

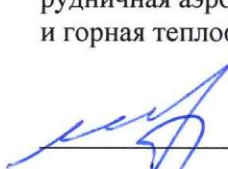


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП  
Геомеханика, разрушение горных пород,  
рудничная аэрогазодинамика  
и горная теплофизика

  
В.Н. Макишин

« 01 » июля 2015 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
горного дела и комплексного  
освоения георесурсов

  
В.Н. Макишин

« 01 » июля 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика**

**Направление подготовки**

**21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых»**

**Образовательная программа**

**«Геомеханика, разрушение горных пород,  
рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»**

**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 4  
лекции 18 час. / 0,5 з.е.  
практические занятия 18 час. / 0,5 з.е.  
лабораторные работы 0 час. / 0 з.е.  
с использованием МАО лек. 0/пр. 0/лаб.0 час.  
всего часов контактной работы 36 час.  
в том числе с использованием МАО 0 час., в электронной форме 0 час.  
самостоятельная работа 72 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 18 час.  
курсовая работа / курсовой проект нет  
зачет нет  
экзамен 4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30.07.2014 г. № 886

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры горного дела и комплексного освоения георесурсов, протокол № 16 от 30 июня 2015 г.

Заведующий кафедрой Макишин В.Н.  
Составитель: д.т.н. Макаров В.В.

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»**

Дисциплина «Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» и является дисциплиной по выбору базовой части учебного плана.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых», учебный план подготовки аспирантов по профилю «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

**Целью** изучения дисциплины является получение умений и навыков методологического подхода к решению теоретических и практических задач в области рудничной аэродинамики и горной теплофизики.

### **Задачи изучения дисциплины:**

1. Ознакомление с основными направлениями развития горной науки.
2. Получение навыков создания методик в области исследования георесурсного потенциала месторождений полезных ископаемых и подземных сооружений, обоснования направлений их безопасной и эффективной промышленной реализации; проектирования горных работ, добычи ископаемых строительства инженерных (наземных и подземных) сооружений.
3. Подготовка к преподавательской деятельности в области геоинформационных систем.

**Интерактивные формы обучения** составляют 18 часов и включают в себя лекционные занятия в виде презентаций и практические занятия с использованием программных продуктов общего назначения.

Для успешного изучения дисциплины «Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

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;

ОПК-2 Способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований;

ПК-3 Способность владеть междисциплинарным подходом как методологической основой проведения исследований в области геомеханики, аэро-

газодинамики и горной теплофизики; владеть методами организации экспедиционных и камеральных работ.

В результате изучения дисциплины у аспирантов формируются следующие общепрофессиональные / профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
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	Знает	современные научные достижения в рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	Умеет	критически оценивать и использовать их при генерировании новых идей в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	Владеет	навыками формирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
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	Знает	основы проектирования и методы проведения комплексных исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	Умеет	разрабатывать проекты проведения научных исследований и проводить комплексные исследования в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	Владеет	навыками разработки проектирования и осуществления комплексных исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
ОПК-1 Способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты	Знает	основные направления развития техники и технологий в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	Умеет	определять цели исследований, ставить задачи и проводить научные эксперименты в предметной области
	Владеет	методами постановки научного эксперимента, научного моделирования и системного анализа в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
ОПК-2 Способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований	Знает	методы и правила подготовки научно-технической документации, а также оформления публикаций различного уровня для апробации результатов исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	Умеет	подготавливать научно-технические отчеты в своей предметной деятельности, готовить публикации по результатам исследований
	Владеет	навыками подготовки научно-технических отчетов

		тов в своей предметной деятельности, публикаций по результатам исследований
ОПК-3 Готовность докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы	Знает	методы подготовки докладов и презентативного материала для аргументированной защиты полученных научных результатов в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	Умеет	готовить материалы к докладам и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы по направлению исследований
	Владеет	навыками подготовки материалов и аргументированной защиты полученных результатов в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
ПК– 1 Способность применять на практике знания о горном массиве и его свойствах, способах и методах управления состоянием массива и рудничной атмосферы, обобщать полученные результаты натурных наблюдений и модельных исследований, формулировать выводы и практические рекомендации на основе проводимых научных исследований	Знает	методы научного поиска, получения информации о горном массиве, критического анализа и оценки современных научных достижений по направлению научной деятельности, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	Умеет	анализировать полученные результаты, альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач, обобщать, создавать, сопоставлять и оценивать эти варианты, формулировать выводы и давать практические рекомендации по использованию результатов исследований
	Владеет	навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
ПК- 2 Готовность применять современные методы обработки и интерпретации полученной в результате проведения натурных и на эквивалентных материалах экспериментов информации при проведении научных и прикладных исследований	Знает	основные методы постановки научных экспериментов, моделирования на эквивалентных материалах
	Умеет	комплектовать оборудование, приборы и выбирать материалы для постановки научных экспериментов, работать с этими приборами и оборудованием, формировать и аргументировано отстаивать принятые решения; критически оценивать полученные результаты
	Владеет	навыками постановки научных экспериментов, обобщения и анализа полученных результатов исследований, аргументированного изложения собственной точки зрения
ПК-3 Способность владеть междисциплинарным подходом как методологической основой проведения ис-	Знает	основные методологические подходы в области проведения исследований в своей профессиональной деятельности
	Умеет	использовать методологические основы проведения исследований в области рудничной аэрогазо-

следований в области геомеханики, аэрогазодинамики и горной теплофизики; владеть методами организации экспедиционных и камеральных работ		динамики и горной теплофизики
	Владеет	навыками применения методологических принципов при проведении научных исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
ПК– 4 Готовность создавать и использовать современные модели состояния массива и его свойств для анализа и прогноза, использовать новый отечественный и зарубежный опыт в области горного дела	Знает	современные способы моделирования свойств горного массива и методы их исследования и анализа в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	Умеет	формировать модели горного массива с использованием эквивалентных материалов и компьютерного моделирования, использовать специализированное программное обеспечение с учетом отечественного и зарубежного опыта в области проводимых исследований и на междисциплинарном уровне, осуществлять технологическую, технико-экономическую и социально-экономическую оценку этих моделей
	Владеет	информацией и навыками создания моделей горного массива с заданными физико-механическими свойствами, передовыми технологиями обработки массивов исходных данных и их графической интерпретации с целью анализа полученных результатов

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: презентации, методы проектов и мозгового штурма.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(18 часов, в том числе 0 часов с использованием методов активного обучения)**

## **МОДУЛЬ 1. Рудничная аэрогазодинамика (4 ч.)**

### **Тема 1. Аэродинамические параметры рудничной атмосферы (2 ч.)**

Основные представления о рудничной атмосфере, газовом и температурно-влажностном режиме горных предприятий. Газово-пылевой баланс рудничного предприятия и его составляющих.

### **Тема 2. Рудничная газодинамика шахт и рудников (2 ч.)**

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 газовыделением. 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, выемоч-

ных участков, выработанных пространств. Моделирование аэрогазодинамических процессов в шахтах. Критерии подобия при моделировании. Числа Архимеда, Нуссельта, Пекле, Прандтля, Стентона, Струхалия, Фруда, Шмидта, Эйлера.

### **Тема 3. Аэрология карьеров (2 ч.)**

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.

## **МОДУЛЬ 2. Горная теплотехника (12 ч.)**

### **Тема 1. Основы термодинамики горных пород (2 ч.)**

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.

## **Тема 2.** Тепло- и массоперенос: основные представления (2 ч.)

Уравнение первого закона термодинамики для потока. Сопло Лавалья. 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.

## **Тема 3.** Тепло земных недр (2 ч.)

Термодинамические параметры земной коры. Источники тепла земных недр. Теплоперенос в недрах Земли. Использование тепла земных недр.

## **Тема 4.** Теплообмен в горных выработках (2 ч.)

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

## **Тема 5.** Промерзание и оттаивание связных пород на открытых разработках (2 ч.)

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).

## **Тема 6.** Замораживание пород при строительстве подземных сооружений (2 ч.)

Тепло- и массоперенос в горных породах при замораживании. Термодиффузия влаги при замораживании пород. Расчет параметров заморажива-



ния пород вокруг одиночной скважины. Расчет параметров замораживания при формировании ледопородных ограждений.

#### **Тема 6.** Термическое разрушение горных пород (2 ч.)

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).

### **МОДУЛЬ 3.** Горная теплотехника в производственных процессах (2 ч.)

**Тема 1.** Скважинные геотехнологии добычи полезных ископаемых, основанные на методах теплофизики (2 ч.)

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).

**Тема 2.** Термические процессы при подготовке рудного сырья к металлургическому переделу и сушка горной массы (2 ч.)

Сушка горной массы. Поверхностная и полная сушка (тепловой баланс, тепло- и массообмен, техника и технология, область применения).

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 часов, в том числе 0 часов с использованием методов активного обучения)**

**Практическое занятие 1.** Изучение методик измерения и расчетов параметров воздуха подземных выработок (2 ч.).

Изучение параметров атмосферного воздуха. Изучение приборов для определения этих параметров (замеры термовлажностных и динамических характеристик). Производство замеров и анализ полученных результатов. В обсуждении результатов принимают участие все аспиранты, делаются выводы. Заключение по результатам занятия делает преподаватель.

**Практическое занятие 2.** Моделирование и расчет вентиляционных сетей (6 ч.).

По тематике занятия аспиранты получают расчетно-графическое задание на основе фактических данных горных предприятий. Построение аэродинамических схем. Расчет аэродинамических схем. Определение расходов воздуха по потребителям. Выбор оборудования. В обсуждении результатов принимают участие все аспиранты, делаются выводы. Заключение по результатам занятия делает преподаватель.

**Практическое занятие 3.** Моделирование параметров вентиляции карьеров. (2 ч.).

Изучение на примере горных предприятий условий проветривания открытых горных работ. Влияние розы ветров на условия проветривания. Определение загазованности карьеров в зависимости от их глубины. В обсуждении принимают участие все аспиранты, делаются выводы. Заключение по результатам занятия делает преподаватель.

**Практическое занятие 4.** Изучение параметров тепло- и массопереноса (2 ч.).

Изучение видов теплоносителей и теплообмена. Определение термодинамических параметров теплоносителей. Изучение методов и расчет параметров нагрева твердых тел.

По тематике занятия аспиранты получают расчетное задание, производят необходимые расчеты и графические построения. В обсуждении полученных результатов принимают участие все аспиранты, делаются выводы. Заключение по результатам занятия делает преподаватель.

**Практическое занятие 5.** Тепловой режим горных выработок (2 ч.).

Определение параметров калориферных установок. Изучение схем теплообмена на горных предприятиях в условиях Крайнего Севера. Кондиционирование воздуха. Обсуждение результатов занятия. Заключение по результатам занятия делает преподаватель.

**Практическое занятие 6.** Изучение методов воздействия на массив в сложных горно-геологических условиях (2 ч.).

Изучение технологий замораживания грунтов и пород. Определение параметров промерзания при открытых горных работах и строительстве подземных сооружений. Обсуждение результатов занятия. Заключение по результатам занятия делает преподаватель.

**Практическое занятие 7.** использование процессов теплофизики в промышленном производстве (2 ч.).

Изучение опыта подземной выплавки серы, подземной газификации углей. Расчет параметров подземного генератора. Проектирование системы разработки при геотехнологических методах. Выполнение необходимых расчетов и графических построений. Обсуждение результатов занятия. Заключение по результатам занятия делает преподаватель.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Разрушение горных пород» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Разрушение горных пород в процессе ведения буровзрывных работ	УК-1	Знает	УО-1	Вопросы для собеседования
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		УК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-1	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
ОПК-3	Знает	УО-1			
	Умеет	УО-1			

			Владеет	УО-1	
		ПК-1	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-3	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-4	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
2	Механические и специальные методы разрушения горных пород	УК-1	Знает	УО-1	Вопросы для собеседования
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		УК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-1	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-3	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-1	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-3	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
ПК-4	Знает	УО-1			
	Умеет	УО-1			
	Владеет	УО-1			
3	Горная теплотехника в производственных процессах	УК-1	Знает	УО-1	Вопросы для собеседования
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		УК-2	Знает	УО-1	

		Умеет	УО-1
		Владеет	УО-1
	ОПК-1	Знает	УО-1
		Умеет	УО-1
		Владеет	УО-1
	ОПК-2	Знает	УО-1
		Умеет	УО-1
		Владеет	УО-1
	ОПК-3	Знает	УО-1
		Умеет	УО-1
		Владеет	УО-1
	ПК-1	Знает	УО-1
		Умеет	УО-1
		Владеет	УО-1
	ПК-2	Знает	УО-1
		Умеет	УО-1
		Владеет	УО-1
	ПК-3	Знает	УО-1
		Умеет	УО-1
		Владеет	УО-1
	ПК-4	Знает	УО-1
		Умеет	УО-1
		Владеет	УО-1

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении 2.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

(печатные и электронные издания)

1. Каледина Н.О. Вентиляция производственных объектов: Учеб. пособие. -4-е изд., стер.- М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2008. - 193 с. Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741805510.html>

2. Килин П.И., Килин К.П. Промышленная вентиляция: Монография. - М.: ГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2010. - 340 с. Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785999400208.html>

3. Ивановский И.Г., Макишин В.Н. Вентиляция шахт : учебно-методическое пособие –Владивосток: Дальневосточный государственный технический университет, 2007. – 242 с. Режим доступа:

**Дополнительная литература**  
(печатные и электронные издания)

1. Термодинамика: учебник для вузов / С. А. Гончаров. –М.: Изд-во Московского горного университета, 2001. -440 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:360049&theme=FEFU>
2. Аэрогазодинамика выемочного участка / Ф. А. Абрамов, Б. Е. Грецингер, В. В. Соболевский [и др.]; СУЭК. –М.: Горное дело, 2011. -231 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:660964&theme=FEFU>
3. Маковский, Л. В. Вентиляция автодорожных тоннелей [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Л. В. Маковский, Ю. В. Трофименко, Н. А. Евстигнеева. - М.: МАДИ (ГТУ), 2009. – 148 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=444173>
4. Жуков, В. И. Оценка воздействия транспортно-дорожного комплекса на окружающую среду. Книга 1 [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Жуков, Л. Н. Горбунова, С. В. Севастьянов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 784 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=441428>
5. Бойко, Е. А. Реакционная способность энергетических углей [Электронный ресурс] : монография / Е. А. Бойко. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2011. - 608 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=441211>
6. Технология подготовки грунтов к разработке в зимний период [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. И. Васильев, В. Н. Анфёров, В. М. Мелкозёров и др. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 136 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=492804>
7. Желукевич, Р. Б. Разработка мерзлых грунтов землеройными машинами с дисковым инструментом [Электронный ресурс]: монография / Р. Б. Желукевич. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 196 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=492727>
8. Ушаков В.К. Математическое моделирование надежности и эффективности шахтных вентиляционных систем: Учебное пособие. - 2-е изд., стер. - М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003.- 181 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5741801072.html>

9. Газовая динамика шахт / К. З. Ушаков. –М.: Изд-во МГГУ, 2004. – 481 с.

Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:394522&theme=FEFU>

10. Ивановский И. Г. Аэрология: учебно-методический комплекс. – Владивосток: Дальневосточный государственный технический университет, 2008 – 229 с. Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:384659&theme=FEFU>

### **Нормативно-правовые материалы**

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при взрывных работах». Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, приказ от 16 декабря 2013 г. № 605. [электронный ресурс:

<http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=161521#0>].

2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 декабря 2013 г. № 599. [электронный ресурс: <http://base.garant.ru/70691622/>].

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

#### **«Интернет»**

1. Библиотека ДВФУ

<https://www.dvfu.ru/library/>

2. Библиотека НИТУ МИСиС

<http://lib.misis.ru/elbib.html>

3. Библиотека Санкт-Петербургского горного университета

<http://www.spmi.ru/biblio>

4. Горный информационно-аналитический бюллетень

<http://www.gornaya-kniga.ru/periodic>

5. Горный журнал

<http://www.rudmet.ru/catalog/journals/1/?language=ru>

6. Глюкауф на русском языке

<http://www.gluckauf.ru/>

7. Безопасность труда в промышленности

<http://www.btpnadzor.ru/>

8. Научная электронная библиотека

<http://elibrary.ru/titles.asp>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. Справочная система «Гарант» <http://garant.ru/>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

В учебный курс дисциплины «Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» включены практические занятия по дисциплине в объеме 10 часов.

Практикум состоит из отдельных заданий, рассчитанных на выполнение каждого в течение 2 часов из бюджета времени, предусмотренного на самостоятельную работу аспиранта. Представленные в разработке практические занятия тематически охватывают значительную часть программы дисциплины. Задания предусматривают решение задач, помогающее осмыслить и усвоить лекционный материал дисциплины, задачи аналогичного типа повседневно встречаются в практической деятельности горного инженера.

Методика проведения практических занятий основана на выдаче всего комплекса материалов по практикуму в течение первых двух недель семестра. Каждый аспирант получает индивидуальное задание в виде варианта, устанавливаемого преподавателем, и графика выполнения этих заданий. На каждом очередном занятии аспирант представляет решение своего варианта и получает консультацию по дальнейшей работе.

Структура методической разработки по практическим занятиям включает определение цели занятия, краткие теоретические сведения и ссылки на литературу по теме занятия, пример решения задачи на основе конкретных исходных данных, вопросы для самоконтроля, варианты исходных данных и список литературы. Основные и в значительной мере достаточные теоретические сведения по заданиям содержатся в первом и втором разделах первой части работы.

На первом занятии по дисциплине аспирант информируется о введении в действие практики оценки знаний по балльной системе, а также о методике оценки усвоения материалов дисциплины в конце семестра. Даются комментарии о возможных вариантах этой оценки (балльная система с учетом текущей аттестации и сдача экзамена по теоретическому материалу).

Аспирантам разъясняются принципы формирования системы знаний по дисциплине, поясняется влияние различных составляющих работы над материалами дисциплины (посещение лекций, ведение конспекта, выполнение практических заданий), обращается их внимание на регулярность работы и своевременность выполнения текущей работы.



О результатах работы аспиранта ставятся в известность руководитель образовательной программой, заведующий кафедрой и администратор образовательных программ.

На предпоследней неделе семестра аспиранту сообщаются итоговые показатели по оценке его работы в семестре и даются разъяснения по процедуре итоговой оценки знаний.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Проведение лекционных занятий предусмотрено в мультимедийной аудитории. Лекции проводятся с использованием презентаций и видеоматериалов. Выполнение практических заданий предполагает использование прикладных компьютерных программ пакета Microsoft Office для выполнения математических расчетов и пояснительных записок, справочной системы «Гарант» для получения нормативной и методической справочной литературы, а также программ AutoCAD и Photoshop для разработки графических материалов. Практические занятия проводятся в компьютерном классе кафедры ГДиКОГР, а также самостоятельно с использованием ноутбуков.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине

**Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика**

Направление подготовки

**21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых»**

Профиль «Геомеханика, разрушение горных пород,  
рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Форма подготовки (очная)

**Владивосток  
2015**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	4 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 1	7	Собеседование, защита практической работы
2	6 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 2	7	Собеседование, защита практической работы
3	18 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 3	8	Собеседование, защита практической работы
4	12 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 4	8	Собеседование, защита практической работы
5	14 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 5	8	Собеседование, защита практической работы
6	16 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 6	8	Собеседование, защита практической работы
7	16 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 7	8	Собеседование, защита практической работы
	ВСЕГО		54	

### Методические указания к выполнению самостоятельной работы

Основной целью самостоятельной работы аспирантов является улучшение профессиональной подготовки специалистов высшей квалификации, направленное на формирование у них системы профессиональных компетенций, необходимых в их будущей практической деятельности.

При изучении дисциплины предполагается выполнение следующих видов СРС:

1. Внеаудиторная самостоятельная работа.
2. Аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа предполагает выполнение аспирантом практических заданий, работу с учебной, нормативной и научно-технической литературой с использованием электронных библиотечных ресурсов. Выдаваемые преподавателем задания носят исследовательский характер и связаны с научно-исследовательской работой аспиранта.

Практические занятия проводятся преподавателем в виде собеседования, на котором аспирант предъявляет выполненные практические задания (зада-

чи), обосновывает принятые технологические решения, защищает полученные результаты, оформленные в виде пояснительной записки в соответствии с разделом II «Структура и содержание практической части курса».

При выполнении расчетно-графической части практического задания аспирант предоставляет к защите помимо пояснительной записки графические материалы, выполненные на формате листа А4.

Недостающие данные могут приниматься аспирантами самостоятельно по материалам собственных исследований, проектной документации или из литературных источников. Детали задания уточняются в личной беседе с преподавателем.

На консультациях аспиранты могут получить от ведущего преподавателя сведения о компьютерных программах, дополнительной литературе и советы по выполнению практических заданий.

При отрицательных результатах собеседования задание не засчитывается, и работа возвращается аспиранту на доработку.

Самостоятельная работа по дисциплине «Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» подготавливает студента к прохождению государственной итоговой аттестации и подготовке к работе над методической частью диссертационной работы.

#### **Критерии оценки при собеседовании:**

- 100-85 баллов – если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

- 85-76 баллов – ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Допускается одна-две неточности в ответе.

- 75-61 балл – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, не-

достаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

• 60-50 баллов – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

***Вопросы для собеседования:***

1. Описать температурно-влажностный режим горных предприятий.
2. Основные законы аэродинамики применительно к рудничной атмосфере.
3. Виды выделения метана в шахтах. Предельно допустимые концентрации.
4. Описать способы дегазации. Дать характеристику их эффективности.
5. Тепловой баланс горного предприятия.
6. Естественная тяга и ее влияние на аэродинамические процессы горного предприятия.
7. Описать горючие и взрывчатые свойства угольной и сланцевой пыли. Привести особенности взрывов угольной пыли в шахтах.
8. Виды аэродинамических сопротивлений. Их влияние на параметры вентиляционной сети.
9. Слоевые скопления газов и механизм их формирования. Число Ричардсона.
10. Описать основные закономерности аэрогазодинамики тупиковых и камерных выработок.
11. Требования к тепловому режиму в подземных выработках.
12. Методы нормализации температурного режима рудничного воздуха.
13. Методы расчета параметров нагрева твердых тел.
14. Виды теплоносителей и теплообмена.
15. Уравнение первого закона термодинамики для потока.
16. Методы термического разрушения горных пород.
17. Технологии подземной выплавки серы.
18. Технологии подземной газификации угля.

19. Изменение свойств горных пород и минералов в зависимости от температуры.

20. Термодинамические системы и процессы в горных породах.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине

**Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика**

Направление подготовки

**21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых»**

Профиль «Геомеханика, разрушение горных пород,  
рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Форма подготовки (очная)

**Владивосток**  
**2015**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
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	Знает	современные научные достижения в рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	Умеет	критически оценивать и использовать их при генерировании новых идей в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	Владеет	навыками формирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
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	Знает	основы проектирования и методы проведения комплексных исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	Умеет	разрабатывать проекты проведения научных исследований и проводить комплексные исследования в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	Владеет	навыками разработки проектирования и осуществления комплексных исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
ОПК-1 Способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты	Знает	основные направления развития техники и технологий в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	Умеет	определять цели исследований, ставить задачи и проводить научные эксперименты в предметной области
	Владеет	методами постановки научного эксперимента, научного моделирования и системного анализа в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
ОПК-2 Способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований	Знает	методы и правила подготовки научно-технической документации, а также оформления публикаций различного уровня для апробации результатов исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	Умеет	подготавливать научно-технические отчеты в своей предметной деятельности, готовить публикации по результатам исследований
	Владеет	навыками подготовки научно-технических отчетов в своей предметной деятельности, публикаций по результатам исследований
ОПК-3 Готовность докладывать и аргумен-	Знает	методы подготовки докладов и презентативного материала для аргументированной защиты полу-



тировано защищать результаты выполненной научной работы		ченных научных результатов в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	Умеет	готовить материалы к докладам и аргументированно защищать результаты выполненной научной работы по направлению исследований
	Владеет	навыками подготовки материалов и аргументированной защиты полученных результатов в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
ПК– 1 Способность применять на практике знания о горном массиве и его свойствах, способах и методах управления состоянием массива и рудничной атмосферы, обобщать полученные результаты натурных наблюдений и модельных исследований, формулировать выводы и практические рекомендации на основе проводимых научных исследований	Знает	методы научного поиска, получения информации о горном массиве, критического анализа и оценки современных научных достижений по направлению научной деятельности, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	Умеет	анализировать полученные результаты, альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач, обобщать, создавать, сопоставлять и оценивать эти варианты, формулировать выводы и давать практические рекомендации по использованию результатов исследований
	Владеет	навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
ПК- 2 Готовность применять современные методы обработки и интерпретации полученной в результате проведения натурных и на эквивалентных материалах экспериментов информации при проведении научных и прикладных исследований	Знает	основные методы постановки научных экспериментов, моделирования на эквивалентных материалах
	Умеет	комплектовать оборудование, приборы и выбирать материалы для постановки научных экспериментов, работать с этими приборами и оборудованием, формировать и аргументированно отстаивать принятые решения; критически оценивать полученные результаты
	Владеет	навыками постановки научных экспериментов, обобщения и анализа полученных результатов исследований, аргументированного изложения собственной точки зрения
ПК-3 Способность владеть междисциплинарным подходом как методологической основой проведения исследований в области геомеханики, аэрогазодинамики и горной теплофизики; владеть методами организации	Знает	основные методологические подходы в области проведения исследований в своей профессиональной деятельности
	Умеет	использовать методологические основы проведения исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	Владеет	навыками применения методологических принципов при проведении научных исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теп-

экспедиционных и камеральных работ		лофизики
ПК– 4 Готовность создавать и использовать современные модели состояния массива и его свойств для анализа и прогноза, использовать новый отечественный и зарубежный опыт в области горного дела	Знает	современные способы моделирования свойств горного массива и методы их исследования и анализа в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	Умеет	формировать модели горного массива с использованием эквивалентных материалов и компьютерного моделирования, использовать специализированное программное обеспечение с учетом отечественного и зарубежного опыта в области проводимых исследований и на междисциплинарном уровне, осуществлять технологическую, технико-экономическую и социально-экономическую оценку этих моделей
	Владеет	информацией и навыками создания моделей горного массива с заданными физико-механическими свойствами, передовыми технологиями обработки массивов исходных данных и их графической интерпретации с целью анализа полученных результатов

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Разрушение горных пород в процессе ведения буровзрывных работ	УК-1	Знает	УО-1	Вопросы для собеседования
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		УК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК–1	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК–2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК–3	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК–1	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	

		ПК-3	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-4	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
2	Механические и специальные методы разрушения горных пород	УК-1	Знает	УО-1	Вопросы для собеседования
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		УК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-1	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-3	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-1	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-3	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
ПК-4	Знает	УО-1			
	Умеет	УО-1			
	Владеет	УО-1			
3	Горная теплотехника в производственных процессах	УК-1	Знает	УО-1	Вопросы для собеседования
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		УК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-1	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	

		Владеет	УО-1
	ОПК-3	Знает	УО-1
		Умеет	УО-1
		Владеет	УО-1
	ПК-1	Знает	УО-1
		Умеет	УО-1
		Владеет	УО-1
	ПК-2	Знает	УО-1
		Умеет	УО-1
		Владеет	УО-1
	ПК-3	Знает	УО-1
		Умеет	УО-1
		Владеет	УО-1
	ПК-4	Знает	УО-1
		Умеет	УО-1
		Владеет	УО-1

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
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	знает (пороговый уровень)	современные научные достижения в рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Знание современных научных достижений в рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Способность использовать современные научные достижения в рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики в своей профессиональной деятельности
	умеет (продвинутый)	критически оценивать и использовать их при генерировании новых идей в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Умение критически оценивать и использовать их при генерировании новых идей в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Способность критически оценивать и использовать их при генерировании новых идей в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	владеет (высокий)	навыками формирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Владение навыками формирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Способность создавать новые идеи при решении исследовательских и практических задач в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
УК-2 Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с ис-	знает (пороговый уровень)	основы проектирования и методы проведения комплексных исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Знание основ проектирования и методов проведения комплексных исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Способность к проектированию и проведению комплексных исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	умеет (продвинутый)	разрабатывать проекты проведения научных исследований и проводить комплекс-	Умение разрабатывать проекты проведения научных исследований и прово-	Способность разрабатывать проекты проведения научных исследований и проводить комплексные исследо-

пользованием знаний в области истории и философии науки		ные исследования в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	дить комплексные исследования в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	вания в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	владеет (высокий)	навыками разработки проектирования и осуществления комплексных исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Владеет навыками проектирования и осуществления комплексных исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Способность к проектированию и проведению комплексных исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
ОПК-1 Способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты	знает (пороговый уровень)	основные направления развития техники и технологий в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Знание основные направления развития техники и технологий в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Способность использовать знание основных направлений развития техники и технологий в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики в своей профессиональной деятельности
	умеет (продвинутый)	определять цели исследований, ставить задачи и проводить научные эксперименты в предметной области	Умение определять цели исследований, ставить задачи и проводить научные эксперименты в предметной области	Способность определять цели исследований, ставить задачи и проводить научные эксперименты в предметной области
	владеет (высокий)	методами постановки научного эксперимента, научного моделирования и системного анализа в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Владение методами постановки научного эксперимента, научного моделирования и системного анализа в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Способность к постановке научного эксперимента, проведению научного моделирования и системного анализа в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
ОПК-2 Способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований	знает (пороговый уровень)	методы и правила подготовки научно-технической документации, а также оформления публикаций различного уровня для апробации результатов исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Знание методов и правил подготовки научно-технической документации, а также оформления публикаций различного уровня для апробации результатов исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Способность к подготовке научно-технической документации, а также оформлению публикаций различного уровня для апробации результатов исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	умеет (продвинутый)	подготавливать научно-технические отчеты в своей предметной деятельности, готовить публикации по результатам исследований	Умение подготавливать научно-технические отчеты в своей предметной деятельности, готовить публикации по результатам исследований	Способность подготавливать научно-технические отчеты в своей предметной деятельности, готовить публикации по результатам исследований
	владеет (высокий)	навыками подготовки научно-технических отчетов в своей предметной деятельности, публикаций по результатам исследований	Владение навыками подготовки научно-технических отчетов в своей предметной деятельности, публикаций по результатам исследований	Способность подготавливать научно-технические отчеты в своей предметной деятельности, публикаций по результатам исследований

ОПК-3 Готовность доклада-вать и аргументи-ровано защищать результаты вы-полненной науч-ной работы	знает (порого-вый уровень)	методы подготовки докладов и презента-тивного материала для аргументирован-ной защиты полу-ченных научных ре-зультатов в области рудничной аэрогазо-динамики и горной теплофизики	Знание методов под-готовки докладов и презентативного ма-териала для аргумен-тированной защиты полученных научных результатов в обла-сти рудничной аэро-газодинамики и гор-ной теплофизики	Способность к подготовке докладов и презентативного материала для аргумен-тированной защиты получен-ных научных результатов в области рудничной аэрога-зодинамики и горной теп-лофизики
	умеет (про-двинутый)	готовить материалы к докладам и аргумен-тировано защищать результаты выпол-ненной научной ра-боты по направлению исследований	Умение готовить ма-териалы к докладам и аргументировано защищать результаты выполненной науч-ной работы по направлению иссле-дований	Способность готовить ма-териалы к докладам и аргу-ментировано защищать ре-зультаты выполненной научной работы по направ-лению исследований
	владеет (высо-кий)	навыками подготовки материалов и аргу-ментированной за-щиты полученных результатов в обла-сти рудничной аэро-газодинамики и гор-ной теплофизики	Владение навыками подготовки материа-лов и аргументиро-ванной защиты полу-ченных результатов в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Способность использовать навыки подготовки матери-алов для аргументирован-ной защиты полученных результатов в области руд-ничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
ПК– 1 Способ-ность применять на практике зна-ния о горном мас-сиве и его свой-ствах, способах и методах управле-ния состоянием массива и руд-ничной атмосфе-ры, обобщать по-лученные резуль-таты натуральных наблюдений и модельных ис-следований, фор-мулировать выво-ды и практиче-ские рекоменда-ции на основе проводимых научных исследо-ваний	знает (порого-вый уровень)	методы научного поиска, получения информации о гор-ном массиве, крити-ческого анализа и оценки современных научных достижений по направлению научной деятельно-сти, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Знание свойств гор-ного массива, мето-дов критического анализа и оценки современных науч-ных достижений по направлению науч-ной деятельности, а также методы гене-рирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Способность использовать знания свойств горного массива для критического анализа и оценки современ-ных научных достижений по направлению научной деятельности, а также мето-ды генерирования новых идей при решении исследо-вательских и практических задач в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики и обобщении полученных результатов
	умеет (про-двинутый)	анализировать полу-ченные результаты, альтернативные ва-рианты решения исследовательских и практических задач, обобщать, создавать, сопоставлять и оце-нивать эти варианты, формулировать вы-воды и давать прак-тические рекоменда-ции по использова-нию результатов ис-следований	Умение анализиро-вать полученные ре-зультаты, альтерна-тивные варианты решения исследова-тельских и практиче-ских задач при изу-чении свойств горно-го массива, обоб-щать, создавать, со-поставлять и оцени-вать результаты натуральных наблюде-ний и выполненных исследований, фор-мулировать выводы и давать практические рекомендации по использованию этих результатов	Способность анализировать полученные результаты исследования свойств гор-ных массивов, предлагать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач в ис-следовании горных пород, обобщать, создавать, сопо-ставлять и оценивать полу-ченные результаты, форму-лировать выводы и давать практические рекомендации по их использованию в научной и практической деятельности

	владеет (высокий)	навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Владение навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики при изучении свойств горных пород и массивов	Способность к сбору, обработке, анализу и систематизации информации по теме исследования; использованию апробированных методов и средств решения задач исследования в области исследования свойств горных пород и массивов
ПК- 2 Готовность применять современные методы обработки и интерпретации полученной в результате проведения натуральных и на эквивалентных материалах экспериментов информации при проведении научных и прикладных исследований	знает (пороговый уровень)	основные методы постановки научных экспериментов, моделирования на эквивалентных материалах	Знание основные методы постановки научных экспериментов, моделирования на эквивалентных материалах	Способность к постановке научных экспериментов, моделирования на эквивалентных материалах при изучении свойств горных пород и вмещающих массивов
	умеет (продвинутый)	комплектовать оборудование, приборы и выбирать материалы для постановки научных экспериментов, работать с этими приборами и оборудованием, формировать и аргументировано отстаивать принятые решения; критически оценивать полученные результаты	Умение комплектовать оборудование, приборы и выбирать материалы для постановки научных экспериментов, работать с этими приборами и оборудованием при проведении исследований свойств горных пород, формировать и аргументировано отстаивать принятые решения; критически оценивать полученные результаты	Способность комплектовать оборудование, приборы и выбирать материалы для постановки научных экспериментов для изучения свойств горных пород, работать с этими приборами и оборудованием, формировать и аргументировано отстаивать принятые решения; критически оценивать полученные результаты исследований
	владеет (высокий)	навыками постановки научных экспериментов, обобщения и анализа полученных результатов исследований, аргументированного изложения собственной точки зрения	Владение навыками постановки научных экспериментов, обобщения и анализа полученных результатов исследований, аргументированного изложения собственной точки зрения	Способность к постановке научных экспериментов, обобщению и анализу полученных результатов исследований свойств горных пород, аргументированного изложения собственной точки зрения
ПК-3 Способность владеть междисциплинарным подходом как методологической основой проведения исследований в области геомеханики, аэрогазодинамики и горной теплофизики; владеть методами организации экспедиционных и	знает (пороговый уровень)	основные методологические подходы в области проведения исследований в своей профессиональной деятельности	Знание основных методологических подходов в области проведения исследований в своей профессиональной деятельности	Способность использовать основные методологические подходы в области проведения исследований в своей профессиональной деятельности
	умеет (продвинутый)	использовать методологические основы проведения исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Умение использовать методологические основы проведения исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Способность использовать методологические основы проведения исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	владеет (высокий)	навыками примене-	Владение навыками	Способность к использова-

камеральных работ	кий)	ния методологических принципов при проведении научных исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	применения методологических принципов при проведении научных исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	нию методологических принципов при проведении научных исследований в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
ПК– 4 Готовность создавать и использовать современные модели состояния массива и его свойств для анализа и прогноза, использовать новый отечественный и зарубежный опыт в области горного дела	знает (пороговый уровень)	современные способы моделирования свойств горного массива и методы их исследования и анализа в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Знание современных способов моделирования свойств горного массива и методы их исследования и анализа в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики	Способность к моделированию свойств горного массива и использованию методов их исследования и анализа в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики
	умеет (продвинутый)	формировать модели горного массива с использованием эквивалентных материалов и компьютерного моделирования, использовать специализированное программное обеспечение с учетом отечественного и зарубежного опыта в области проводимых исследований и на междисциплинарном уровне, осуществлять технологическую, технико-экономическую и социально-экономическую оценку этих моделей	Умение формировать модели горного массива с использованием эквивалентных материалов и компьютерного моделирования, использовать специализированное программное обеспечение с учетом отечественного и зарубежного опыта в области проводимых исследований и на междисциплинарном уровне	Способность к созданию моделей горного массива с использованием эквивалентных материалов и компьютерного моделирования, использованию специализированного программного обеспечения с учетом отечественного и зарубежного опыта в области проводимых исследований и на междисциплинарном уровне
	владеет (высокий)	информацией и навыками создания моделей горного массива с заданными физико-механическими свойствами, передовыми технологиями обработки массивов исходных данных и их графической интерпретации с целью анализа полученных результатов	Владение навыками создания моделей горного массива с заданными физико-механическими свойствами, передовыми технологиями обработки массивов исходных данных и их графической интерпретации с целью анализа полученных результатов	Способность к разработке моделей горного массива с заданными физико-механическими свойствами, передовыми технологиями обработки массивов исходных данных и их графической интерпретации с целью анализа полученных результатов

Согласно приказу Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 марта 2014 г. № 247 «Об утверждении порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их



перечня», кандидатские экзамены являются формой промежуточной аттестации при освоении программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Для приема кандидатских экзаменов создаются комиссии по приему кандидатских экзаменов из числа научно-педагогических работников (в том числе работающих по совместительству), высококвалифицированных научно-педагогических и научных кадров. В состав экзаменационной комиссии могут включаться научно-педагогические работники других организаций.

Решение экзаменационной комиссии оформляется протоколом, в котором указывается:

наименование дисциплины;

код и наименование направления подготовки, профиль, по которому сдавался кандидатский экзамен;

вопросы по билетам и дополнительные вопросы;

оценка уровня знаний аспиранта (по пятибалльной шкале);

фамилия, имя, отчество (последнее - при наличии), ученая степень, ученое звание и должность каждого члена экзаменационной комиссии.

Протокол подписывается членами экзаменационной комиссии, присутствующими на экзамене, и утверждается проректором по научной работе.

## **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

### **Вопросы для подготовки к экзамену**

1. Рудничная атмосфера: физические и химические свойства газов. Понятие динамически активных и пассивных газов в рудничной атмосфере.
2. Температурно-влажностный режим шахт (рудников) и факторы его определяющие.
3. Основные законы аэростатики и аэродинамики применительно к рудничной атмосфере.
4. Газоносность угольных пластов, горных пород, горных выработок и шахт. Виды выделения метана в шахтах.
5. Прогноз газовыделения в горные выработки. Управление газовыделением. Способы дегазации и их эффективность.
6. Тепловой баланс шахт и кондиционирование шахтного воздуха.
7. Шахтная пыль. Горючие и взрывчатые свойства угольной и сланцевой пыли. Особенности взрывов угольной пыли в шахтах.
8. Режимы движения воздуха в шахтах (рудниках). Природа турбулентности. Основные характеристики турбулентности в шахтных вентиляционных потоках. Фильтрационные течения. Критическое число Рейнольдса.

9. Природа аэродинамических сопротивлений элементов шахтной вентиляционной сети. Закон сопротивления горных выработок, выработанных пространств.
10. Диффузия газов в горных шахтных вентиляционных потоках. Уравнение конвективной диффузии.
11. Граничные условия в задачах переноса газообразных примесей шахтными вентиляционными потоками.
12. Соотношение сил в фильтрационных потоках утечек. Коэффициент турбулентной диффузии.
13. Стратифицированные потоки. Слоевые скопления газов и механизм их формирования. Число Ричардсона.
14. Статика и динамика рудничных вентиляционных систем.
15. Газодинамические процессы в шахтах (рудниках) и их характеристики.
16. Переходные газодинамические процессы в шахтных вентиляционных системах.
17. Основные закономерности аэрогазодинамики тупиковых выработок и камер, выемочных участков, выработанных пространств.
18. Моделирование аэрогазодинамических процессов в шахтах. Критерии подобия при моделировании. Числа Архимеда, Нуссельта, Пекле, Прандтля, Стентона, Струхалея, Фруда, Шмидта, Эйлера.
19. Состав атмосферы карьеров и предъявляемые к нему требования.
20. Вредные примеси атмосферного воздуха, их свойства, предельно допустимые концентрации. Источники загрязнения атмосферы карьеров пылью и газами, их виды. Методы и средства контроля состояния атмосферы.
21. Микроклимат карьеров и его влияние на воздухообмен. Основные элементы микроклимата карьеров. Температурная стратификация атмосферы в карьерах.
22. Физические свойства воздуха. Основные законы аэродинамики. Элементы теории пограничного слоя.
23. Распространение газа, выделяемого точечным и линейным источниками. Основные характеристики газовых факелов. Распространение вредных газов и пыли при взрывных работах. Характеристики пылегазового облака.
24. Проветривание карьеров за счет энергии ветра. Конвективная схема проветривания (условия возникновения, схемы движения воздуха, скорость и режим движения воздуха, вынос вредностей из карьера).
25. Проветривание карьеров за счет энергии ветра. Инверсионная схема движения воздуха (условия возникновения, схемы движения воздуха, Скорость накопления вредностей в карьерном пространстве). Комбинированные схемы проветривания.

26. Интенсификация естественного воздухообмена. Способы и средства искусственной вентиляции. Способы и средства нормализации атмосферы карьеров.
27. Создание комфортных условий в кабинах горных и транспортных машин. Нейтрализация вредных газов.
28. Пылеулавливание. Снижение запыленности воздуха при массовых взрывах.
29. Основы проектирования вентиляции карьеров.
30. Термодинамические системы и процессы.
31. Энтальпия и энтропия термодинамических процессов. Термодинамическая вероятность.
32. 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.
33. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Сопло Ловалья. Температура адиабатного торможения потока.
34. Основной закон теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Краевые условия.
35. Критерии подобия в термодинамике. Виды теплоносителей и теплообмена. Пограничный слой и механизм конвективного теплообмена.
36. Определение термодинамических параметров теплоносителей. Методы расчета параметров нагрева твердых тел.
37. Термодинамические параметры земной коры.
38. Источники тепла земных недр. Теплоперенос в недрах Земли. Использование тепла земных недр.
39. Требования к тепловому режиму в подземных выработках. Источники тепла в горных выработках. Методы нормализации температурного режима рудничного воздуха.
40. Расчет глубины промерзания.
41. Расчет толщины и свойств теплоизоляционных покрытий с целью полного или частичного предотвращения промерзания пород.
42. Методы оттаивания связных пород на открытых разработках.
43. Расчет параметров замораживания пород вокруг одиночной скважины.
44. Расчет параметров замораживания при формировании ледопородных ограждений.
45. Методы термического разрушения горных пород.
46. Технология подземной выплавки серы.
47. Технология подземной газификации угля.

48. Термические процессы при подготовке рудного сырья к металлургическому переделу.

49. Сушка горной массы.

### Оценочные средства для текущего контроля

По результатам изучения разделов дисциплины проводится тестирование, представляющее собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Критерий	Описание критерия
100–86 баллов (отлично)	Ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой.
85–76 баллов (хорошо)	Знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; использование научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы.
75–61 балл (удовлетворительно)	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий.
60–50 баллов (неудовлетворительно)	Незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат.