

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Пермский федеральный исследовательский центр  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ПФИЦ УрО РАН)

Принято на заседании  
Объединенного ученого совета  
ПФИЦ УрО РАН  
Протокол №7  
«24» сентября 2019 г.



Утверждаю  
Директор ПФИЦ УрО РАН  
Чл.-корр. РАН А.А. Барях

«24» сентября 2019 г.

**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Направление 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых  
(код и наименование)

Профиль программы аспирантуры

Геомеханика разрушения горных пород,  
рудничная аэрогазодинамика и горная  
теплофизика (25.00.20)

Квалификация выпускника:

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения:

Очная

Курс: 4

Семестр(ы): 8

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 9 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 324 ч

Пермь 2019

## 1. Основные положения

Государственная итоговая аттестация: относится к базовой части ООП, обязательна 6 семестре. Планируемые результаты обучения, формируемые в рамках государственной итоговой аттестации, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников) в соответствии с Картами компетенций выпускников программ аспирантуры ПФИЦ УрО РАН.

Государственная итоговая аттестация выпускников аспирантуры по всем профилям проводится в форме (и в указанной последовательности):

- \* государственного экзамена;
- \* научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (далее – научный доклад, вместе – аттестационные испытания).

Государственная итоговая аттестация проводится по окончании теоретического периода обучения. Для проведения ГИА создается приказом директора ПФИЦ УрО РАН государственная экзаменационная комиссия (ГЭК) из лиц ведущих исследователей в области профессиональной подготовки по соответствующему профилю, в том числе и сотрудников сторонних организаций.

Объем государственной итоговой аттестации составляет 9 зачетных единиц (6 недель), в том числе 4 зачетные единицы – подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, 5 зачетных единиц – представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации). Входные требования для прохождения государственной итоговой аттестации: выполнение аспирантом полностью учебного плана, в части освоения блоков: «Дисциплины (модули)», «Практики», «Научные исследования».

## 2. Место государственной итоговой аттестации в структуре образовательной программы

Государственная итоговая аттестация входит в Блок 4 образовательной программы и является обязательной по направлению подготовки: 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых и разработана на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «30» июля 2014 г. номер приказа «886» по направлению подготовки 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых (уровень подготовки кадров высшей квалификации);

- учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых (уровень подготовки кадров высшей квалификации), программы аспирантуры «Геомеханика разрушения горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (25.00.20)» утверждённого «24» сентября 2019 г.

**Рабочая программа государственной итоговой аттестации согласована с рабочими программами дисциплин:**

1. Иностранный язык.
2. История и философия науки.
3. Педагогика высшей школы.
4. Геомеханика разрушения горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.
5. Методология науки и методы научных исследований.
6. Методика оформления научно-квалификационной работы (диссертации).
7. Элективными дисциплинами по специальности ООП.
8. Программами практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательской практики) и педагогической практик аспирантов.
9. Программой научно-исследовательской деятельности и программой подготовки научно-квалификационной работы (диссертации).

**Целью ГИА** является установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 21.06.01 Геология разведка и разработка полезных ископаемых.

**Задачами ГИА** являются:

1. Проверка уровня сформированности компетенций, определенных федеральным государственным образовательным стандартом и ООП по направлению подготовки 21.06.01 Геология разведка и разработка полезных ископаемых.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения

Государственная итоговая аттестация проверяет формирование компетенций **УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4**, а также профессиональных компетенций для направленности «Геомеханика разрушения горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (25.00.20)».

#### **3.1. Компетенции для направления подготовки 21.06.01 Геология разведка и разработка полезных ископаемых направленности «Геомеханика разрушения горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (25.00.20)»**

Направление подготовки	УК	Универсальные компетенции
<b><u>21.06.01</u> <u>Геология</u> <u>разведка и</u> <u>разработка</u> <u>полезных</u> <u>ископаемых</u></b>	УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

	УК-2	способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки
	УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
	УК-4	готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках
	УК-5	способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности
	УК-6	способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
Направление подготовки	<b>ОПК</b>	<b>Общепрофессиональные компетенции</b>
<b><u>21.06.01</u></b> <b><u>Геология</u></b> <b><u>разведка и</u></b> <b><u>разработка</u></b> <b><u>полезных</u></b> <b><u>ископаемых</u></b>	ОПК-1	способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты
	ОПК-2	способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований
	ОПК-3	готовность докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной научной работы
	ОПК-4	готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования
Направленность ООП	<b>ПК</b>	<b>Профессиональные компетенции</b>
«Геомеханика разрушения горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (25.00.20)»	ПК-1	способность осуществлять исследования структуры, свойств и состояния горных пород в лабораторных и натуральных условиях
	ПК-2	способность прогнозировать устойчивость конструктивных элементов систем разработки и опасные динамические явления в массиве при ведении горных работ и в подземном строительстве
	ПК-3	владение инструментальными и программными средствами реализации геологических, геофизических и маркшейдерских исследований массива горных пород и протекающих в нем природных и техногенных процессов различной физической природы

**Государственный экзамен** является первым этапом государственной итоговой аттестации обучающихся в аспирантуре по программам подготовки научно-педагогических кадров.

**Целью государственного экзамена** является определение соответствия результатов освоения обучающимся основной образовательной программы подготовки научно-

педагогических кадров требованиям Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки.

**Задачами государственного экзамена являются:**

- оценка соответствия универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций аспиранта требованиям Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки;
- оценка профессиональных знаний по направлению и профилю подготовки;
- оценка способностей аспиранта к использованию методов философии, педагогики и знаний иностранного языка и литературы при обсуждении специальных вопросов.

#### **4. Программа государственного экзамена по направлению подготовки 21.06.01 Геология разведка и разработка полезных ископаемых**

Итоговый государственный экзамен является комплексным, включающим в себя вопросы по дисциплинам «Геомеханика разрушения горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», «Педагогика высшей школы» и «Методика оформления научно-квалификационной работы (диссертации)» в соответствии с ООП по соответствующему профилю. Итоговый государственный экзамен может проходить в устной или письменной форме по билетам, составленным в полном соответствии с утвержденной программой государственного экзамена.

По результатам экзамена выносится заключение об уровне сформированности компетенций и их соответствии присваиваемой квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

##### **4.1. Программа государственного экзамена**

Вопросы (задания) государственного экзамена, оценивающие подготовку аспиранта по универсальным, общепрофессиональным и профессиональным компетенциям компетенциям, включаемые в экзаменационные билеты.

**- по направленности «Геомеханика разрушения горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (25.00.20)»**

##### **Тема 1. Геомеханика**

Основные представления о геомеханике как науке о механических явлениях и процессах в земной коре, вызываемых воздействием горных работ, и ее объекте – массиве горных пород, являющемся частью земной коры. Понятие о массивах горных пород, их физических состояниях и важнейших физико-механических свойствах, а также о причинах различия свойств массива и образцов горных пород. Масштабный эффект и масштабные уровни. Геологическое и тектоническое строение массивов горных пород. Классификация массивов по прочности, слоистости, трещиноватости и склонности к разрушению. Методы изучения и прогнозирования состава, строения, состояния и свойств горных массивов. Деформируемость, прочность и разрушение горных пород и массивов. Механические модели пород: упругие, жесткопластические, упругопластические, реологические. Теории прочности и критерии разрушения пород. Полные диаграммы

прочности. Деформационные, прочностные и реологические характеристики горных пород, их физический смысл и размерность. Паспорт прочности горных пород, методы и технические средства его построения. Методы и средства испытаний пород в лабораторных и натуральных условиях.

Начальные гравитационные и тектонические поля напряжений в массивах горных пород, их связь с геодинамическим полем напряжений. Характер напряженно-деформированного состояния массива при таких полях, оценка компонентов тензора напряжений в его заданных точках. Геомеханические процессы, происходящие в геологической среде под влиянием горных работ, и управление ими при подземных и открытых работах, а также подземном и гражданском строительстве. Методы и средства исследований напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Маркшейдерские прямые и косвенные методы. Особенности деформирования и разрушения горных пород и массивов в условиях трехмерного напряженно-деформированного состояния, включая область запредельного деформирования. Процессы разупрочнения и предразрушения горных пород при добыче полезных ископаемых. Управление тяжелыми кровлями угольных месторождений. Особенности деформирования и разрушения породных массивов вблизи забоя, устья и сопряжений выработок. Деформирование и разрушение кровли, почвы и породных целиков очистных выработок. Зоны опорного давления в окрестности выработок. Физическая природа концентрации напряжений в зонах опорного давления и характер распределения напряжений в зависимости от ряда определяющих природных и производственных факторов. Сдвигение породных массивов под влиянием подземных и открытых горных работ. Связь сдвигения горных пород и газовыделения в горные выработки и на поверхность. Определение параметров сдвигения породных массивов и земной поверхности. Защита зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок.

Динамические проявления геомеханических процессов в виде горных ударов и внезапных выбросов; их прогноз и предупреждение. Основные признаки удароопасности пород. Механизм внезапных выбросов. Геодинамическое районирование. Раскройка шахтных полей в условиях блочного строения массива, рациональное расположение выработок в активных геодинамических зонах. Методы и средства (включая геофизические) изучения и контроля геомеханических процессов в массиве.

Устойчивость горных выработок и подземных сооружений. Взаимодействие массива горных пород с инженерными конструкциями подземных сооружений. Основные положения механики подземных сооружений. Крепи горных выработок и их роль в управлении напряженно-деформированным состоянием массива. Капитальные, подготовительные и очистные выработки. Требования к выбору типа и параметров крепи. Геомониторинг при строительстве подземных сооружений. Обработка и интерпретация результатов измерений. Обратный анализ. Оценка устойчивости породных откосов и бортов карьеров. Основные факторы, определяющие их устойчивость. Горнотехнические и специальные способы управления состоянием бортов карьеров.

Понятие о сейсмических волнах, их параметры; воздействие сейсмических сигналов на строящиеся и эксплуатируемые подземные сооружения. Принципы и приемы геомеханического воздействия на массив для повышения интенсивности и продолжительности нефте- и газоотдачи скважин. Методы контроля. Связь между геомеханическими и геодинамическими процессами. Методы исследований геомеханических процессов в лабораторных и натуральных условиях. Предметное и аналоговое моделирование. Критерии подобия. Методы: эквивалентных материалов, фотоупругости, центробежного моделирования. Снижение напора подземных вод в водоносных породах и их осушение. Влияние подземных вод на устойчивость горных выработок и откосов горных пород. Горно-строительный дренаж. Осадка толщ горных пород в результате глубокого водопонижения.

## Тема 2. Разрушение горных пород

Разрушение горных пород взрывом. Особенности применения взрыва при открытом и подземном способе разработки месторождения. Классификация взрывчатых веществ (ВВ) и средств взрывания, области их эффективного применения. Влияние структуры и диаметра заряда на параметры детонации. Методы определения работоспособности и расчета детонационных параметров ВВ. Бризантные и фугасные свойства непродохранительных и предохранительных ВВ. Объемная концентрация энергии заряда ВВ, способы и средства ее регулирования. Системы электрического и неэлектрического инициирования зарядов ВВ.

Современные представления о разрушении твердых сред при взрывных нагрузках, физические и механические модели разрушения горных пород взрывом. Основы моделирования действия взрыва в горных породах. Расчет параметров волн напряжений в осесимметричной постановке. Роль газообразных продуктов взрыва при разрушении горных пород. 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 работ (выброс, перемещение, дробление) в условиях горного предприятия. Конструкция заряда и механизм воздействия ее на разрушаемый горный массив. 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.

Разрушение пород при бурении шпуров и скважин и комбинированной проходке выработок. 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, энергоемкость разрушения. Интенсификация и оптимизация процессов бурения и расширения, техника и технология бурения и расширения шпуров и скважин.

Разрушение негабаритов. Способы, техника и технология взрывного, механического, термического, электротермического, электрофизического разрушения. Механизм разрушения и расчет параметров разрушения каждым из указанных способов. Разрушение горных пород и углей при выемке полезного ископаемого комбайнами и стругами. Особенности процесса разрушения угля и горных пород инструментами (резцами и шарошками). Методы и способы экспериментальных исследований процесса разрушения комбайнами и стругами. Свойства горных пород, влияющих на процессы механического разрушения углей и угольных пластов. Типизация угольных пластов по разрушаемости. Физические особенности разрушения горных пород и углей резовым инструментом, дисковыми и штыревыми шарошками, комбинированным инструментом. Схемы резания и выбор их оптимальных параметров. Влияние параметров породоразрушающих инструментов, режима и схем разрушения на силовые и энергетические показатели процессов механического разрушения горных пород и углей.

Разрушение горных пород электрофизическими способами. Электрическое поле в несовершенном диэлектрике. Диэлектрические характеристики горных пород. Система уравнений электромагнитного поля. Поведение пород в магнитном поле. Магнитная постоянная. Потери энергии в породе в переменном магнитном поле. Формирование полей термических напряжений. Физические процессы в породе при электрофизическом ее разрушении в высокочастотных электрических полях. Механизмы разрушения пород

электромагнитной волной: термический и за счет фазовых переходов содержащихся в породе влаги или минералов. Технологические схемы разрушения пород электрофизическими способами: разрушение скальных отдельностей (характер разрушения, типы пород, энергоёмкость); разрушение массива методом электрофизического отрыва; разрушение массива СВЧ-волнами (типы пород, энергозатраты).

Гидравлическое разрушение горных пород тонкими струями воды высокого давления. Тонкие струи воды высокого давления их структура и гидродинамические параметры. Методы расчета динамических и структурных характеристик высокоскоростных струй воды. Разрушение угля одиночными тонкими струями. Взаимодействие струи и горного массива. Методы расчета параметров резания угля и горных пород тонкими струями воды высокого давления. Разрушение угля одновременно несколькими взаимодействующими тонкими струями. Закономерности разрушения угля тонкими струями воды с помощью многоструйных погружных резаков. Разрушение горных пород и твердых материалов гидроабразивными струями. Сущность способа. Факторы, определяющие эффективность процесса разрушения горных пород и других материалов гидроабразивными струями воды. Гидромеханическое разрушение угля и горных пород. Сущность способа и основные положения гидромеханического способа разрушения угольного и породного массива применительно к использованию в очистных и проходческих комбайнах. Основные факторы, определяющих процесс гидромеханического разрушения, и критерии оценки их эффективности. Закономерности гидромеханического разрушения угля и горных пород. Физические особенности процесса комбинированного разрушения угля и горных пород высокоскоростной струей воды и механическим инструментом различных типов. Методы расчета рациональных параметров и режимов гидромеханического разрушения угля и горных пород.

Дробление горной массы: типы дробилок, область их применения, механизм разрушения, параметры дробления и его энергоёмкость. Измельчение горной массы: типы мельниц, условия их применения, механизмы измельчения, энергозатраты и способы их снижения, влияние различных факторов на параметры измельчения, управление режимами и параметрами измельчения в мельницах и их расчет.

### Тема 3. Рудничная аэрогазодинамика

Рудничная газодинамика шахт и рудников. Рудничная атмосфера: физические и химические свойства газов. Понятие динамически активных и пассивных газов в рудничной атмосфере. Температурно-влажностный режим шахт (рудников) и факторы его определяющие. Основные законы аэростатики и аэродинамики применительно к рудничной атмосфере. Газоносность угольных пластов, горных пород, горных выработок и шахт. Виды выделения метана в шахтах. Прогноз газовыделения в горные выработки. Управление газовой выделением. Способы дегазации и их эффективность. Тепловой баланс шахт и кондиционирование шахтного воздуха. Шахтная пыль. Горючие и взрывчатые свойства угольной и сланцевой пыли. Особенности взрывов угольной пыли в шахтах. 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 и выработанных пространств. Диффузия газов в горных шахтных вентиляционных потоках. Уравнение конвективной диффузии. Граничные условия в задачах переноса газообразных примесей шахтными вентиляционными потоками. Соотношение сил в фильтрационных потоках утечек. Коэффициент турбулентной диффузии. Стратифицированные потоки. Слоевые скопления газов и механизм их формирования. Число Ричардсона. 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. Моделирование аэрогазодинамических процессов в шахтах. Критерии подобия при моделировании. Числа Архимеда, Нуссельта, Пекле, Прандтля, Стентона, Струхалья, Фруда, Шмидта, Эйлера.

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. Источники ионизирующего излучения. 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.

Основы аэромеханики и газовой динамики. Физические свойства воздуха. Основные законы аэродинамики. Элементы теории пограничного слоя. Распространение газа, выделяемого точечным и линейным источниками. Основные характеристики газовых факелов. Распространение вредных газов и пыли при взрывных работах. Характеристики пылегазового облака. 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. Интенсификация естественного воздухообмена. Способы и средства искусственной вентиляции. 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.

#### Тема 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. Тепло- и массоперенос. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Сопло Лавая. Температура адиабатного торможения потока. 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. Тепло земных недр. Термодинамические параметры земной коры. Источники тепла земных недр. Теплоперенос в недрах Земли. Использование тепла земных недр. 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 для полного или частичного предотвращения промерзания пород. Технология получения теплоизоляционных покрытий. Оттаивание связных пород на открытых разработках. Оттаивание прямым нагревом. СВЧ-методы оттаивания (механизм, техника, технология, область применения). Гидрооттаивание (механизм, параметры, техника и технология, область применения). Замораживание пород при строительстве подземных сооружений. Тепло- и массоперенос в горных породах при замораживании. Термодиффузия влаги при замораживании пород. Расчет параметров замораживания пород вокруг одиночной скважины. Расчет параметров замораживания

при формировании ледопородных ограждений. Термическое разрушение горных пород. Разрушение плавлением. Хрупкое термическое разрушение (ХТР). Поле температур и напряжений при ХТР. Механизм и параметры 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). Сушка горной массы. Поверхностная и полная сушка (тепловой баланс, тепло- и массообмен, техника и технология, область применения).

#### Тема 5. Педагогика высшей школы

Понятие о высшем образовании, его функции. Задачи, права и обязанности вуза. Система высшего образования в России, следующие уровни профессионального образования. Лекция в вузе и методика их проведения. Оценка качества лекции. Основные требования к личности лектора в вузе. Стили педагогического общения. Содержание и структура педагогического общения. Особенности педагогического общения в вузе. Современная система образования: демократические преобразования, модели образования, основные тенденции развития. Закон Российской Федерации о системе образования. Факторы ее развития. Образовательные организации, их типы. Формы образования. Органы управления образованием. Понятие "качество образовательной деятельности". Принципы личностно - ориентированной педагогики. Проблемное обучение. Функциональное назначение науки. Классификация методов познавательной деятельности. Основные формы научного познания. Федеральный государственный образовательный стандарт, его характеристика, сущность, структура. Основная образовательная программа (ООП), ее структура.

#### Тема 6. Методика оформления научно-квалификационной работы (диссертации)

Научное исследование: цели и задачи, предмет и объект научного исследования. Научные документы и издания. Организация работы с научной литературой. Этапы научно-исследовательской работы. Диссертация на соискание научной степени и автореферат диссертации. Презентация результатов и публичное выступление. Основные этапы процедуры защиты диссертации.

### **Геомеханика разрушения горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика**

Основная литература:

1. Андрейко С.С. Газодинамические явления в калийных рудниках: методы прогнозирования и способы предотвращения: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во. ПГТУ, 2007. – 208 с.

2. Андрейко С.С. Механизм образования очагов газодинамических явлений в соляном породном массиве. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008. – 196 с.

3. Барях А.А., Асанов В.А., Паньков И.Л. Физико-механические свойства соляных пород Верхнекамского калийного месторождения: учеб. пособие. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008. - 199 с.

4. Мохирев Н.Н., Радько В.В. Инженерные расчеты вентиляции шахт. Учебник для студентов горных специальностей вузов М.: Недра 2007, 324 с.

Дополнительная литература:

1. А.Н. Земсков, П.И. Кондрашев, Л.Г. Травникова. Природные газы калийных месторождений и меры борьбы с ними. - Пермь: ИД "Тип. Купца Тарасова", 2008. – 414 с.

### **Педагогика высшей школы**

Основная литература:

1. Дудина М.Н. Дидактика высшей школы: от традиций к инновациям. Учебное пособие для вузов. \ М. – Издательство Юрайт, 2017.-151с. – Серия: Университеты России.

Дополнительная литература:

1. Буланова-Топоркова М.В. Педагогика и психология высшей школы: Учебное пособие. - Ростов н/Д:Феникс, 2002. - 544 с.

### **Методика оформления научно-квалификационной работы (диссертации)**

Основная литература:

1. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология научного исследования. – М.: Либроком. – 280 с.

Дополнительная литература:

1. Волков Ю.Г. Диссертация: подготовка, защита, оформление: практическое пособие / Ю.Г. Волков. – Практическое пособие 3-е изд., стереотип. – Москва : КНОРУС, 2004. – 185с.

2. Кузин Ф.А. Диссертация : Методика написания. Правила оформления. Порядок защиты : практическое пособие для докторантов, аспирантов и магистрантов / Ф. А. Кузин. - Москва: Ось-89, 2001. - 320 с.

### **Электронные информационно-образовательные ресурсы**

1. Наукометрическая и реферативная база данных Scopus.

2. Электронная база данных Web of Science.

## **4.2. Фонд оценочных средств для государственного экзамена**

### **4.2.1. Перечень компетенций, оцениваемых при сдаче государственного экзамена**

В процессе сдачи государственного экзамена оценивается сформированность следующих компетенций: **УК-3, УК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4.**

#### **4.2.2. Требования и критерии оценивания ответов итогового государственного экзамена**

1. В процессе экзамена оценивается уровень педагогической и исследовательской компетентности аспиранта, что проявляется в квалифицированном представлении результатов обучения.

2. При определении оценки учитывается грамотность представленных ответов, стиль изложения и общее оформление, способность ответить на поставленный вопрос, по существу.

3. Ответы на экзаменационные вопросы оцениваются, исходя из следующих критериев:

**«Отлично»** - содержание ответа исчерпывает содержание вопроса. Аспирант демонстрирует как знание, так и понимание вопроса, а также проявляет способность применить педагогические, исследовательские и информационные компетенции на практике по профилю своего обучения.

**«Хорошо»** - содержание ответа в основных чертах отражает содержание вопроса. Аспирант демонстрирует как знание, так и понимание вопроса, но испытывает незначительные проблемы при проявлении способности применить педагогические, исследовательские и информационные компетенции на практике по профилю своего обучения.

**«Удовлетворительно»** - содержание ответа в основных чертах отражает содержание вопроса, но допускаются ошибки. Не все положения вопроса раскрыты полностью. Имеются фактические пробелы и не полное владение литературой. Нарушаются нормы философского языка; имеется нечеткость и двусмысленность письменной речи. Слабая практическая применимость педагогических, исследовательских и информационных компетенций по профилю своего обучения.

**«Неудовлетворительно»** - содержание ответа не отражает содержание вопроса. Имеются грубые ошибки, а также незнание ключевых определений и литературы. Ответ не носит развернутого изложения темы, на лицо отсутствие практического применения педагогических, исследовательских и информационных компетенций на практике по профилю своего обучения. Аспиранты, получившие по результатам государственного экзамена оценку «неудовлетворительно», не допускаются к государственному аттестационному испытанию - защите научно-выпускной квалификационной работы.

#### **4.3. Типовые контрольные вопросы и задания к государственному экзамену, необходимые для оценки результатов освоения программы аспирантуры.**

Государственный экзамен имеет междисциплинарный характер и включает в себя оценку компетенций, сформированных в ходе освоения дисциплин «Геомеханика разрушения горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», «Педагогика высшей школы» и «Методика оформления научно-квалификационной работы (диссертации)» и прохождения научно-исследовательской и педагогической практик.

Экзаменационный билет включает 4 вопроса (3 теоретических вопроса и практическое задание), отражающих уровень сформированности компетенций обучающегося. Пример экзаменационного билета для сдачи государственного экзамена представлен в Приложении 1.

#### **4.3.1. Перечень вопросов, выносимых на государственный экзамен, необходимых для оценки результатов освоения образовательной программы на государственном экзамене**

##### **Геомеханика разрушения горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика**

1. Основные представления о геомеханике, как науке о механических явлениях и процессах в земной коре, вызываемых воздействием горных работ, и ее объекте – массиве горных пород, являющемся частью земной коры.
2. Понятие о массивах горных пород, их физических состояниях и важнейших физико-механических свойствах, а также о причинах различия свойств массива и образцов горных пород. Масштабный эффект и масштабные уровни.
3. Геологическое и тектоническое строение массивов горных пород. Классификация массивов по прочности, слоистости, трещиноватости и склонности к разрушению.
4. Методы изучения и прогнозирования состава, строения, состояния и свойств горных массивов.
5. Деформируемость, прочность и разрушение горных пород и массивов.
6. Механические модели пород: упругие, жесткопластические, упругопластические, реологические.
7. Теории прочности и критерии разрушения пород. Полные диаграммы прочности.
8. Деформационные, прочностные и реологические характеристики горных пород, их физический смысл и размерность.
9. Паспорт прочности горных пород, методы и технические средства его построения.
10. Методы и средства испытаний пород в лабораторных и натуральных условиях.
11. Начальные гравитационные и тектонические поля напряжений в массивах горных пород, их связь с геодинамическим полем напряжений. Характер напряженно-деформированного состояния массива при таких полях, оценка компонентов тензора напряжений в его заданных точках.
12. Геомеханические процессы, происходящие в геологической среде под влиянием горных работ и управление ими при подземных и открытых работах, а также подземном и гражданском строительстве.
13. Методы и средства исследований напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Маркшейдерские прямые и косвенные методы.
14. Особенности деформирования и разрушения горных пород и массивов в условиях трехмерного напряженно-деформированного состояния, включая область запредельного деформирования.
15. Процессы разупрочнения и предразрушения горных пород при добыче полезных ископаемых. Управление тяжелыми кровлями угольных месторождений.
16. Особенности деформирования и разрушения породных массивов вблизи забоя, устья и сопряжений выработок.
17. Деформирование и разрушение кровли, почвы и породных целиков очистных выработок.
18. Зоны опорного давления в окрестности выработок. Физическая природа концентрации напряжений в зонах опорного давления и характер распределения напряжений в зависимости от ряда определяющих природных и производственных факторов.

19. Сдвигение породных массивов под влиянием подземных и открытых горных работ. Связь сдвижения горных пород и газовыделения в горные выработки и на поверхность.
20. Определение параметров сдвижения породных массивов и земной поверхности. Защита зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок.
21. Динамические проявления геомеханических процессов в виде горных ударов и внезапных выбросов; их прогноз и предупреждение. Основные признаки удароопасности пород. Механизм внезапных выбросов.
22. Геодинамическое районирование. Раскройка шахтных полей в условиях блочного строения массива, рациональное расположение выработок в активных геодинамических зонах.
23. Методы и средства (включая геофизические) изучения и контроля геомеханических процессов в массиве.
24. Устойчивость горных выработок и подземных сооружений. Взаимодействие массива горных пород с инженерными конструкциями подземных сооружений. Основные положения механики подземных сооружений.
25. Крепи горных выработок и их роль в управлении напряженно-деформированным состоянием массива. Капитальные, подготовительные и очистные выработки. Требования к выбору типа и параметров крепи.
26. Геомониторинг при строительстве подземных сооружений. Обработка и интерпретация результатов измерений. Обратный анализ.
27. Оценка устойчивости породных откосов и бортов карьеров. Основные факторы, определяющие их устойчивость. Горнотехнические и специальные способы управления состоянием бортов карьеров.
28. Понятие о сейсмических волнах, их параметры и воздействие сейсмических сигналов на строящиеся и эксплуатируемые подземные сооружения. Принципы и приемы геомеханического воздействия на массив для повышения интенсивности и продолжительности нефте- и газоотдачи скважин. Методы контроля.
29. Связь между геомеханическими и геодинамическими процессами. Методы исследований геомеханических процессов в лабораторных и натуральных условиях. Предметное и аналоговое моделирование. Критерии подобия. Методы: эквивалентных материалов, фотоупругости, центробежного моделирования.
30. Снижение напора подземных вод в водоносных породах и их осушение. Влияние подземных вод на устойчивость горных выработок и откосов горных пород. Горно-строительный дренаж. Осадка толщ горных пород в результате глубокого водопонижения.
31. Разрушение горных пород взрывом. Особенности применения взрыва при открытом и подземном способе разработки месторождения.
32. Классификация взрывчатых веществ (ВВ), средств взрывания и области их эффективного применения. Влияние структуры и диаметра заряда на параметры детонации. Методы определения работоспособности и расчета детонационных параметров ВВ.
33. Бризантные и фугасные свойства неперехватываемых и перехватываемых ВВ. Объемная концентрация энергии заряда ВВ, способы и средства ее регулирования. Системы электрического и неэлектрического инициирования зарядов ВВ.

34. Современные представления о разрушении твердых сред при взрывных нагрузках, физические и механические модели разрушения горных пород взрывом.
35. Основы моделирования действия взрыва в горных породах. Расчет параметров волн напряжений в осесимметричной постановке.
36. Роль газообразных продуктов взрыва при разрушении горных пород. Распространение волн напряжений в трещиноватых средах и влияние соударений отдельностей на результативность взрыва.
37. Методы анализа законов распределения кусковатости взорванной горной массы, определение размеров среднего куска и показателя равномерности дробления.
38. Методы управления энергией взрыва при выполнении различных видов работы (выброс, перемещение, дробление) в условиях горного предприятия. Конструкция заряда и механизм воздействия ее на разрушаемый горный массив.
39. 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.
40. Закономерности формирования и распространения сейсмических волн и ударной воздушной волны при массовых взрывах.
41. Основные экологические проблемы и методы их решения при ведении взрывных работ.
42. Разрушение пород при бурении шпуров и скважин и комбинированной проходке выработок. Способы бурения и расширения шпуров и скважин. Вращательное, ударно-вращательное, шарошечное, термическое, электротермическое, электрофизическое, гидравлическое, гидромеханическое и другие комбинированные способы бурения.
43. Влияние основных физико-механических свойств горных пород на показатели бурения и расширения шпуров и скважин, энергоемкость разрушения.
44. Интенсификация и оптимизация процессов бурения и расширения, техника и технология бурения и расширения шпуров и скважин.
45. Разрушение негабаритов: способы, техника и технология взрывного, механического, термического, электротермического, электрофизического разрушения. Механизм разрушения и расчет параметров разрушения каждым из указанных способов.
46. Разрушение горных пород и углей при выемке полезного ископаемого комбайнами
47. и стругами. Особенности процесса разрушения угля и горных пород инструментами (резцами и шарошками).
48. Методы и способы экспериментальных исследований процесса разрушения комбайнами и стругами.
49. Свойства горных пород, влияющих на процессы механического разрушения углей и угольных пластов. Типизация угольных пластов по разрушаемости.
50. Физические особенности разрушения горных пород и углей резовым инструментом, дисковыми и штыревыми шарошками, комбинированным инструментом. Схемы резания и выбор их оптимальных параметров.
51. Влияние параметров породоразрушающих инструментов, режима и схем разрушения на силовые и энергетические показатели процессов механического разрушения горных пород и углей.

52. Разрушение горных пород электрофизическими способами. Электрическое поле в несовершенном диэлектрике. Диэлектрические характеристики горных пород. Система уравнений электромагнитного поля.
53. Поведение пород в магнитном поле. Магнитная постоянная. Потери энергии в породе в переменном магнитном поле.
54. Формирование полей термических напряжений. Физические процессы в породе при электрофизическом ее разрушении в высокочастотных электрических полях. Механизмы разрушения пород электромагнитной волной: термический и за счет фазовых переходов, содержащихся в породе влаги или минералов.
55. Технологические схемы разрушения пород электрофизическими способами: разрушение скальных отдельностей (характер разрушения, типы пород, энергоемкость); разрушение массива методом электрофизического отрыва; разрушение массива СВЧ волнами (типы пород, энергозатраты).
56. Гидравлическое разрушение горных пород тонкими струями воды высокого давления. Тонкие струи воды высокого давления их структура и гидродинамические параметры.
57. Методы расчета динамических и структурных характеристик высокоскоростных струй воды. Разрушение угля одиночными тонкими струями. Взаимодействие струи и горного массива.
58. Методы расчета параметров резания угля и горных пород тонкими струями воды
59. Разрушение горных пород и твердых материалов гидроабразивными струями. Сущность способа. Факторы, определяющие эффективность процесса разрушения горных пород и других материалов гидроабразивными струями воды.
60. Гидромеханическое разрушение угля и горных пород. Сущность способа и основные положения гидромеханического способа разрушения угольного и породного массива применительно к использованию в очистных и проходческих комбайнах. Основные факторы, определяющих процесс гидромеханического разрушения и критерии оценки их эффективности. Закономерности гидромеханического разрушения угля и горных пород.
61. Физические особенности процесса комбинированного разрушения угля и горных пород высокоскоростной струей воды и различными типами механического инструмента.
62. Методы расчета рациональных параметров и режимов гидромеханического разрушения угля и горных пород.
63. Дробление горной массы: типы дробилок, область их применения, механизм разрушения, параметры дробления и его энергоемкость.
64. Измельчение горной массы: типы мельниц, условия их применения, механизмы измельчения, энергозатраты и способы их снижения, влияние различных факторов на параметры измельчения, управление режимами и параметрами измельчения в мельницах и их расчет.
65. Рудничная атмосфера: физические и химические свойства газов.
67. Понятие динамически активных и пассивных газов в рудничной атмосфере.
68. Температурно-влажностный режим шахт (рудников) и факторы его определяющие.
69. Основные законы аэростатики и аэродинамики применительно к рудничной атмосфере.

70. Газоносность угольных пластов, горных пород, горных выработок и шахт. Виды выделения метана в шахтах.
71. Прогноз газовыделения в горные выработки. Управление газовыделением.
72. Способы дегазации и их эффективность.
73. Тепловой баланс шахт и кондиционирование шахтного воздуха.
74. Шахтная пыль. Горючие и взрывчатые свойства угольной и сланцевой пыли. Особенности взрывов угольной пыли в шахтах.
75. Режимы движения воздуха в шахтах (рудниках). Природа турбулентности. Основные характеристики турбулентности в шахтных вентиляционных потоках.
76. Фильтрационные течения. Критическое число Рейнольдса. Природа аэродинамических сопротивлений элементов шахтной вентиляционной сети: сопротивление трения, местные и лобовые сопротивления.
77. Закон сопротивления горных выработок, выработанных пространств.
78. Диффузия газов в горных шахтных вентиляционных потоках. Уравнение конвективной диффузии.
79. Граничные условия в задачах переноса газообразных примесей шахтными вентиляционными потоками. Соотношение сил в фильтрационных потоках утечек. Коэффициент турбулентной диффузии. Стратифицированные потоки.
80. Слоевые скопления газов и механизм их формирования. Число Ричардсона.
81. Статика и динамика рудничных вентиляционных систем.
82. Газодинамические процессы в шахтах (рудниках) и их характеристики. Переходные газодинамические процессы в шахтных вентиляционных системах.
83. Основные закономерности аэрогазодинамики тупиковых выработок и камер, выемочных участков, выработанных пространств.
84. Моделирование аэрогазодинамических процессов в шахтах. Критерии подобия при моделировании. Числа Архимеда, Нуссельта, Пекле, Прандтля, Стентона, Струхалея, Фруда, Шмидта, Эйлера.
85. Состав атмосферы карьеров и предъявляемые к нему требования. Вредные примеси атмосферного воздуха, их свойства, предельно допустимые концентрации.
86. Источники загрязнения атмосферы карьеров пылью и газами, их виды. Источники ионизирующего излучения.
87. Методы и средства контроля состояния атмосферы. Микроклимат карьеров и его влияние на воздухообмен. Основные элементы микроклимата карьеров.
88. Температурная стратификация атмосферы в карьерах. Возникновение воздушных потоков в результате неравномерного распределения тепла по бортам карьера.
89. Основы аэромеханики и газовой динамики.
90. Физические свойства воздуха.
91. Основные законы аэродинамики. Элементы теории пограничного слоя. Распространение газа, выделяемого точечным и линейным источниками.
92. Основные характеристики газовых факелов. Распространение вредных газов и пыли при взрывных работах. Характеристики пылегазового облака.
93. Проветривание карьеров за счет энергии ветра. Конвективная схема проветривания (условия возникновения, схемы движения воздуха, скорость и режим движения воздуха, вынос вредностей из карьера).

94. Инверсионная схема движения воздуха (условия возникновения, схемы движения воздуха, Скорость накопления вредностей в карьерном пространстве).  
Комбинированные схемы проветривания.
95. Интенсификация естественного воздухообмена. Способы и средства искусственной вентиляции.
96. Способы и средства нормализации атмосферы карьеров.
97. Создание комфортных условий в кабинах горных и транспортных машин.  
Пылеулавливание. Нейтрализация вредных газов. Снижение запыленности воздуха при массовых взрывах.
98. Основы проектирования вентиляции карьеров.
99. Основы термодинамики горных пород. Термодинамические системы.  
Термодинамические процессы.
100. Энтальпия и энтропия термодинамических процессов. Термодинамическая вероятность.
101. Фазовые переходы в горных породах. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса.
102. Тепловые свойства твердых тел. Изменение свойств горных пород и минералов в зависимости от температуры.
103. Тепломассоперенос. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Сопло Ловаля.
104. Температура адиабатного торможения потока. Основной закон теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Краевые условия. Критерии подобия в термодинамике.
105. Виды теплоносителей и теплообмена. Пограничный слой и механизм конвективного теплообмена. Определение термодинамических параметров теплоносителей.
106. Методы расчета параметров нагрева твердых тел.
107. Тепло земных недр. Термодинамические параметры земной коры.  
Источники тепла земных недр. Теплоперенос в недрах Земли. Использование тепла земных недр.
108. Теплообмен в горных выработках. Требования к тепловому режиму в подземных выработках.
109. Каналы теплообмена человека. Источники тепла в горных выработках.  
Методы нормализации температурного режима рудничного воздуха.
110. Промерзание связных пород на открытых разработках. Уравнение колебаний температуры внешней среды. Расчет глубины промерзания.
111. Расчет толщины и свойств теплоизоляционных покрытий с целью полного или частичного предотвращения промерзания пород.
112. Технология получения теплоизоляционных покрытий.
113. Оттаивание связных пород на открытых разработках. Оттаивание прямым нагревом. СВЧ - методы оттаивания (механизм, техника, технология, область применения). Гидрооттаивание (механизм, параметры, техника и технология, область применения).
114. Замораживание пород при строительстве подземных сооружений.  
Тепломассоперенос в горных породах при замораживании. Термодиффузия влаги при замораживании пород.

115. Расчет параметров замораживания пород вокруг одиночной скважины. Расчет параметров замораживания при формировании ледопородных ограждений.
116. Термическое разрушение горных пород. Разрушение плавлением.
117. Хрупкое термическое разрушение (ХТР). Поле температур и напряжений при ХТР.
118. Механизм и параметры ХТР. Термическое бурение шпуров и скважин, термическое расширение скважин (техника, технология, режимы и параметры, область применения).

**Педагогика высшей школы:**

1. Понятие и сущность педагогики как науки. Предмет педагогики.
2. Основные понятия педагогической науки. Педагогическая теория, понятие и сущность
3. Понятие педагогической системы и ее сущность.
4. Дидактика. Основные требования к современным образовательным технологиям. Дидактические системы.
5. «Педагогическая технология», «технология обучения», «образовательная технология».
6. Педагогическая деятельность. Виды педагогической деятельности в современной высшей школе. Этапы и формы педагогического проектирования
7. Предмет, цели и задачи образования. Принципы современного образования.
8. Педагогическая проблема, педагогическая задача и педагогическая ситуация
9. Педагогический процесс и его элементы.
10. Понятие компетентностного подхода.
11. Понятие образовательной среды. Типы образовательной среды, компоненты образовательной среды.
12. Методы и средства педагогической деятельности. Основные педагогические средства.
13. Нормативно-правовая база образования в РФ.
14. Предмет, цели и задачи образования. Принципы современного образования.
15. Традиционное и инновационное образование. Инновационные образовательные технологии.
16. Деятельностно ориентированные технологии. Технологии обучения в сотрудничестве.
17. Правила выдвижения познавательных задач в современной дидактике.
18. Современные образовательные технологии, сущность, особенности и признаки.
19. Технологии активного обучения.
20. Имитационные и неимитационные технологии. Технологии активного деятельностного типа.
21. Технологии проблемного обучения. Технология ситуационного обучения.
22. Современные образовательные технологии, сущность, особенности и признаки века. Состояние высшего образования в РФ. Особенности современного образования. Технологизация образования.
23. Основные проблемы современного образования. Педагогика высшего образования. Цели и задачи.

24. Учебная деятельность в высшей школе. Управление процессом обучения в высшей школе.
25. Особенности дидактики высшей школы. Задачи дидактики высшей школы. Принципы дидактики высшей школы.
26. Методы обучения. Понятия и классификация. Классификация методов обучения в педагогике высшей школы. Классификация средств обучения в инженерном образовании.
27. Образовательный стандарт высшего образования: понятие, сущность, требования.
28. Профессиональная подготовка преподавателя высшей школы.
29. Способы конструирования и структурирования содержания образования в высшей школе.
30. Образовательные технологии высшей школы.
31. Преподавание в инженерном вузе. Особенности инженерной педагогики. Особенности обучения техническим дисциплинам.
32. Использование визуальных средств в инженерном образовании.
33. Ключевые группы качеств студента и критерии их оценки.
34. Фонд оценочных средств в высшей школе.

#### **Методика оформления научно-квалификационной работы (диссертации)**

1. Цель научного исследования, объект и предмет исследования.
2. Объекты научного исследования.
3. Классификации научных исследований.
4. Основные виды научных исследований: фундаментальные, прикладные и разработки.
5. Научное направление и его структурные единицы.
6. Основные требования к теме научного исследования.
7. Оценка актуальности и новизны темы.
8. Этапы научного исследования.
9. Организация работы с научной литературой. Кумулятивность научной информации.
10. Виды научных документов и изданий: первичные документы.
11. Виды научных документов и изданий: вторичные документы.
12. Читательские библиотечные каталоги и порядок работы с ними. Интернет ресурсы.
13. Стадии поиска и анализа литературных данных.
14. Теоретические основы темы исследования и история вопроса.
15. Выбор и обоснование метода исследования; требования, предъявляемые к методам исследования.
16. Теоретическое исследование, требования, предъявляемые к гипотезе.
17. Экспериментальное исследование, виды эксперимента.
18. Обработка и анализ результатов исследования.
19. Оформление результатов научно-исследовательской работы.
20. Внедрение результатов научного исследования.
21. Структура диссертации и автореферата. Основные разделы диссертации и автореферата.

22. Документальное оформление результатов исследования, графическое и табличное представление данных.
23. Обоснование выводов и практических рекомендаций в диссертации.
24. Требования к библиографическому списку. Государственные стандарты.
25. Научный доклад на конференции и на диссертационном совете
26. Составление презентаций, роль визуальной информации в подаче материала.
27. Структура научного доклада: введение, методы, результаты, выводы и перспективы.
28. Критерии, которым должны отвечать диссертации на соискание ученых степеней.
29. Представление и защита диссертаций.
30. Требования к документам, необходимым для рассмотрения диссертации диссертационным советом.

#### **4.3.2. Перечень практических заданий, выносимых на государственный экзамен, необходимых для оценки результатов освоения образовательной программы на государственном экзамене**

1. Расчет НДС массива, разгруженного щелью.
2. Расчет напряжений и смещений массива вокруг одиночной выработки круглого сечения.
3. Расчет эффективности взрывной отбойки породного массива скважинными зарядами. Оптимизация расположения сетки скважин при взрывной отбойке массива горных пород.
4. Термическое разрушение горных пород, разрушение плавлением и хрупкое термическое разрушение.

#### **5. Требования к научному докладу об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)**

Защита научной квалификационной работы является заключительным этапом проведения государственной итоговой аттестации обучающихся в аспирантуре по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

**Целью представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы** является определение соответствия результатов освоения обучающимися основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров требованиям федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки.

**Задачами представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы** являются:

– оценка соответствия универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций аспиранта требованиям федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки;

– оценка профессиональных знаний, умений и навыков профилю подготовки и квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь»;

– оценка способностей аспиранта к использованию методов философии, педагогики и знаний иностранного языка при обсуждении профессиональных вопросов.

Научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы выполняется на основе результатов научно-исследовательской работы аспиранта.

Выпускная квалификационная работа представляет собой защиту результатов научно-выпускной квалификационной работы, выполненной обучающимся, в виде научного доклада, демонстрирующую степень готовности выпускника к ведению профессиональной научно-педагогической деятельности.

Научно-квалификационная работа должна быть написана аспирантом самостоятельно, обладать внутренним единством, содержать новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты. Выводы аспиранта должны быть аргументированы и направлены на решение задачи, имеющей существенное значение для предметной области соответствующей направленности (профиля). В исследовании, имеющем прикладной характер, должны приводиться сведения о практическом использовании полученных научных результатов, а в научном исследовании, имеющем теоретический характер должны содержаться рекомендации по использованию научных выводов. Требования научно-квалификационной работе (диссертации) аспиранта соответствуют требованиям, утвержденным ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. (см. Требования к научному докладу об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), порядку его подготовки, представлению, критериям оценки).

Основные результаты научно-исследовательской работы должны быть опубликованы в научных изданиях, индексируемых в реферативных базах данных Web of Science, Scopus, РИНЦ (не менее 3 статей). К публикациям, в которых излагаются основные результаты научно-исследовательской работы аспиранта, приравниваются патенты на изобретения, патенты (свидетельства) на полезную модель, патенты на промышленный образец, патенты на селекционные достижения, свидетельства на программу для электронных вычислительных машин, базу данных, топологию интегральных микросхем, зарегистрированные в установленном порядке.

Выпускник аспирантуры должен предоставить в экзаменационную комиссию не позднее, чем за 3 дня до даты представления научного доклада следующие материалы:

- текст научно-квалификационной работы,
- текст и презентацию научного доклада,
- 2 рецензии на научно-квалификационную работу,
- список опубликованных работ по теме квалификационной работы,
- отзыв научного руководителя.

На заседании экзаменационной комиссии по оценке результатов научно-квалификационной работы, в состав которой входят лица, являющиеся научно-педагогическими работниками ПФИЦ УрО РАН, а также лица из сторонних организаций, аспирант выступает с научным докладом продолжительностью 15 мин. Отзыв научного руководителя и рецензии зачитывает председатель экзаменационной комиссии.

В ходе защиты научного доклада осуществляется итоговый контроль сформированности следующих компетенций выпускника аспирантуры.

Результаты представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

Требования к научно-выпускной квалификационной работе определяются ГОСТ Р 7.0.11-2011 и федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки **21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых** (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Выполненная научно-исследовательская работа должна соответствовать критериям, установленным для научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

Государственная итоговая аттестация аспирантов осуществляется в соответствии с требованиями Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ; Постановления Правительства РФ от 29.09.2013 г. № 842 «Положение о порядке присуждения ученых степеней»; приказа Минобрнауки РФ от 19.11.2013 г. № 1259 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»; приказа Минобрнауки РФ от 30.04.2015 г. № 464 "О внесении изменений в Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации)"; Федеральных образовательных стандартов высшего образования по направлениям подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации, ГОСТа Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации: структура и правила оформления»; Положения о порядке проведения государственной итоговой аттестации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук.

## **5.1. Фонд оценочных средств и критерии оценки представления научного доклада**

### **5.1.1. Перечень компетенций, проверяемых в ходе представления научного доклада**

Перечень компетенций, проверяемых в ходе представления научного доклада: **УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4.**

### **5.1.2 Критерии оценивания научного доклада**

Основной задачей ГЭК является обеспечение профессиональной объективной оценки научных знаний и практических навыков (компетенций) выпускников аспирантуры на основании экспертизы содержания научного доклада и оценки умения аспиранта представлять и защищать его основные положения. Оценка выставляется на основании изучения текстов научного доклада, отзыва руководителя, качества доклада, презентации, ответов аспирантов на вопросы. В оценке представленного научного доклада об основных

результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) учитывается:

- обоснование актуальности и значимости темы исследования;
- соответствие содержания НКР (диссертации) теме, поставленным цели и задачам;
- новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов исследования;
- обоснованность и четкость основных выводов и результатов исследования, сформулированных рекомендаций и положений, выносимых на защиту;
- владение научным стилем изложения, качество электронной презентации, иллюстративного материала и т.д.;
- глубина и точность ответов на вопросы, замечания и рекомендации членов ГЭК;
- оценка основных результатов научно-квалификационной работы (диссертации) научного руководителя и рецензента.

При оценке основных результатов научно-квалификационной работы (диссертации) могут быть приняты во внимание публикации автора, отзывы руководителей организаций и практических работников профессиональной сферы деятельности по тематике исследования. Оценка научного доклада об основных результатах подготовленной НКР определяется по следующим критериям:

**Оценка «отлично»:**

- обоснована актуальность решаемой задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний либо научное обоснование технических, технологических или иных решений и разработок, имеющие существенное значение для развития страны;
- обоснована научная новизна полученных результатов;
- глубоко и обстоятельно раскрыта тема, проведен всесторонний и качественный анализ научных источников и практического опыта;
- указана степень самостоятельности и поисковой активности,
- продемонстрирован творческий подход к решению задачи;
- научный доклад построен композиционно четко, обладают логической завершенностью;
- научный доклад написан грамотно, правильно оформлены;
- при представлении научного доклада аспирант правильно, полно и аргументировано отвечает на поставленные вопросы.

**Оценка «хорошо»:**

- обоснована актуальность решаемой задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний либо научное обоснование технических, технологических или иных решений и разработок, имеющие существенное значение для развития страны;
- обоснована научная новизна полученных результатов;
- полностью раскрыта тема, проведен качественный анализ научных источников и практического опыта;
- указана степень самостоятельности и поисковой активности;
- научный доклад обладают логической завершенностью, но имеются замечания по композиционному построению научно-квалификационной работы (диссертации) и (или) научного доклада;
- научный доклад написан грамотно, но имеются несущественные недочеты в оформлении;

- при представлении научного доклада аспирант правильно, но недостаточно полно и аргументировано отвечает на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно»:**

- обоснована актуальность решаемой задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний либо научное обоснование технических, технологических или иных решений и разработок, имеющие существенное значение для развития страны;

- обоснована научная новизна полученных результатов;

- тема научно-квалификационной работы (диссертации) в основном раскрыта, проведен анализ научных источников и практического опыта;

- указана степень самостоятельности и поисковой активности;

- научный доклад обладают логической завершенностью, но нечеткой структурой;

- научный доклад написан в целом грамотно но с небольшим количеством грамматических ошибок, имеются недочеты в оформлении;

- при представлении научного доклада аспирант отвечает не на все вопросы или на некоторые вопросы отвечает не корректно.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется в случае если работа не удовлетворяет хотя бы одному критерию на оценку «удовлетворительно».

При успешном представлении научного доклада и положительных результатах других видов государственной итоговой аттестации выпускников, решением Государственной аттестационной комиссии аспиранту присуждается квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь» и выдается диплом (с приложением) об окончании аспирантуры государственного образца. При неудовлетворительной оценке научный доклад не считается защищенным, диплом о присвоении квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» не выдается. Оценка представленного научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) вносится в протокол заседания государственной экзаменационной комиссии, зачетную книжку аспиранта и экзаменационную ведомость, проставляется на титульном листе рукописи и заверяется председателем ГЭК.



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ**  
Уральского отделения Российской академии наук

**Направление подготовки**

**21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых**  
**Профиль аспирантуры «Геомеханика разрушения горных пород, рудничная**  
**аэрогазодинамика и горная теплофизика»**

Билет № 1

1. Деформационные, прочностные и реологические характеристики горных пород, их физический смысл и размерность (*контроль знаний*).
2. Хрупкое термическое разрушение (ХТР). Поле температур и напряжений при ХТР (*контроль знаний*).
3. Сущностная характеристика преподавания как вида деятельности (*контроль знаний*).
4. Расчет НДС массива, разгруженного щелью (*контроль умений и навыков*).

Члены ГЭК

(подпись)

«            »

20\_ г.

