

Федеральное агентство научных организаций
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
**Пермский федеральный исследовательский центр
Уральского отделения
Российской академии наук**

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.

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**«ГЕОМЕХАНИКА, РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД, РУДНИЧНАЯ
АЭРОГАЗОДИНАМИКА И ГОРНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА»**

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

Профиль программы аспирантуры Геомеханика, разрушение горных пород,
рудничная аэрогазодинамика и горная
теплофизика (25.00.20)

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: Очная

Курс: 4 **Семестр(ы):** 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч

Виды контроля:

Экзамен: **да** Зачёт: **нет** Курсовой проект: **нет** Курсовая работа: **нет**

Пермь 2019

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» разработан 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);
- компетентностной модели выпускника ООП по направлению подготовки 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых (уровень подготовки кадров высшей квалификации), программы аспирантуры «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (25.00.20)», утверждённой «24» сентября 2019 г;
- 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, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (25.00.20)», утверждённого «24» сентября 2019 г.
- положения о формировании фонда оценочных средств ПФИЦ УРО РАН, утвержденного 14 мая 2018 г.

Разработчики:



к.т.н. зав. лаб. ФПОГ Паньков И.Л.



д.т.н., зав сект. ММиИТ Зайцев А.В.

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно профессиональной образовательной программе аспирантуры по направлению подготовки: 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых, направленности «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (25.00.20)», учебная дисциплина Б1.В.ОД.2 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» направлена на получение углубленных профессиональных знаний истоков и закономерностей формирования и развития геомеханических процессов и явлений в различных сферах недропользования, способствующих подготовке диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В процессе изучения дисциплины «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» аспирант формирует части следующих компетенций:

- **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.

1.1.1. Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

Код ПК-1. Б1.В.ОД.2	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность осуществлять исследования структуры, свойств и состояния горных пород в лабораторных и натуральных условиях.
------------------------------------	--

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции аспирант: Знает: - методы исследования состава, строения, свойств и состояния горных пород и массивов (З ПК-1).	Лекции, самостоятельная работа аспирантов по изучению теоретического материала	Устный опрос для текущего и промежуточного контроля.
Умеет: - проводить испытания, планировать, проводить и обрабатывать натурные и лабораторные эксперименты по установлению структуры, свойств и состояния горных пород с использованием современных методов и оборудования; анализировать и обобщать результаты исследований физических свойств горных пород (У ПК-1).	Самостоятельная работа аспирантов, ведение текущей научно-исследовательской работы, исследовательские лабораторные работы	Выполнение лабораторных исследований, индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях

<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками определения прочностных, деформационных, электрических, магнитных, тепловых свойств горных пород, горно-технологических свойств горных пород, плотностных, влажностных и фильтрационных показателей горных пород (В1 ПК-1). 	<p>Самостоятельная работа аспирантов, ведение текущей научно-исследовательской работы, исследовательские лабораторные работы</p>	<p>Выполнение лабораторных исследований, индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях</p>
<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами лабораторных и натурных испытаний горных пород (В2 ПК-1). 	<p>Самостоятельная работа аспирантов, ведение текущей научно-исследовательской работы, исследовательские лабораторные работы</p>	<p>Выполнение лабораторных исследований, индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях</p>

1.1.2. Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

<p>Код ПК-2. Б1.В.ОД.2</p>	<p>Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность прогнозировать устойчивость конструктивных элементов систем разработки и опасные динамические явления в массиве при ведении горных работ и в подземном строительстве.</p>
-----------------------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>В результате освоения компетенции аспирант: Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - природу и механизмы физических процессов при прогнозировании и предупреждения опасных геодинамических явлений при разработке месторождений полезных ископаемых (З1 ПК-2). 	<p>Лекции, самостоятельная работа аспирантов по изучению теоретического материала</p>	<p>Устный опрос для текущего и промежуточного контроля.</p>
<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методику оценки устойчивости конструктивных элементов систем разработки (З3 ПК-2). 	<p>Лекции, самостоятельная работа аспирантов по изучению теоретического материала</p>	<p>Устный опрос для текущего и промежуточного контроля.</p>
<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать и прогнозировать поведение материалов и изделий из них под воздействием на них различных внешних эксплуатационных факторов; обосновывать технологические решения для разработки методов прогнозирования и предупреждения геодинамических явлений 	<p>Самостоятельная работа аспирантов, ведение текущей научно-исследовательской работы, исследовательские лабораторные работы</p>	<p>Выполнение лабораторных исследований, индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях</p>

в различных горногеологических условиях ведения горных работ (У ПК-2).	работы	
Владеет: - методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений; навыками оценки влияния свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации разработки месторождений полезных ископаемых (В1 ПК-2).	Самостоятельная работа аспирантов, ведение текущей научно-исследовательской работы, исследовательские лабораторные работы	Выполнение лабораторных исследований, индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях
Владеет: - навыками прогноза и предупреждения опасных динамических явлений (В2 ПК-2).	Самостоятельная работа аспирантов, ведение текущей научно-исследовательской работы, исследовательские лабораторные работы	Выполнение лабораторных исследований, индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях

1.1.3. Дисциплинарная карта компетенции ПК-3

Код ПК-3. Б1.В.ОД.2	Формулировка дисциплинарной части компетенции 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.
----------------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции аспирант: Знает: - современные технические средства для проведения полевых измерений и лабораторных исследований; технологию производства полевых мониторинговых и лабораторных измерений; программные средства для сбора, обработки, анализа данных исследования физических процессов и явлений горных массивов (З ПК-3).	Лекции, самостоятельная работа аспирантов по изучению теоретического материала	Устный опрос для текущего и промежуточного контроля.
Умеет: - производить измерения физических свойств горного массива с использованием специализированного оборудования;	Самостоятельная работа аспирантов, ведение текущей	Выполнение лабораторных исследований, индивидуального

применять основные методы контроля и мониторинга за состоянием массива горных пород; работать с программными продуктами общего и специального назначения для моделирования месторождений полезных ископаемых, технологий эксплуатационной разведки, добычи и переработки полезных ископаемых, при строительстве и эксплуатации подземных объектов, оценке экономической эффективности горных и горно-строительных работ, производственных, технологических, организационных и финансовых рисков в рыночных условиях (У ПК-3).	научно-исследовательской работы, исследовательские лабораторные работы	плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях
Владеет: - инструментальными методами и средствами определения физических свойств горных пород и массивов; современными компьютерными методами обработки геологической информации и моделирования геологических и геомеханических процессов в массиве горных пород при освоении недр, в том числе с применением ГИС технологий (В ПК-3).	Самостоятельная работа аспирантов, ведение текущей научно-исследовательской работы, исследовательские лабораторные работы	Выполнение лабораторных исследований, индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях

1.2 Этапы формирования компетенций.

Учебный материал дисциплины осваивается за 7-й семестр, в котором предусмотрены аудиторские занятия, семинары, исследовательские лабораторные занятия и самостоятельная работа аспирантов. При изучении дисциплины формируются компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в дисциплинарных картах соответствующих компетенций в РПД. Уровень освоения дисциплины проверяется по результатам приобретения указанных компонент компетенций.

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля	
	7 семестр	
	Текущий	Зачёт
Усвоенные знания		
3.1 Знать основные тенденции развития теоретических и экспериментальных исследований в области геомеханики, разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики.	УО	ТВ
3.2 Знать методы исследования и решения задач геомеханики, разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики.	УО	ТВ
3.3 Знать геомеханические процессы,	УО	ТВ

происходящие в массивах горных пород при подземной, открытой и открыто подземной разработке полезных ископаемых.		
3.4 Знать физическую сущность и параметры разрушения разрабатываемых горных пород и перемещения горной массы.	УО	ТВ
3.5 Знать основные законы аэродинамики применительно к рудничной атмосфере.	УО	ТВ
3.6 Знать геомеханику и природу опасных по динамическим явлениям для разработки методов прогнозирования и предупреждения геодинамических явлений при разработке месторождений полезных ископаемых.	УО	ТВ
3.7 Знать газодинамические процессы в шахтах (рудниках) и их характеристики.	УО	ТВ
3.8 Знать основные законы термодинамики и требования к тепловому режиму в горных выработках.	УО	ТВ
3.9 Знать нормативные документы, регламентирующие ведение горных работ в условиях влияния различных геомеханических факторов.	УО	ТВ
Усвоенные умения		
У.1 Уметь выполнять теоретические и экспериментальные исследования физических процессов горного производства, анализировать и оформлять полученные результаты.	ИЛЗ	ПЗ
У.2 Уметь моделировать на ЭВМ геомеханические и аэрогазодинамические процессы при подземной, открытой и открыто подземной разработке полезных ископаемых.		
У.3 Уметь проводить лабораторное моделирование геомеханических, аэрогазодинамических процессов, процессов горной теплофизики.		
У.4 Уметь выполнять анализ и типизацию горно-геологических условий месторождений полезных ископаемых.		
У.5 Уметь решать задачи о деформации и разрушении горных пород при освоении месторождений полезных ископаемых.	ИЛЗ	ПЗ
У.6 Уметь прогнозировать горно-геологические явления и процессы.		
У.7 Уметь разрабатывать технические решения в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики с учетом знаний современной приборной базы и программно-вычислительных комплексов.	ИЛЗ	ПЗ
У.8 Уметь анализировать проектные решения на основе действующих нормативных документов.		
У.9 Уметь рассчитывать параметры замораживания при формировании ледопородных		

ограждений.		
У.10 Уметь обосновывать методы прогнозирования и предупреждения геодинамических процессов.		
Усвоенные владения		
В.1 Владеть научным, инженерным и организационным потенциалом для решения задач горного производства и реализации технического регламента процессов добычи и переработки полезных ископаемых на основе знания их физической сущности.		
В.2 Владеть навыками применения закономерностей изменения геомеханических процессов, происходящих в разрабатываемых массивах горных пород и напряженно-деформированном состоянии вокруг горных выработок, аэрогазодинамических процессов, процессов горной теплофизики в процессе отработок полезных ископаемых.		
В.3 Владеть навыками работы экспериментального определения эксплуатационных материалов и методами оценки поведения материалов под воздействием на них различных эксплуатационных факторов.	ИЛЗ	ПЗ
В.4 Владеть методами контроля за напряженно-деформированным состоянием массива горных пород в области влияния горных работ.	ИЛЗ	ПЗ
В.5 Владеть навыками расчета параметров разрушения горных пород с целью рационального освоения георесурсного потенциала недр.		
В.6 Владеть методологией прогнозирования, управления и предупреждения геодинамических процессов.		
В.7 Владеть методами и средствами контроля состава рудничной атмосферы.	ИЛЗ	ПЗ
В.8 Владеть методами и средствами выбора способов нормализации температуры рудничного воздуха.		

УО - устный опрос; ТВ - теоретический вопрос; С - семинар; ИЛЗ – исследовательские лабораторные занятия, ПЗ – практическое задание.

Устный опрос - средство контроля, организованное для выяснения объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Теоретический вопрос - средство контроля, направленное на выяснение усвоенных знаний в области теоретических аспектов предмета.

Семинар - вид обучения, который строится на основе обсуждения заранее известной темы, позволяющее диагностировать умения интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения, вести диалог терминами дисциплины.

Исследовательские лабораторные работы - исследовательские работы, направленные на закрепление, систематизацию, расширение и углубление теоретических знаний.

Практическое задание – задачи позволяющие оценить у обучающегося уровень умений и владений.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля. Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1 Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей **знаний, умений и владений** дисциплинарных частей компетенций проводится в форме устного опроса и выступлению на семинаре.

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений при устном опросе

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
<i>Не зачтено</i>	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

Критерии оценивания выступления на семинаре

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант успешно выступил с докладом, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений , аспирант ориентируется в изложенном материале, свободно отвечает на заданные вопросы, ведет диалог с коллегами и преподавателем.
<i>Не зачтено</i>	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Аттестация проводится в виде кандидатского экзамена по дисциплине в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретический вопрос (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Оценка результатов обучения дисциплине в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» путем выборочного контроля во время экзамена.

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на экзамене

Оценка	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p>
<i>Хорошо</i>	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>
<i>Удовлетворительно</i>	<p>Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с значительными неточностями. Показал в целом успешное, но несистематическое применение полученных знаний.</p>
<i>Не удовлетворительно</i>	<p>При собеседовании с преподавателем аспирант продемонстрировал фрагментарные знания. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении практического задания аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках учебного процесса. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче экзамена считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины. Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной

оценки по системе оценивания «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на экзамене

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «отлично»
<i>Хорошо</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «хорошо»
<i>Удовлетворительно</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «удовлетворительно»
<i>Не удовлетворительно</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «не удовлетворительно»

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. Уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. Степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. Приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники для более детального понимания вопросов, озвученных на лекциях.

4.1. Типовые вопросы для текущего контроля по дисциплине:

1. Взаимодействие крепи с массивом пород. Расчетные схемы крепи (3 ПК-1, 31 ПК-2, 32 ПК-2).

2. Требования к методам определения механических свойств горных пород и состояний массива (3 ПК-1).
3. Методы определения деформационных и механических характеристик горных пород (3 ПК-3).
4. Методы и средства лабораторных испытаний пород (3 ПК-3).
5. Методы натурных исследований проявлений горного давления (3 ПК-3).
6. Механические свойства массивов горных пород при наличии структурно-механических ослаблений (3 ПК-1, 31 ПК-2).
7. Напряженное состояние массива горных пород до и после начала горных работ (3 ПК-1, 31 ПК-2, , 32 ПК-2).
8. Упругие модели массива (3 ПК-1).
9. Напряжения и деформации в массиве вокруг незакрепленных выработок в упругом массиве (3 ПК-1, 31 ПК-2, , 32 ПК-2).
10. Жесткопластические модели массива. Упругопластические модели массива. Реологические модели массива (3 ПК-1).
11. Устойчивость обнажений пород в горных выработках (31 ПК-2, , 32 ПК-2).
12. Прочность и разрушение горных пород в условиях объемного сжатия (3 ПК-1).
13. Зоны повышенного горного давления и разгрузки при отработке свит пластов. Механизм формирования, параметры (3 ПК-1).
14. Требования к буровзрывным работам (3 ПК-1).
15. Основы проектирования взрыва скважинных зарядов при разработке месторождений открытым и подземным способом (3 ПК-1).
16. Основные требования, предъявляемые к промышленным ВВ (3 ПК-1).
17. Средства и способы взрывания зарядов ВВ (3 ПК-1).
18. Методы ведения взрывных работ (3 ПК-1, 3 ПК-3).
19. Технология контурного взрывания. Формирование зон дробления, трещинообразования и откола на волновой стадии действия взрыва (3 ПК-1, 3 ПК-3).
20. Методы расчета зон разрушения (3 ПК-3).
21. Гранулометрический состав разрушенной горной массы (3 ПК-1).
22. Негативные факторы воздействия взрыва на окружающую среду (3 ПК-1).
23. Основные требования к хранению и транспортированию ВМ (3 ПК-1).
24. Атмосферный воздух. Изменение состава атмосферного воздуха при его движении по горным выработкам (3 ПК-1).
25. Нормативные документы, регламентирующие состав воздуха горных предприятий (3 ПК-1).
26. Горючие и взрывчатые свойства (3 ПК-1).
27. Способы измерений запыленности воздуха (3 ПК-1).
28. Внутренние и внешние источники выделения пыли и вредных газов в атмосферу карьера при различных процессах (3 ПК-1).
29. Микроклимат шахт. Термовлажностные параметры шахтного воздуха. Источники тепла в шахтах и рудниках. Тепловые режимы (3 ПК-1).
30. Основной закон теплопроводности, дифференциальное уравнение теплопроводности, условия однозначности (3 ПК-1).
31. Виды теплоносителей и теплообмена (3 ПК-1).
32. Температурный режим горного массива. Тепловой режим горных выработок. Тепловой баланс шахт (3 ПК-1).
33. Кондиционирование шахтного воздуха (3 ПК-1, 3 ПК-3).
34. Микроклимат карьеров. Факторы, определяющие температурновлажностный режим карьера. Меры по обеспечению нормативных параметров микроклимата на рабочих местах (3 ПК-1, 3 ПК-3).

35. Основы расчета установок кондиционирования воздуха. Кондиционеры, применяемые для горно-транспортного оборудования (3 ПК-3).
36. Основное уравнение аэростатики. Барометрические формулы. Типы воздушных потоков в горных выработках и их основные характеристики (3 ПК-1).
37. Виды давления в движущемся воздухе. Депрессия. Законы сохранения. Уравнение Бернулли, его следствия. Закон сопротивления (3 ПК-1).
38. Природа и виды аэродинамического сопротивления (3 ПК-1).
39. Определение фильтрационного течения. Его основные характеристики. Законы фильтрационного течения. Двучленный закон сопротивления (3 ПК-1).
40. Основные законы движения воздуха в шахтных вентиляционных сетях (3 ПК-1).
41. Методы расчета естественного воздухораспределения и регулирования в шахтных вентиляционных сетях (3 ПК-3).
42. Шахтные вентиляторы. Типы и характеристики вентиляторов (3 ПК-1, 3 ПК-3).
43. Естественная тяга воздуха в шахтах. Второстепенные источники движения воздуха (эжекторы, капез, гидромониторные струи и гидротранспорт) (3 ПК-1).
44. Работа вентиляторов на шахтную вентиляционную сеть (3 ПК-1).
45. Увеличение и уменьшение аэродинамического сопротивления выработок (3 ПК-1).
46. Виды переноса вредностей (3 ПК-1).
47. Уравнения конвективной диффузии. Коэффициент диффузии (3 ПК-1).
48. Стационарные и нестационарные газодинамические процессы (3 ПК-1).
49. Диффузия активных газов (3 ПК-1).
50. Источники газовыделения (3 ПК-1).
51. Газовыделение с обнаженной поверхности горного массива. Газовыделение из отбитой горной массы. Газовыделение при взрывных работах. Газовыделение из выработанного пространства (3 ПК-1, 31 ПК-2, 32 ПК-2).
52. Газоперенос при периодическом и при постоянном газовыделении (3 ПК-1).
53. Управление метановыделением в горные выработки (3 ПК-1, 31 ПК-2, 3 ПК-3).
54. Турбулентная диффузия пыли. Влияние скорости воздушного потока на содержание пыли в воздухе (3 ПК-1).
55. Уравнение энергии воздушного потока (3 ПК-1).
56. Теплообмен между вентиляционным потоком и горным массивом (3 ПК-1).
57. Прогнозирование температуры шахтного воздуха (3 ПК-1, 31 ПК-2).
58. Вентиляционные сооружения на шахтах (3 ПК-1).
59. Требования к схемам вентиляции участков (3 ПК-1).
60. Схемы вентиляции выемочных участков угольных шахт. Схемы вентиляции очистных блоков рудных шахт (3 ПК-1).
61. Особенности вентиляции тупиковых выработок (3 ПК-3).
62. Способы вентиляции. Вентиляция с помощью вентиляторов местного проветривания. Вентиляция выработок большой длины (3 ПК-1, 3 ПК-3).
63. Проектирование вентиляции тупиковых выработок (3 ПК-1, 3 ПК-3).
64. Нагнетательный, всасывающий и комбинированный способ вентиляции, области применения (3 ПК-1, 3 ПК-3).
65. Схемы вентиляции шахт. Центральная схема вентиляции. Фланговая схема вентиляции. Секционная схема вентиляции (3 ПК-1).
66. Задачи и значение управления вентиляцией шахты. Управление вентиляцией при нормальной работе шахты и в аварийных ситуациях (31 ПК-2, 32 ПК-2, 3 ПК-3).
67. Автоматизация управления вентиляцией: информационное обеспечение, алгоритмы, техническое обеспечение системы автоматического управления вентиляцией (3 ПК-3).
68. Контроль вентиляции шахт и карьеров (31 ПК-2, 32 ПК-2).
69. Вентиляция при сооружении горных выработок большой протяженности (3 ПК-1).

70. Особенности вентиляции при сооружении стволов и башенных кранов. Особенности вентиляции при сооружении комплекса горных выработок околоствольного двора (31 ПК-2, 32 ПК-2, 3 ПК-3).
71. Вентиляция тоннелей большой протяженности и большого поперечного сечения (3 ПК-1, 31 ПК-2, 32 ПК-2, 3 ПК-3).
72. Вопросы вентиляции при эксплуатации тоннелей метрополитенов, автодорожных и железнодорожных тоннелей, обоснование способов вентиляции (искусственной, естественной) (3 ПК-1, 31 ПК-2, 32 ПК-2, 3 ПК-3).
73. Термодинамика атмосферы карьеров. Источники тепла. Термические силы. Температурная стратификация атмосферы карьера. Туманообразование. Динамика распространения вредностей в карьерах. Типы источников газа и пыли. Газовая динамика в карьере (3 ПК-1).
74. Методы и средства нормализации состава атмосферы карьера. Комбинированные схемы естественной вентиляции карьеров (3 ПК-3).
75. Интенсификация естественного воздухообмена на карьерах. Технологические решения, интенсифицирующие воздухообмен (3 ПК-3).
76. Средства и способы искусственной вентиляции. Изотермические и неизотермические струи (3 ПК-1).
77. Общие требования к проектированию шахтных вентиляционных систем. Этапы проектирования. Прогноз газообильности шахты (3 ПК-1, 31 ПК-2, 32 ПК-2, 3 ПК-3).
78. Проверка устойчивости движения воздуха в выработках (3 ПК-1, 31 ПК-2, 3 ПК-3).
79. Особенности вентиляционных систем рудных шахт. Методы расчета расхода воздуха для рудника. Расчет количества воздуха при использовании дизельного оборудования. Расчет расхода воздуха при массовых взрывах в рудниках. Расчет расхода воздуха для камерных (камерно-столбовых) систем разработки (3 ПК-1, 31 ПК-2, 32 ПК-2, 3 ПК-3).
80. Исходные данные для проектирования вентиляции карьера. Стадии и порядок проектирования. Расчет необходимого расхода воздуха для вентиляции карьера. Выбор и обоснование технологических мер по интенсификации естественного воздухообмена в карьере. Определение схем, способов и режимов искусственной вентиляции карьера (3 ПК-1, 31 ПК-2, 32 ПК-2, 3 ПК-3).

4.2. Типовые практические задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине.

1. Расчет напряженно-деформированного состояния породного массива, разгруженного щелью (У ПК-1, В1 ПК-1, В2 ПК-1, У ПК-3, В ПК-3).
2. Расчет полей напряжений и смещений породного массива вокруг одиночной выработки круглого сечения (У ПК-1, В1 ПК-1, В2 ПК-1, У ПК-2, В1 ПК-2, В2 ПК-2, У ПК-3, В ПК-3).
3. Расчет эффективности взрывной отбойки породного массива скважинными зарядами. Оптимизация расположения сетки скважин при взрывной отбойке массива горных пород (У ПК-1, В1 ПК-1, В2 ПК-1, У ПК-2, В1 ПК-2, В2 ПК-2, У ПК-3, В ПК-3).
4. Термическое разрушение горных пород, разрушение плавлением и хрупкое термическое разрушение (У ПК-1, В1 ПК-1, В2 ПК-1, У ПК-3, В ПК-3).
5. Расчет напряженно-деформированного состояния ледопородного цилиндра бесконечной длины в упругопластической постановке в предположении плоско-деформированного состояния (У ПК-1, В1 ПК-1, В2 ПК-1, У ПК-3, В ПК-3).
6. Расчет распределения температуры в породном массиве в условиях его искусственного замораживания (случай одной замораживающей скважины,

предположение о малости влагосодержания породного массива) (У ПК-1, В1 ПК-1, В2 ПК-1, У ПК-3, В ПК-3).

7. Расчет термодинамических параметров воздушной струи, образованной слиянием двух воздушных струй с разными температурами и объемными расходами (У ПК-1, В1 ПК-1, В2 ПК-1, У ПК-3, В ПК-3).
8. Расчет местных аэродинамических сопротивлений на поворотах и сопряжениях горных выработок (варианты сопряжений трех горных выработок под различными углами) (У ПК-1, В1 ПК-1, В2 ПК-1, У ПК-2, В1 ПК-2, В2 ПК-2, У ПК-3, В ПК-3).

4.3. Перечень тем семинаров.

1. Особенности деформирования и разрушения горных пород при добыче полезных ископаемых.
2. Природа и выделение зон газодинамических явлений.
3. Состав атмосферы рудников и предъявляемые к нему требования.

4.4. Перечень тем исследовательских лабораторных занятий.

1. Геомеханика.
2. Разрушение горных пород.
3. Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

4.5. Перечень тем научно-практических занятий.

При изучении данной дисциплины научно-практические занятия не предусмотрены.

4.6. Перечень контрольных вопросов для кандидатского экзамена по дисциплине:

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 (3 ПК-1).
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 ПК-1).
3. Геологическое и тектоническое строение массивов горных пород. Классификация массивов по прочности, слоистости, трещиноватости и склонности к разрушению (3 ПК-1).
4. Методы изучения и прогнозирования состава, строения, состояния и свойств горных массивов (3 ПК-3).
5. Деформируемость, прочность и разрушение горных пород и массивов (3 ПК-1).
6. Механические модели пород: упругие, жесткопластические, упругопластические, реологические (3 ПК-1).
7. Теории прочности и критерии разрушения пород. Полные диаграммы прочности (3 ПК-1).
8. Деформационные, прочностные и реологические характеристики горных пород, их физический смысл и размерность (3 ПК-1).
9. Паспорт прочности горных пород, методы и технические средства его построения.

10. Методы и средства испытаний пород в лабораторных и натуральных условиях (3 ПК-3).
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 (3 ПК-1).
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 (3 ПК-1).
13. Методы и средства исследований напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Маркшейдерские прямые и косвенные методы (3 ПК-1, 3 ПК-3).
14. Особенности деформирования и разрушения горных пород и массивов в условиях трехмерного напряженно-деформированного состояния, включая область запредельного деформирования (3 ПК-1).
15. Процессы разупрочнения и предразрушения горных пород при добыче полезных ископаемых. Управление тяжелыми кровлями угольных месторождений (3 ПК-1).
16. Особенности деформирования и разрушения породных массивов вблизи забоя, устья и сопряжений выработок (3 ПК-1).
17. Деформирование и разрушение кровли, почвы и породных целиков очистных выработок (3 ПК-1).
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 (3 ПК-1).
19. Сдвигение породных массивов под влиянием подземных и открытых горных работ. Связь сдвижения горных пород и газовыделения в горные выработки и на поверхность (31 ПК-2, 31 ПК-2).
20. Определение параметров сдвижения породных массивов и земной поверхности. Защита зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок (31 ПК-2, 31 ПК-2).
21. Динамические проявления геомеханических процессов в виде горных ударов и внезапных выбросов; их прогноз и предупреждение. Основные признаки удароопасности пород. Механизм внезапных выбросов (31 ПК-2, 31 ПК-2).
22. Геодинамическое районирование. Раскройка шахтных полей в условиях блочного строения массива, рациональное расположение выработок в активных геодинамических зонах (3 ПК-1).
23. Методы и средства (включая геофизические) изучения и контроля геомеханических процессов в массиве (3 ПК-1, 3 ПК-3).
24. Устойчивость горных выработок и подземных сооружений. Взаимодействие массива горных пород с инженерными конструкциями подземных сооружений. Основные положения механики подземных сооружений (31 ПК-2, 31 ПК-2).
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 (31 ПК-2, 31 ПК-2).

26. Геомониторинг при строительстве подземных сооружений. Обработка и интерпретация результатов измерений. Обратный анализ (3 ПК-1, 3 ПК-3).
27. Оценка устойчивости породных откосов и бортов карьеров. Основные факторы, определяющие их устойчивость. Горнотехнические и специальные способы управления состоянием бортов карьеров (31 ПК-2, 31 ПК-2, 3 ПК-3).
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 (3 ПК-1).
29. Связь между геомеханическими и геодинамическими процессами. Методы исследований геомеханических процессов в лабораторных и природных условиях. Предметное и аналоговое моделирование. Критерии подобия. Методы: эквивалентных материалов, фотоупругости, центробежного моделирования (3 ПК-1).
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 ПК-2, 31 ПК-2, 3 ПК-3).
31. Разрушение горных пород взрывом. Особенности применения взрыва при открытом и подземном способе разработки месторождения (3 ПК-1).
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 (3 ПК-1, 3 ПК-3).
33. 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 (3 ПК-1).
34. Современные представления о разрушении твердых сред при взрывных нагрузках, физические и механические модели разрушения горных пород взрывом (3 ПК-1).
35. Основы моделирования действия взрыва в горных породах. Расчет параметров волн напряжений в осесимметричной постановке (31 ПК-2, 31 ПК-2, 3 ПК-3).
36. Роль газообразных продуктов взрыва при разрушении горных пород. Распространение волн напряжений в трещиноватых средах и влияние соударений отдельностей на результативность взрыва (31 ПК-2, 31 ПК-2).
37. Методы анализа законов распределения кусковатости взорванной горной массы, определение размеров среднего куска и показателя равномерности дробления (31 ПК-2, 3 ПК-3).
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 (31 ПК-2, 31 ПК-2, 3 ПК-3).
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 (3 ПК-3).
40. Закономерности формирования и распространения сейсмических волн и ударной воздушной волны при массовых взрывах (3 ПК-1, 31 ПК-2).

41. Основные экологические проблемы и методы их решения при ведении взрывных работ (3 ПК-1).
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 (3 ПК-3).
43. Влияние основных физико-механических свойств горных пород на показатели бурения и расширения шпуров и скважин, энергоёмкость разрушения (31 ПК-2, 3 ПК-3).
44. Интенсификация и оптимизация процессов бурения и расширения, техника и технология бурения и расширения шпуров и скважин (3 ПК-3).
45. Разрушение негабаритов: способы, техника и технология взрывного, механического, термического, электротермического, электрофизического разрушения. Механизм разрушения и расчет параметров разрушения каждым из указанных способов (3 ПК-3).
46. Разрушение горных пород и углей при выемке полезного ископаемого комбайнами и стругами. Особенности процесса разрушения угля и горных пород инструментами (резцами и шарошками) (3 ПК-3).
47. Методы и способы экспериментальных исследований процесса разрушения комбайнами и стругами (3 ПК-3).
48. Свойства горных пород, влияющих на процессы механического разрушения углей и угольных пластов. Типизация угольных пластов по разрушаемости (3 ПК-1, 31 ПК-2, 32 ПК-2).
49. Физические особенности разрушения горных пород и углей резовым инструментом, дисковыми и штыревыми шарошками, комбинированным инструментом. Схемы резания и выбор их оптимальных параметров (3 ПК-1, 3 ПК-3).
50. Влияние параметров породоразрушающих инструментов, режима и схем разрушения на силовые и энергетические показатели процессов механического разрушения горных пород и углей (3 ПК-1, 3 ПК-3).
51. Разрушение горных пород электрофизическими способами. Электрическое поле в несовершенном диэлектрике. Диэлектрические характеристики горных пород. Система уравнений электромагнитного поля (3 ПК-1, 3 ПК-3).
52. Поведение пород в магнитном поле. Магнитная постоянная. Потери энергии в породе в переменном магнитном поле (3 ПК-1).
53. 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 (3 ПК-1, 3 ПК-3).
54. 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) (3 ПК-3).

55. Гидравлическое разрушение горных пород тонкими струями воды высокого давления. Тонкие струи воды высокого давления их структура и гидродинамические параметры (3 ПК-3).
56. Методы расчета динамических и структурных характеристик высокоскоростных струй воды. Разрушение угля одиночными тонкими струями. Взаимодействие струи и горного массива (3 ПК-3).
57. Методы расчета параметров резания угля и горных пород тонкими струями воды
58. Разрушение горных пород и твердых материалов гидроабразивными струями. Сущность способа. Факторы, определяющие эффективность процесса разрушения горных пород и других материалов гидроабразивными струями воды (3 ПК-1, 3 ПК-3).
59. 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 (3 ПК-1, 3 ПК-3).
60. Физические особенности процесса комбинированного разрушения угля и горных пород высокоскоростной струей воды и различными типами механического инструмента (3 ПК-3).
61. Методы расчета рациональных параметров и режимов гидромеханического разрушения угля и горных пород (3 ПК-3).
62. Дробление горной массы: типы дробилок, область их применения, механизм разрушения, параметры дробления и его энергоемкость (3 ПК-1, 3 ПК-3).
63. 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 (3 ПК-1, 3 ПК-3).
64. Рудничная атмосфера: физические и химические свойства газов (3 ПК-1).
65. Понятие динамически активных и пассивных газов в рудничной атмосфере (3 ПК-1).
66. Температурно-влажностный режим шахт (рудников) и факторы его определяющие (3 ПК-1).
67. Основные законы аэростатики и аэродинамики применительно к рудничной атмосфере (3 ПК-1).
68. Газоносность угольных пластов, горных пород, горных выработок и шахт. Виды выделения метана в шахтах (3 ПК-1).
69. Прогноз газовыделения в горные выработки. Управление газовыделением (31 ПК-2, 32 ПК-2).
70. Способы дегазации и их эффективность (3 ПК-1).
71. Тепловой баланс шахт и кондиционирование шахтного воздуха (3 ПК-1).
72. Шахтная пыль. Горючие и взрывчатые свойства угольной и сланцевой пыли. Особенности взрывов угольной пыли в шахтах (3 ПК-1).
73. Режимы движения воздуха в шахтах (рудниках). Природа турбулентности. Основные характеристики турбулентности в шахтных вентиляционных потоках (3 ПК-1).

74. Фильтрационные течения. Критическое число Рейнольдса. Природа аэродинамических сопротивлений элементов шахтной вентиляционной сети: сопротивление трения, местные и лобовые сопротивления (3 ПК-1, 3 ПК-3).
75. Закон сопротивления горных выработок, выработанных пространств (3 ПК-1).
76. Диффузия газов в горных шахтных вентиляционных потоках. Уравнение конвективной диффузии (3 ПК-1, 3 ПК-3).
77. Граничные условия в задачах переноса газообразных примесей шахтными вентиляционными потоками. Соотношение сил в фильтрационных потоках утечек. Коэффициент турбулентной диффузии. Стратифицированные потоки (3 ПК-1, 3 ПК-3).
78. Слоевые скопления газов и механизм их формирования. Число Ричардсона (3 ПК-1).
79. Статика и динамика рудничных вентиляционных систем (3 ПК-1).
80. Газодинамические процессы в шахтах (рудниках) и их характеристики. Переходные газодинамические процессы в шахтных вентиляционных системах (3 ПК-1, 31 ПК-3).
81. Основные закономерности аэрогазодинамики тупиковых выработок и камер, выемочных участков, выработанных пространств (3 ПК-1).
82. Моделирование аэрогазодинамических процессов в шахтах. Критерии подобия при моделировании. Числа Архимеда, Нуссельта, Пекле, Прандтля, Стентона, Струхалия, Фруда, Шмидта, Эйлера (3 ПК-3).
83. Состав атмосферы карьеров и предъявляемые к нему требования. Вредные примеси атмосферного воздуха, их свойства, предельно допустимые концентрации (3 ПК-1).
84. Источники загрязнения атмосферы карьеров пылью и газами, их виды. Источники ионизирующего излучения (3 ПК-1).
85. Методы и средства контроля состояния атмосферы. Микроклимат карьеров и его влияние на воздухообмен. Основные элементы микроклимата карьеров (3 ПК-3).
86. Температурная стратификация атмосферы в карьерах. Возникновение воздушных потоков в результате неравномерного распределения тепла по бортам карьера (3 ПК-1).
87. Основы аэромеханики и газовой динамики (3 ПК-1).
88. Физические свойства воздуха (3 ПК-1).
89. Основные законы аэродинамики. Элементы теории пограничного слоя. Распространение газа, выделяемого точечным и линейным источниками (3 ПК-1).
90. Основные характеристики газовых факелов. Распространение вредных газов и пыли при взрывных работах. Характеристики пылегазового облака (31 ПК-2).
91. Проветривание карьеров за счет энергии ветра. Конвективная схема проветривания (условия возникновения, схемы движения воздуха, скорость и режим движения воздуха, вынос вредностей из карьера) (3 ПК-3).
92. Инверсионная схема движения воздуха (условия возникновения, схемы движения воздуха, Скорость накопления вредностей в карьерном пространстве). Комбинированные схемы проветривания (3 ПК-3).
93. Интенсификация естественного воздухообмена. Способы и средства искусственной вентиляции (3 ПК-3).
94. Способы и средства нормализации атмосферы карьеров (3 ПК-3).

95. Создание комфортных условий в кабинах горных и транспортных машин. Пылеулавливание. Нейтрализация вредных газов. Снижение запыленности воздуха при массовых взрывах (3 ПК-1, 31 ПК-2).
96. Основы проектирования вентиляции карьеров (3 ПК-3).
97. Основы термодинамики горных пород. Термодинамические системы. Термодинамические процессы (3 ПК-1).
98. Энтальпия и энтропия термодинамических процессов. Термодинамическая вероятность (3 ПК-1).
99. Фазовые переходы в горных породах. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса (3 ПК-1).
100. Тепловые свойства твердых тел. Изменение свойств горных пород и минералов в зависимости от температуры (3 ПК-1).
101. Тепломассоперенос. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Сопло Ловаля (3 ПК-1).
102. Температура адиабатного торможения потока. Основной закон теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Краевые условия. Критерии подобия в термодинамике (3 ПК-1).
103. Виды теплоносителей и теплообмена. Пограничный слой и механизм конвективного теплообмена. Определение термодинамических параметров теплоносителей (3 ПК-1, 31 ПК-2, 3 ПК-3).
104. Методы расчета параметров нагрева твердых тел (3 ПК-3).
105. Тепло земных недр. Термодинамические параметры земной коры. Источники тепла земных недр. Теплоперенос в недрах Земли. Использование тепла земных недр (3 ПК-1).
106. Теплообмен в горных выработках. Требования к тепловому режиму в подземных выработках (3 ПК-1, 3 ПК-3).
107. Каналы теплообмена человека. Источники тепла в горных выработках. Методы нормализации температурного режима рудничного воздуха (3 ПК-1, 3 ПК-3).
108. Промерзание связных пород на открытых разработках. Уравнение колебаний температуры внешней среды. Расчет глубины промерзания (3 ПК-1, 3 ПК-3).
109. Расчет толщины и свойств теплоизоляционных покрытий с целью полного или частичного предотвращения промерзания пород (3 ПК-3).
110. Технология получения теплоизоляционных покрытий (3 ПК-1, 3 ПК-3).
111. 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) (3 ПК-1, 3 ПК-3).
112. Замораживание пород при строительстве подземных сооружений. Тепломассоперенос в горных породах при замораживании. Термодиффузия влаги при замораживании пород (3 ПК-1, 3 ПК-3).
113. Расчет параметров замораживания пород вокруг одиночной скважины. Расчет параметров замораживания при формировании ледопородных ограждений (3 ПК-3).
114. Термическое разрушение горных пород. Разрушение плавлением (3 ПК-1).

115. Хрупкое термическое разрушение (ХТР). Поле температур и напряжений при ХТР (3 ПК-1, 31 ПК-2, 3 ПК-3).
116. Механизм и параметры ХТР. Термическое бурение шпуров и скважин, термическое расширение скважин (техника, технология, режимы и параметры, область применения) (3 ПК-1, 3 ПК-3).