

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Кольский научный центр Российской академии наук»
(ФИЦ КНЦ РАН)

Утверждаю
Заместитель председателя ФИЦ КНЦ РАН
по научно-инновационной деятельности,
Д. Г.-М. Н.



Г.Ю. Иванюк

«03» апреля 2018 г.

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

образовательная программа высшего образования – программа подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации **21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых**
(профиль подготовки – **25.00.20 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика**)

Апатиты
2018

1. Назначение и область применения

Настоящий документ содержит программу вступительного испытания для поступления в аспирантуру ФИЦ КНЦ РАН по специальной дисциплине «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» по направлению подготовки 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых, по направленности (профилю) 25.00.20 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика, включающую вопросы к вступительному экзамену, критерии оценки знаний и литературу, необходимую для подготовки к вступительным испытаниям.

2. Нормативные документы

- Приказ Министерства образования и науки России от 12.01.2017 г. № 13 «Об утверждении Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре».
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования по программам специалитета.

3. Термины, определения, сокращения

ФГБУН ФИЦ КНЦ РАН – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук»;

ФГОС ВО – Федеральный образовательный стандарт высшего образования.

4. Общие положения

Целью подготовки по профилю 25.00.20 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика является подготовка научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации для отраслей горного производства и освоения подземного пространства.

Данный профиль охватывает науку, изучающую способы и процессы освоения недр, создающую теоретические основы и инженерные решения эффективной экономически и экологически целесообразной разработки месторождений, строительства и эксплуатации горнодобывающих сооружений и промышленных зданий в разнообразных горно-геологических условиях.

На вступительном экзамене по профилю 25.00.20 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика поступающий в аспирантуру должен продемонстрировать владение знаниями о современных технологиях подземной и открытой разработки месторождений и освоения подземного пространства.

5. Содержание программы

Вступительное испытание в аспирантуру по специальности 25.00.20 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика включает в себя:

1. Устный ответ на 3 вопроса из предлагаемого списка вопросов, в соответствии с предполагаемой областью диссертационного исследования.

5.1. Рекомендуемая структура испытания

Устный ответ на три вопроса из списка вопросов для вступительного испытания.

Беседа с членами экзаменационной комиссии по вопросам, связанным с научным исследованием аспиранта.

Поступающий должен показать знания программного содержания теоретических дисциплин, иметь представление о фундаментальных работах и публикациях периодической печати в избранной области, ориентироваться в проблематике дискуссий и критических

взглядов ведущих ученых по затрагиваемым вопросам, уметь логично излагать материал, показать навыки владения исследовательским аппаратом применительно к области специализации и сфере деятельности, а также продемонстрировать свободное владение материалом, изложенным в реферате.

6. Разделы дисциплины, рассматриваемые в ходе испытания

6.1. Геомеханика

Основные представления о геомеханике как науке о механических явлениях и процессах в земной коре, вызываемых природными и техногенными воздействиями, и ее объекте – массиве горных пород, являющемся частью земной коры.

Понятие о массивах горных пород, их физических состояниях и важнейших физико-механических свойствах, модели массива, в том числе иерархично-блочная модель массива горных пород. Методы определения свойств горных пород. Напряженное состояние горных пород. Особенности деформирования и разрушения горных пород и массивов в условиях объёмного напряженно-деформированного состояния, включая область запредельного деформирования. Устойчивость обнажений пород в горных выработках. Основные гипотезы горного давления. Современные способы обеспечения устойчивости горных выработок. Динамические проявления геомеханических процессов в виде горных ударов и внезапных выбросов; их прогноз и предупреждение. Основные признаки удароопасности и выбросоопасности пород. Геодинамическое районирование.

6.2. Разрушение горных пород

Особенности применения взрыва при открытом и подземном способе разработки месторождения. Классификация взрывчатых веществ (ВВ), средств взрывания и области их эффективного применения. Системы электрического и неэлектрического инициирования зарядов ВВ.

Современные представления о разрушении твердых сред при взрывных нагрузках, физические и механические модели разрушения горных пород взрывом. Распространение волн напряжений в трещиноватых средах и влияние соударений отдельностей на результативность взрыва. Методы анализа законов распределения кусковатости взорванной горной массы, определение размеров среднего куска и показателя равномерности дробления. Методы управления энергией взрыва при выполнении различных видов работы (выброс, перемещение, дробление) в условиях горного предприятия. Методы расчета параметров БВР при взрыве системы скважинных зарядов. Особенности действия взрыва зарядов ВВ в зажатой среде. Оценка результатов взрыва и основные технико-экономические критерии эффективности.

Закономерности формирования и распространения сейсмических волн и ударной воздушной волны при массовых взрывах. Основные экологические проблемы и методы их решения при ведении взрывных работ.

Способы бурения и расширения шпуров и скважин. Вращательное, ударно-вращательное, шарошечное, термическое, электротермическое, электрофизическое, гидравлическое, гидромеханическое и другие комбинированные способы бурения. Влияние основных физико-механических свойств горных пород на показатели бурения и расширения шпуров и скважин, энергоёмкость разрушения. Разрушение негабаритов. Способы, техника и технология взрывного, механического, термического, электротермического, электрофизического разрушения. Механизм разрушения и расчет параметров разрушения каждым из указанных способов.

6.3 Рудничная аэрогазодинамика

Рудничная газодинамика шахт и рудников. Рудничная атмосфера: физические и химические свойства газов. Основные законы аэростатики и аэродинамики применительно к

рудничной атмосфере.

Режимы движения воздуха в шахтах (рудниках). Природа турбулентности. Основные характеристики турбулентности в шахтных вентиляционных потоках. Фильтрационные течения. Критическое число Рейнольдса.

Природа аэродинамических сопротивлений элементов шахтной вентиляционной сети: сопротивление трения, местные и лобовые сопротивления. Закон сопротивления горных выработок, выработанных пространств.

Статика и динамика рудничных вентиляционных систем. Газодинамические процессы в шахтах (рудниках) и их характеристики. Переходные газодинамические процессы в шахтных вентиляционных системах. Основные закономерности аэрогазодинамики тупиковых выработок и камер, выемочных участков, выработанных пространств.

Аэрология карьеров. Состав атмосферы карьеров и предъявляемые к нему требования. Вредные примеси атмосферного воздуха, их свойства, предельно допустимые концентрации. Источники загрязнения атмосферы карьеров пылью и газами, их виды. Методы и средства контроля состояния атмосферы.

Микроклимат карьеров и его влияние на воздухообмен. Основные элементы микроклимата карьеров. Температурная стратификация атмосферы в карьерах. Возникновение воздушных потоков в результате неравномерного распределения тепла по бортам карьера.

Проветривание карьеров за счет энергии ветра. Конвективная схема проветривания (условия возникновения, схемы движения воздуха, скорость и режим движения воздуха, вынос вредностей из карьера). Инверсионная схема движения воздуха (условия возникновения, схемы движения воздуха, Скорость накопления вредностей в карьерном пространстве). Комбинированные схемы проветривания.

Способы и средства нормализации атмосферы карьеров. Создание комфортных условий в кабинах горных и транспортных машин. Пылеулавливание. Нейтрализация вредных газов. Снижение запыленности воздуха при массовых взрывах. Основы проектирования вентиляции карьеров.

6.4. Горная теплофизика

Основы термодинамики горных пород. Термодинамические системы. Термодинамические процессы. Энтальпия и энтропия термодинамических процессов. Термодинамическая вероятность. Фазовые переходы в горных породах. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса. Тепловые свойства твердых тел. Изменение свойств горных пород и минералов в зависимости от температуры.

Тепломассоперенос. Основной закон теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Краевые условия. Критерии подобия в термодинамике. Виды теплоносителей и теплообмена. Пограничный слой и механизм конвективного теплообмена. Определение термодинамических параметров теплоносителей. Методы расчета параметров нагрева твердых тел.

Теплообмен в горных выработках. Требования к тепловому режиму в подземных выработках. Каналы теплообмена человека. Источники тепла в горных выработках. Методы нормализации температурного режима рудничного воздуха.

Промерзание связных пород на открытых разработках. Уравнение колебаний температуры внешней среды. Расчет глубины промерзания. Расчет толщины и свойств теплоизоляционных покрытий с целью полного или частичного предотвращения промерзания пород. Технология получения теплоизоляционных покрытий.

Термическое разрушение горных пород. Разрушение плавлением. Хрупкое термическое разрушение (ХТР). Термическое бурение шпуров и скважин, термическое расширение скважин (техника, технология, режимы и параметры, область применения).

Скважинные геотехнологии добычи полезных ископаемых на основе теплофизики. Подземная выплавка серы (условия применения, тепловой баланс, расчет параметров,

техника и технология).

Подземная газификация твердого топлива (частичная и полная газификация угля, механизм газификации, канал газификации, его формирование и пространственно временные параметры, техника и технология подземной газификации угля).

Термические процессы при подготовке рудного сырья к металлургическому переделу. Обжиг окатышей и брикетов, агломерация руд (механизм спекания, восстановительные и окислительные процессы, расчет параметров нагрева с учетом фазовых переходов и тепловых эффектов, техника и технология).

7. Критерии оценки знаний

1. Знание и понимание важнейших проблем геомеханики и разрушения горных пород.
2. Знание основных научных школ и трудов ведущих учёных в области геомеханики и разрушения.
3. Способность грамотно и чётко излагать свои мысли, формулировать выводы, иметь свою точку зрения по дискуссионным вопросам.
4. Свободное владение терминами, понятиями, фактическим материалом.
5. Демонстрация аналитических способностей, умение находить и обосновывать междисциплинарные связи.
6. Наличие интереса к специальности «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» (знание публикаций по специальности, участие в научных кружках, конференциях, круглых столах и других научных мероприятиях).

8. Основная литература

Литература к разделу 1

1. Баклашов И.В. Геомеханика. Т.1. Основы геомеханики: учебник /И.В.Баклашов. – М.: Изд-во МГГУ, 2004. – 208 с.
2. Баклашов И.В. Геомеханика. Т.2. Геомеханические процессы: учебник /И.В.Баклашов и др. – М.: Изд-во МГГУ, 2004. – 248 с.
3. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. Учеб. для Вузов, - 2-е изд., М., Недра, 1994. – 270 с.
4. Геодинамика массивов и динамика выработок глубоких рудников /В.П.Трушко, А.Г.Протосеня, П.Ф. Матвеев, Х.М.Совмен. - Санкт-Петербургский горн. ин-т. - СПб., 2000. – 296 с.
5. Геомеханика. Учебное пособие / Э.В.Каспарьян, А.А.Козырев, А.Б.Макаров и др. – М.: Высш. шк., 2006. – 503 с.
6. Казикаев Д.М. Геомеханика подземной разработки руд: учебник /Д.М.Казикаев. – М.: Изд-во Моск. горн. ун-та, 2005. – 542 с.
7. Ковалев О.В. Управление состоянием горного массива при подземной разработке пластовых месторождений: лаб. практикум /О.В.Ковалев, И.Ю.Тхориков, С.В.Васильев. - СПб.: Изд-во СПб.ГГТУ, 2003. – 50 с.
8. Механика грунтов. Ч.1. Основы геотехники. Учебник. - М. - СПб., 2000. – 201 с.
9. Певзнер М.Е. Геомеханика: учебник /М.Е.Певзнер, М.А.Иофис, В.Н.Попов. – М.: Изд-во МГГУ, 2005. – 438 с.
10. Посыльный Ю.В. Типовые параметры процесса сдвижения земной поверхности при горных разработках. Учеб. пособие /Ю.В.Посыльный. - Новочеркасск, 2003. – 155 с.
11. Рыльникова М.В. Геомеханика: учеб. пособие /М.В.Рыльникова, О.В.Зотеев. – М.: Изд. дом "Руда и Металлы", 2003. – 240 с.

12. Устойчивость бортов карьеров и отвалов: метод. Пособие / Сост. В.В.Рыбин. – МГТУ. – Мурманск, 2011. – 22 с.
13. Чумичев А.М. Методы и средства контроля свойств и состояния сред. Учебное пособие для студентов горных вузов и факультетов. Ч.1. - М., 1999. – 173 с.

Литература к разделу 2

1. Каркашадзе Г.Г. Механическое разрушение горных пород: учебник /Г.Г.Каркашадзе. - М.: Изд-во МГГУ, 2004. – 222 с.
2. Кутузов Б.Н. Разрушение горных пород взрывом. Взрывные технологии в промышленности. - М.: Изд. МГТУ, 1994. - 445 с.
3. Матвейчук В.В. Взрывное дело (внимание, взрыв): учеб. пособие /В.В.Матвейчук. – М.: Академ. проект, 2005. – 505 с.
4. Пестриков В.М. Механика разрушения твердых тел. Курс лекций /В.М.Пестриков, Е.М.Морозов. - СПб.: Профессия, 2002. – 300 с.
5. Протасов Ю.И. Разрушение горных пород. Учебник /Ю.И.Протасов. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 453 с.
6. Технология и безопасность буровзрывных работ. Ч.1 /Ю.А.Епимахов, Г.С.Торочков, В.П.Абрамчук, А.Ю.Педчик, Г.В.Додонов, Н.В.Баранов; Отв.ред. В.В.Гущин. – РАН, Кол. науч. центр, ГоИ. – Апатиты, 2000. – 216 с.
7. Технология и безопасность буровзрывных работ. Учеб. пособие. Часть 2. /Ю.А.Епимахов, Г.С.Торочков, В.П.Абрамчук и др. – РАН, Кол. науч. центр, ГоИ, 2001. – 205 с.

Литература к разделу 3

1. Битколов Н.З., Медведев И.И. Аэрология карьеров. Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1992. – 272 с.
2. Вассерман А.Д. Проектные обоснования параметров вентиляции рудников и подземных сооружений. – Л.: Наука, 1988.
3. Вассерман А.Д., Алехичев С.П., Максимов Е.Г. Методы оценки вентиляционных систем рудников. – Л.: Наука, 1974.
4. Зорин А.В. Аэрология карьеров: учеб. пособие. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. – 114 с.
5. Никитин В.С., Битколов Н.З. Проектирование вентиляции в карьерах. – М., Недра, 1980. – 171 с.
6. Пучков Л.А. Аэродинамика подземных выработанных пространств. – М.: Изд-во МГГУ, 1993. – 267 с.
7. Рогалев В.А. Нормализация атмосферы горнорудных предприятий. – М., Недра, 1993.
8. Средства комплексного обеспыливания горных предприятий: Спр. – М.: Недра, 1991. – 256 с.
9. Ушаков К.З., Бурчаков А.С., Пучков Л.А., Медведев И.И. Аэрология горных предприятий. – М.: Недра, 1987 г.

Литература к разделу 4

1. Бобров А.И., Аверин Г.В. Теоретические основы переноса импульса, тепла и примеси в горных выработках. – Макеевка-Донбасс: Изд-во МакНИИ, 1994. – 270 с.
2. Дмитриев А.П., Гончаров С.А. Термодинамические процессы в горных породах. Учебник, М., Недра, 1991.
3. Дядькин Ю.Д., Гендлер С.Г., Смирнова Н.Н. Геотермальная теплофизика. – СПб., Наука, 1993.
4. Дядькин Ю.Д., Шувалов Ю.В. и др. Теплофизические аспекты освоения ресурсов недр. – Л., Недра, 1988.

5. Лыков А.В. Тепломассообмен. М.: Энергия, 1972.
6. Насонов И.Д., Щуплик М.Н. Закономерности формирования ледопородных ограждений при строительстве стволов шахт способом замораживания. – М., Недра, 1976.
7. Шувалов Ю.В., Кравченко В.Н. Тепловой режим глубоких рудников. – М., Недра, 1993.