



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по науке и новациям

В.Н. Коротаев

2017 г.

**Рабочая программа дисциплины**

*Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика*

Направление подготовки	21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
Научная специальность	25.00.20 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая кафедра	Разработка месторождений полезных ископаемых; Маркшейдерское дело, геодезия и геoinформационные системы
Форма обучения	заочная
Курс: 2,3	Семестр (ы): 4,5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачёт: 4,5

**Рабочая программа дисциплины «Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» разработана на основании следующих нормативных документов:**

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, зарегистрированный в Минюсте России № 886 от 30 июля 2014 г. по направлению подготовки 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Рабочая программа заслушана и утверждена на заседании кафедры МДГиГИС ПНИПУ

Протокол от «10» 05 2017г. № 14.

Зав. кафедрой МДГиГИС  
д-р. техн. наук, проф.

  
Ю.А. Кашников


Рабочая программа заслушана и утверждена на заседании кафедры РМПИ ПНИПУ

Протокол от «10» 05 2017г. № 16.

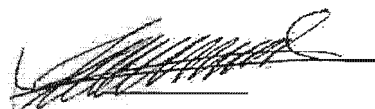
Зав. кафедрой РМПИ  
д-р. техн. наук, проф.

  
С.С. Андрейко

Разработчик программы  
д-р. техн. наук, проф.

  
Ю.А. Кашников

Руководитель программы  
д-р техн. наук, проф.

  
Ю.А. Кашников

СОГЛАСОВАНО

Начальник УПКВК

  
Л.А. Свисткова

## 1. Общие положения

**1.1 Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции**:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-4);
- способность использовать теории и методы науки о недрах для анализа ситуации, возникающей при эксплуатации объектов добычи полезного ископаемого (ПК-1).

### 1.2 Задачи учебной дисциплины:

**Формирование знания** о свойствах и составе рудничной атмосферы, основных законах аэростатики и аэродинамики применительно к рудничной атмосфере; о проветривании карьеров; о теплофизических свойствах массива и температурных полях в массиве; о формировании и способах нормализации микроклиматических параметров и о влиянии температурного воздействия на свойства породного массива.

**Формирование умения** строить сложные вентиляционные сети и разрабатывать мероприятия и технические решения на основании расчета воздухораспределения и теплогазодинамического расчета; выполнять тепловизионный мониторинг объектов горнопромышленного и нефтегазового комплекса; пользоваться нормативными документами и анализировать современные научные достижения.

**Формирование навыков** расчета параметров замораживания, анализа современных программно-вычислительных комплексов и применения их для решения проблем проветривания и нормализации микроклиматических параметров рудничной атмосферы, использования современной приборной базы для выполнения натуральных исследований на горнодобывающих предприятиях.

### 1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- рудничная атмосфера и атмосфера карьеров, а также ее компоненты;
- современные методы расчета вентиляции;
- газодинамические явления;
- распространение тепла в твердых телах;
- теплообмен в горных выработках;
- тепловой режим горных выработок и породного массива;
- рудничные пожары;
- термические методы при эксплуатации недр.

### 1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ОД.1.2 «Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» является обязательной дисциплиной вариативной части цикла базового учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

**Знать:**

- основные законы аэродинамики применительно к рудничной атмосфере;
- диффузию газов в шахтных вентиляционных потоках;
- газоносность угольных и калийных пластов и вмещающих пород;
- газодинамические процессы в шахтах (рудниках) и их характеристики;
- критерии подобия при моделировании;
- состав атмосферы карьеров и предъявляемые к нему требования;
- проветривание карьеров, схемы и способы;
- изменение свойств горных пород в зависимости от температуры;
- термодинамические параметры земной коры;
- источники тепла земных недр;
- требования к тепловому режиму в горных выработках;
- основные законы термодинамики;
- основы построения программы научных исследований;
- отраслевые нормативные документы, применяющиеся при эксплуатации объектов добычи полезных ископаемых.

**Уметь:**

- выполнять моделирование аэрогазодинамических процессов;
- анализировать проектные решения на основе действующих нормативных документов;
- разрабатывать технические решения в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики с учетом знаний современной приборной базы и программно-вычислительных комплексов;
- рассчитывать параметры замораживания при формировании ледопородных ограждений;

**Владеть:**

- методами и средствами контроля состава рудничной атмосферы;
- способами нормализации параметров рудничной атмосферы;
- способами дегазации соляного и угольного массива;
- методами и средствами выбора способов нормализации температуры рудничного воздуха;

**2.1 Дисциплинарная карта компетенции УК-1**

<b>Код УК-1</b>	<b>Формулировка компетенции</b> способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
<b>Код УК-1 Б1.В.ОД.1.2</b>	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> навыки решения практических и исследовательских задач и проектирования на основе современных программных продуктов и приборной базы

### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знать:</b> Основные законы аэродинамики, диффузию газов в шахтных вентиляционных сетях и критерии подобия при моделировании, требования к тепловому режиму в горных выработках, изменение свойств горных пород в зависимости от температуры,	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
<b>Уметь:</b> Выполнять моделирования аэрогазодинамических процессов	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
<b>Владеть:</b> Методами, способами и средствами контроля состава рудничной атмосферы, способами нормализации параметров рудничной атмосферы	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

### 2.2 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-4

Код ОПК-4	Формулировка компетенции
	готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования

Код ОПК-4 Б1.В.ОД.1.2	Формулировка дисциплинарной части компетенции
	способность выполнять расчет систем вентиляции и воздухоподготовки, а также построение программы научных исследований

### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знать:</b> основы построения программ научных исследований, газодинамические процессы в шахтах и газоносность угольных и калийных пластов, состав атмосферы карьеров и предъявляемые к нему требования, термодинамические параметры земной коры, источники тепла земных недр.	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
<b>Уметь:</b> Разрабатывать технические решения в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики с учетом знаний современной приборной базы и программно-вычислительных комплексов	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
<b>Владеть:</b> Способами дегазации соляного и угольного массива	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

### 2.3 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

<b>Код ПК-1</b>	<b>Формулировка компетенции</b> способность использовать теории и методы науки о недрах для анализа ситуации, возникающей при эксплуатации объектов добычи полезного ископаемого
-----------------	---

<b>Код ПК-1</b> <b>Б1.В.ОД.1.2</b>	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> использование нормативно-правовых документов, применяющихся при добыче полезных ископаемых, с целью анализа ситуаций, возникающих при эксплуатации горнодобывающих предприятий
---------------------------------------	--

#### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знать:</b> отраслевые нормативные документы, применяющиеся при эксплуатации объектов добычи полезных ископаемых; проветривание карьеров, схемы и способы; основные законы термодинамики.	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
<b>Уметь:</b> анализировать проектные решения на основе действующих нормативных документов, рассчитывать параметры замораживания при формировании ледопородных ограждений	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
<b>Владеть:</b> методами и средствами выбора способов нормализации температуры рудничного воздуха	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

### 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		4 семестр	5 семестр
1	Аудиторная работа	4	
	В том числе:		
	Лекции (Л)	2	-
	Практические занятия (ПЗ)	-	2
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	1
	Самостоятельная работа (СР)	69	69
	Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	-	-
	Форма промежуточного контроля:	Зачет	Зачет

#### 4. Содержание учебной дисциплины

##### 4.1. Модульный тематический план

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (4,5 семестр)

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий					Трудоёмкость, ч / ЗЕ	
		аудиторная работа			КСР	промежуточный контроль		Самостоятельная работа
		всего	Л	ПЗ				
1	1	1	1				11	12
	2	1	1				11	12
	3						12	12
<b>Всего по разделу:</b>		<b>2</b>	<b>2</b>				<b>34</b>	<b>36/1</b>
2	4	1		1			17	18
	5	1		1	1		16	18
<b>Всего по разделу:</b>		<b>2</b>	<b>2</b>		<b>1</b>	<b>зачет</b>	<b>33</b>	<b>36/1</b>
3	6						18	18
	7	1			1		17	18
<b>Всего по разделу:</b>		<b>1</b>			<b>1</b>		<b>35</b>	<b>36/1</b>
4	8						18	18
	9						18	18
<b>Всего по разделу:</b>		<b>2</b>		<b>2</b>	<b>2</b>		<b>36</b>	<b>36/1</b>
<b>Итого</b>		<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>зачет</b>	<b>138</b>	<b>144/4</b>

#### 4.2. Содержание разделов учебной дисциплины

##### 4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (4 семестр)

Раздел 1. Научные основы аэрологии и газодинамики. Основные физические законы, применяющиеся в аэрологии.

(Л – 2, СР – 34)

Тема 1. Основные законы аэродинамики применительно к рудничной атмосфере.

Тема 2. Диффузия газов в шахтных вентиляционных потоках.

Тема 3. Основы проветривания карьеров

**Ключевые слова:** рудничный воздух, проветривание, породный массив, открытые горные работы.

Раздел 2. Газодинамические процессы в шахтах и их характеристики

(ПЗ – 2, СР – 33)

Тема 4. Газоносность угольных и калийных пластов и вмещающих пород.

Тема 5. Способы дегазации и их эффективность.

**Ключевые слова:** газодинамические явления, газоносность, дегазация.

##### 4.2.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (5 семестр)

Раздел 3. Основные сведения о свойствах и составе рудничной атмосферы. Способы нормализации.

(СР – 35)

Тема 6. Особенности проветривания шахт и рудников.

Тема 7. Расчет аэрогазодинамических процессов.

**Ключевые слова:** рудничная атмосфера, обеспыливание, регулирование воздухо-распределения.

Раздел 4. Основы горной теплофизики

(СР – 36)

Тема 8. Основные законы термодинамики.

Тема 9. Требования к тепловому режиму в горных выработках. Способы нормализации.

**Ключевые слова:** тепловой режим, микроклиматические параметры, термодинамические процессы.

#### 4.3. Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.4. Перечень тем практических занятий

##### 4.4. Перечень тем практических занятий

Таблица 3

Темы практических занятий (из пункта 4.2.2)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	7	Моделирование аэрогазодинамических процессов (1 ч.)	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	6	Анализ проектных решений по проветриванию горных предприятий на основе действующих нормативных документов (1 ч.)	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	8	Выполнение замеров теплофизических процессов с использованием современной приборной базы (1 ч.)	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	9	Расчет параметров замораживания при формировании ледопородных ограждений (2 ч.)	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

#### 4.5. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

#### 4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.



## Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Основные законы аэростатики применительно к рудничной атмосфере (2 ч). Природа аэродинамических сопротивлений элементов шахтной вентиляционной сети: сопротивление трения, местные и лобовые сопротивления. (2 ч) Закон сопротивления горных выработок, выработанных пространств (2 ч). Основные закономерности аэрогазодинамики тупиковых выработок и камер, выемочных участков, выработанных пространств. (2 ч) Моделирование аэрогазодинамических процессов в шахтах (4 ч)	Творческое задание	Темы творческих заданий
2	2	Режимы движения воздуха в шахтах (рудниках). (2 ч) Природа турбулентности. Основные характеристики турбулентности в шахтных вентиляционных потоках. (2 ч) Фильтрационные течения. Критическое число Рейнольдса. (2 ч) Уравнение конвективной диффузии. (3 ч) Граничные условия в задачах переноса газообразных примесей шахтными вентиляционными потоками (3 ч)	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Вредные примеси атмосферного воздуха в карьерах, их свойства, предельно допустимые концентрации. (2 ч) Источники загрязнения атмосферы карьеров пылью и газами, их виды. Источники ионизирующего излучения. (2 ч) Методы и средства контроля состояния атмосферы карьеров (2 ч) Способы и средства нормализации атмосферы карьеров. (3 ч)	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	4	Виды газовыделений в калийных рудниках. (3 ч) Управление газовыделением в калийных рудниках. (5 ч) Управление газовыделением на угольных шахтах. (5 ч)	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
5	5	Виды выделения метана в шахтах. (5 ч) Прогноз газовыделения в горные выработки. (5 ч) Газодинамические процессы в шахтах (рудниках) и их характеристики. (5 ч)	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

		Переходные газодинамические процессы в шахтных вентиляционных системах. (5 ч)		
6	6	Стратифицированные потоки. (3 ч). Слоевые скопления газов и механизм их формирования. Число Ричардсона. (5 ч) Статика и динамика рудничных вентиляционных систем. (4 ч) Тепловой баланс шахт и кондиционирование шахтного воздуха. (5 ч) Способы борьбы с пылью на калийных рудниках. (3 ч) Способы борьбы с пылью в угольных шахтах. (3 ч)	Творческое задание	Темы творческих заданий
7	7	Критерии подобия при моделировании. Числа Архимеда, Нуссельта, Пекле. (5 ч) Критерии подобия при моделировании. Числа Прандтля, Стентона, Струхалья, Фруда, Шмидта, Эйлера. (5 ч)	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
8	8	Энтальпия и энтропия термодинамических процессов. (3 ч) Уравнение первого закона термодинамики для потока. (4 ч) Дифференциальное уравнение теплопроводности. (4 ч) Основной закон теплопроводности. (4 ч) Фазовые переходы в горных породах. (4 ч) Закон Гесса. (2 ч)	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
9	9	Теплоперенос в недрах Земли. Использование тепла земных недр. (2 ч) Требования к тепловому режиму в подземных выработках. (2 ч) Каналы теплообмена человека. (2 ч) Источники тепла в горных выработках. (2 ч) Методы нормализации температурного режима рудничного воздуха. (4 ч)	Творческое задание	Темы творческих заданий

### 5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

## 6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Рудничная аэрология и горная теплофизика» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

## 8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.02 «Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» <i>(индекс и полное название дисциплины)</i>	БЛОК 1 <i>(цикл дисциплины/блок)</i>	
	<input type="checkbox"/> базовая часть цикла <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/> обязательная по выбору аспиранта <input type="checkbox"/>
21.06.01/ 25.00.20 <i>код направления / шифр научной специальности</i>	Геология, разведка и разработка полезных ископаемых / Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика <i>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</i>	
2017 <i>(год утверждения учебного плана)</i>	Семестр(-ы): 4,5	Количество аспирантов: 2

Факультет горно-нефтяной  
Кафедра РМПИ

тел. 8(342)239-00-00; rmpi@pstu.ru

## 8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+ кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	С.А. Гончаров, К.Н. Наумов Термодинамические процессы (физические процессы горного производства): Учебник – М.: М.: Изд-во МГГУ, 2009. – 397 с.	2
2	Медведев И.И., Красноштейн А.Е. Аэрология калийных рудников.- Свердловск: Изд-во УрО РАН.- 1990.-249с.	1
3	Мохирев Н.Н., Радько В.В. Инженерные расчеты вентиляции шахт. Учебник для студентов горных специальностей вузов М.: Недра 2007, 324 с.	51
4	Андрейко С.С. Газодинамические явления в калийных рудниках: методы прогноза и способы предотвращения, ПНИПУ, 2007.- 219 стр.	50
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>		
1	Ушаков К.З. Рудничная аэрология : учебник для студентов горных специальностей вузов / К. З. Ушаков, А. С. Бурчаков, И. И. Медведев .— Москва : Недра, 1978 .— 440 с. : ил. — Библиогр.: с. 433-434	26
2	Битколов Н.З., Медведев И.И. Аэрология карьеров: Учеб.для вузов.- М.: Недра, 1992.	3
3	Ушаков К.З. Газовая динамика шахт. М.: Изд. МГГУ, 2004. – 481 с.	1
4	Гончаров С.А. Термодинамика: Учебник – 2-е изд., стер. М.: Изд-во МГГУ, 2002. – 440 с.	39
5	Шувалов Ю.В., Кравченко В.Н. Тепловой режим глубоких рудников.-М.: Недра.-1993.	1
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	Горный журнал. Руда и металлы, МИСиС, г. Москва	1
2	Известия вузов. Горный журнал, УГГУ, г. Екатеринбург	1
3	Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело., г. Пермь	1
4	Записки горного института, Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург	1
5	Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. Сибирское отделение РАН Институт горного дела ми. Н.А. Чинакала СО РАН, Новосибирск	1

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+ кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
1	Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых" (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 декабря 2013 г. N 599) Зарегистрировано в Минюсте РФ 2 июля 2 014 г. Регистрационный N 32935	Консультант +
2	Свод правил. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* утв. Приказом Минрегион России от 30.06.2012 № 275, 2013 — 154 с.	Консультант +
3	ГОСТ 12.0.003. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация;	Техэксперт
<b>2.4 Официальные издания</b>		
3		

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

#### 8.3.1. Лицензионные ресурсы<sup>1</sup>

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс]: [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: [полнотекстовая база данных: электрон. версии кн., журн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс]: [полнотекстовая база данных: дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс]: [полнотекстовая база данных: электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] /

<sup>1</sup> собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

*Электрон. б-ка дис.* – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. *Cambridge Journals [Electronic resource: полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge.* – Cambridge: Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

### 8.3.1.1. Информационные справочные системы

1. *Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: [полнотекстовая база данных правовой информ.: док., коммент., кн., ст., обзоры и др.].* – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

2. *Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс]: [полнотекстовая база данных правовой информ.: законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс.* – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

### 8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

#### 8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Практическое	Аналитический комплекс «АэроСеть»		Моделирование аэрогазодинамических процессов

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### 9.1. Специализированные лаборатории и классы

Таблица 7

№ п.п.	Помещения			Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Кафедра РМПИ	110	60	16
2	Лаборатория	Кафедра РМПИ	110	80	16

## 9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 8

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)</b>	<b>Кол-во ед.</b>	<b>Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)</b>	<b>Номер аудитории</b>
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть), измерительный стенд	16	Оперативное управление	110

### Лист регистрации изменений

<b>№ п.п.</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		

4		
---	--	--





Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и новациям

В.Н. Коротаев  
2017 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине  
«Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Направление подготовки	21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
Научная специальность	25.00.20 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая кафедра	Разработка месторождений полезных ископаемых; Маркшейдерское дело, геодезия и геоинформационные системы
Форма обучения	заочная
Курс: 2,3	Семестр (ы): 4,5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: -	Зачёт: 4,5

Пермь 2017 г.

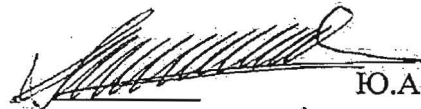
**Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» разработан на основании следующих нормативных документов:**

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, зарегистрированный в Минюсте России № 886 от 30 июля 2014 г. по направлению подготовки 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 25.00. 20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры МДГ и ГИС ПНИПУ

Протокол от «10» 05 2017 г. № 14.

Зав. кафедрой МДГ и ГИС  
д-р. техн. наук, проф.

  
Ю.А. Капников

Рабочая программа заслушана и утверждена на заседании кафедры РМПИ

Протокол от «10» 05 2017г. № 16.

Зав. кафедрой РМПИ  
д-р. техн. наук, проф.

  
С.С. Андрейко

Разработчик программы  
д-р. техн. наук, проф.

  
Ю.А. Капников

Руководитель программы  
д-р техн. наук, проф.

  
Ю.А. Капников

СОГЛАСОВАНО

Начальник УПКВК

  
Л.А. Свисткова

## 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 основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.В.ОД.1.2 «Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

- (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-4) готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования;
- (ПК-1) способность использовать теории и методы науки о недрах для анализа ситуации, возникающей при эксплуатации объектов добычи полезного ископаемого.

### 1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров. В 4 семестре предусмотрены аудиторские лекционные занятия, в 5 семестре - практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

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

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля			
	4 семестр		5 семестр	
	Текущий	Зачёт	Текущий	Кандидатский экзамен
<b>Усвоенные знания</b>				
<b>3.1</b> Основные законы аэродинамики, диффузия газов в шахтных вентиляционных сетях и критерии подобия при моделировании, требования к тепловому режиму в горных выработках, изменение свойств горных пород в зависимости от температуры.	С	ТВ		
<b>3.2</b> Основы построения программ научных исследований, газодинамические процессы в шахтах и газоносность угольных и калийных пластов, состав атмосферы карьеров и предъявляемые к нему требования, термодинамические параметры земной коры, источники тепла земных недр.	С	ТВ		
<b>3.3</b> Отраслевые нормативные документы, применяющиеся при эксплуатации объектов добычи полезных ископаемых; проветривание карьеров, схемы и способы; основные законы термодинамики.			С	ТВ
<b>Освоенные умения</b>				
<b>У.1</b> Выполнять моделирования	ОТЗ	ПЗ		

аэрогазодинамических процессов				
У.2 Разрабатывать технические решения в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики с учетом знаний современной приборной базы и программно-вычислительных комплексов	ОТЗ	ПЗ		
У.3 Анализировать проектные решения на основе действующих нормативных документов, рассчитывать параметры замораживания при формировании ледопородных ограждений			ОТЗ	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>				
В.1 Методами, способами и средствами контроля состава рудничной атмосферы, способами нормализации параметров рудничной атмосферы	ОТЗ	ПЗ		
В.2 Способами дегазации соляного и угольного массива			ОТЗ	ПЗ
В.3 Методами и средствами выбора способов нормализации температуры рудничного воздуха			ОТЗ	ПЗ

*С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.*

*Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.*

*Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.*

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (4 и 5 семестры).

## **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 (табл. 1) проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

#### **• Собеседование**

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	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.
Не зачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

• **Защита отчета о творческом задании**

Для оценки умений и владений аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений, аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
Не зачтено	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

**2.2 Промежуточная аттестация**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (4 и 5 семестры), в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (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, контролируемые уровнем сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

• **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете и кандидатском экзамене:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4.

Таблица 4

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно. Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение <b>навыков</b> полученных знаний и <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
<i>Не зачтено</i>	При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные <b>знания</b> при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов. При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично усвоенное <b>умение</b> и <b>применение</b> полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета и кандидатского 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 «зачтено» и «незачтено».

Таблица 5

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Не зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

**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**

##### **4.1 Типовые творческие задания:**

1. Выполнить анализ способов нормализации микроклиматических параметров с учетом области их применения

##### **4.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:**

1. Граничные условия в задачах переноса газообразных примесей шахтными вентиляционными потоками
2. Виды газо выделений в калийных рудниках
3. Требования к тепловому режиму в подземных горных выработках

##### **4.3 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:**

1. Выполнить анализ проектных решений по проветриванию горных предприятий на основе действующих нормативных документов

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета и кандидатского экзамена в форме утвержденных билетов хранится на кафедре РМПИ и МДГ и ГИС.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФГБОУ ВО «Пермский национальный**  
**исследовательский политехнический**  
**университет» (ПНИПУ)**

**Направление**  
**25.00.20** Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика

**Программа**  
Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика

**Кафедра**  
Разработка месторождений полезных ископаемых

**Дисциплина**  
«Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

**БИЛЕТ № 1**

1. Виды газовыделений в калийных рудниках. Граничные условия в задачах переноса газообразных примесей шахтными вентиляционными потоками.
3. Выполнить расчет параметров замораживания при формировании ледопородных ограждений
3. Выполнить сравнительный анализ современных способов нормализации микроклиматических параметров

Составитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

Фамилия И.О.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

Фамилия И.О.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 \_\_\_\_ г.



### Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		