрация и миграция газов в трещиновато-пористых породных массивах.

Билет № 18

1. Методы прогноза и предупреждения горных ударов.
2. Невзрывные и комбинированные методы разрушения горных пород.
3. Рудничная пыль: образование, перенос и методы контроля.

Билет № 19

1. Природная и техногенная сейсмичность при освоении недр. Влияние сейсмических воздействий на состояние породного массива.
2. Лабораторные методы исследования физических, деформационных и прочностных свойств горных пород.
3. Газодинамические процессы и явления в горных породах и горных выработках.

Билет № 20

1. Упругие волны в горных породах. Продольные и поперечные волны и основные параметры их распространения.
2. Физическое и математическое моделирование процессов деформирования и разрушения горных пород.
3. Методы прогнозирования температурных условий в глубоких горных выработках.

Билет № 21

1. Сейсмические и сейсмоакустические методы исследования состояния массива горных пород. Акустическая эмиссия.
2. Геомеханический мониторинг: цели, задачи, контролируемые параметры и методы наблюдений.
3. Методы контроля параметров рудничной атмосферы.

Билет № 22

1. Геодинамическое районирование территорий и его значение для безопасного освоения недр.
2. Математическое моделирование в геомеханике. Основные этапы построения модели.
3. Нормализация тепловых условий и способы регулирования микроклимата глубоких шахт и рудников.

Билет № 23

1. Натурные и геофизические методы исследования состояния массива горных пород.
2. Аналитические и численные методы решения геомеханических задач. Метод конечных элементов: возможности и ограничения.
3. Математическое и компьютерное моделирование вентиляционных и газодинамических процессов.

Билет № 24

1. Цифровые технологии и автоматизированные системы геомеханического мониторинга.
2. Принципы прогнозирования геомеханических процессов и оценки геомеханического риска.
3. Математическое моделирование тепло- и массопереноса в горных породах и горных выработках.

Билет № 25

1. Современные методы исследования, моделирования и мониторинга геомеханических процессов при освоении недр.
2. Принципы постановки научной задачи и выбора методов экспериментального исследования процессов разрушения горных пород.
3. Взаимосвязь геомеханических, фильтрационных, аэрогазодинамических и теплофизических процессов при освоении недр.