

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 11 » апреля 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Термодинамические процессы горного и нефтегазового  
производства  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** специалитет  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 21.05.04 Горное дело  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Подземная разработка рудных месторождений (СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины - формирование комплекса знаний об основных законах и закономерностях термодинамики, направленных на решение инженерных задач, влияющих на безопасность и эффективность ведения горных работ.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование знания газодинамических процессов при добыче полезных ископаемых, термодинамических процессов горного и нефтегазового производства.
- формирование умения применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности; рассчитывать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах, применяющихся в горном и нефтегазовом деле для нормализации микроклиматических параметров; выполнять расчет воздухораспределения в сети горных выработок с применением компьютерной техники, определять термодинамические параметры рудничного воздуха с помощью i-d диаграммы, выполнять расчет влияния теплового давления в шахте на процессы воздухораспределения при пожарах.
- формирование навыков владения методами анализа эффективности термодинамических процессов горного и нефтегазового производства и управления интенсивностью обмена энергией в них; владения способами управления геомеханическими и газодинамическими процессами при ведении подземных горных работ; владения способами регулирования теплового режима горных предприятий, работы с приборами и оборудованием для тепловых измерений в массиве и в горных выработках.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом изучения данной дисциплины являются следующие объекты:

- распространение тепла в твердых телах;
- теплообмен в горных выработках;
- тепловой режим горных выработок и окружающего их породного массива;
- рудничные пожары;
- термические методы при эксплуатации недр.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает: газодинамические процессы при добыче полезных ископаемых; основные законы термодинамики и тепловые свойства твердых тел; основные нормативные документы в области промышленной безопасности и санитарии; распространение тепла в твердых телах и теплообмен в горных выработках; изменение свойств горных пород в зависимости от температуры; тепло земных недр и теплообмен в горных выработках; изменение давления при пожаре в шахте; расчет термодинамических процессов в теплотехнических устройствах с использованием компьютерной техники; подземная газификация твердого топлива; основы экологической безопасности горного производства.	Знает горно-геологические условия залегания полезных ископаемых, объекты профессиональной деятельности, принципы рационального и комплексного освоения месторождений полезных ископаемых, основные принципы строительства и эксплуатации подземных объектов, IT-технологии	Зачет
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет: применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности; рассчитывать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах, применяющихся в горном и нефтегазовом деле; определять термодинамические параметры рудничного воздуха с помощью i-d диаграммы и	Умеет анализировать горно-геологические условия, проводить контроль состояния, обрабатывать и интерпретировать результаты наблюдений при обосновании решений по рациональному и комплексному освоению месторождений полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов, в том числе с использованием IT-технологии	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		рассчитывать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах, применяющихся в нефтегазовом и горном деле;		
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет: методами анализа эффективности термодинамических процессов горного и нефтегазового производства и управления интенсивностью обмена энергией в них; способами регулирования теплового режима горных предприятий; навыками работы с приборами и оборудованием для тепловых измерений в массиве и в горных выработках, методами измерений; навыками проведения замеров температуры в горных выработках с помощью тепловизора.	Владеет навыками проводить контроль состояния объектов профессиональной деятельности, обосновывать решения по рациональному и комплексному освоению месторождений полезных ископаемых	Защита лабораторной работы
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает: термодинамические процессы при проектировании и эксплуатации горных предприятий; замораживание пород при строительстве подземных сооружений и шахт; термическое разрушение талых и мерзлых пород при их разработке и транспортировании; процессы сушки горной массы; технологии добычи полезных ископаемых.	Знает технологию и механизацию работ при добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	Зачет
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет: выполнять расчет воздухораспределения в сети горных выработок с	Умеет обосновывать технологию и механизацию,	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<p>применением компьютерной техники; выполнять расчет тепло- и газораспределение в сети горных выработок в аварийных ситуациях с учетом теплофизических свойств рудничного и атмосферного воздуха; рассчитывать влияние теплового давления в шахте на процессы воздухораспределения при пожарах;</p>	<p>контролировать качество выполняемых работ при добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов, в том числе с использованием ИТ-технологий</p>	
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	<p>Владеет: навыками построения моделей тепло- и газораспределения в вентиляционной сети рудника и способами управления газодинамическими процессами при ведении горных работ; навыками построения моделей с учетом процессов теплообмена и выбор способов регулирования теплового режима горных и нефтегазовых предприятий с учетом законодательных основ обеспечения промышленной безопасности; способами управления геомеханическими и газодинамическими процессами при ведении подземных горных работ.</p>	<p>Владеет навыками выполнения комплексного обоснования технологии и механизации, контролировать качество выполняемых работ при добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов, в том числе с использованием ИТ-технологий</p>	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	44	44	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	8	8	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	64	64	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
9-й семестр				
Модуль 1. Основы термодинамических процессов горного и нефтегазового производства при добыче полезных ископаемых	6	4	2	24
Введение. Тема 1. Основные законы термодинамики. Тема 2. Тепловые свойства твердых тел. Тема 3. Распространение тепла в твердых телах и теплообмен в горных выработках. Технологии добычи полезных ископаемых. Тема 4. Изменение свойств горных пород в зависимости от температуры.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Модуль 2. Термодинамические процессы горного и нефтегазового производства. Газодинамические процессы при добыче полезных ископаемых	10	4	16	40
Тема 5. Тепло земных недр. Термодинамические процессы при проектировании и эксплуатации горных предприятий. Тема 6. Теплообмен в горных выработках. Основные нормативные документы в области промышленной безопасности и санитарии. Основы экологической безопасности горного производства. Тема 7. Изменение давления при пожаре в шахте. Тема 8. Замораживание пород при строительстве подземных сооружений и шахт. Тема 9. Подземная газификация твердого топлива. Тема 10. Термическое разрушение талых и мерзлых пород при их разработке и транспортировании. Тема 11. Процессы сушки горной массы.				
ИТОГО по 9-му семестру	16	8	18	64
ИТОГО по дисциплине	16	8	18	64

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчет воздухораспределения в сети горных выработок с применением компьютерной техники.
2	Определение термодинамические параметров рудничного воздуха с помощью i-d диаграммы. Расчет термодинамических процессов в теплотехнических устройствах, применяющихся в горном и нефтегазовом деле.
3	Расчет тепло- и газораспределения в сети горных выработок в аварийных ситуациях с учетом теплофизических свойств рудничного и атмосферного воздуха
4	Расчет влияния теплового давления в шахте на процессы воздухораспределения при пожарах.

#### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Знакомство с приборами и оборудованием для тепловых измерений в массиве и в горных выработках. Методы измерений.
2	Проведение замеров температурного поля с помощью тепловизора. Методы анализа эффективности термодинамических процессов горного и нефтегазового производства и управления интенсивностью обмена энергией в них.

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
3	Построение модели тепло- и газораспределения в вентиляционной сети рудника и разработка мероприятий по нормализации теплового режима на основании замеров с помощью тепловизора. Способы управления газодинамическими процессами при ведении горных работ.
4	Построение компьютерной модели рудника с учетом процессов теплообмена. Выбор способов регулирования теплового режима горных и нефтегазовых предприятий с учетом законодательных основ обеспечения промышленной безопасности.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала.

Часть практических занятий нацелена на ознакомление студентов с научными основами термодинамических процессов горного или нефтегазового производства. При этом студенты принимают самое активное участие в познавательном процессе, делают доклады по темам, готовят вопросы для слушателей. И отвечают на вопросы преподавателя.

Часть занятий посвящена практическим вопросам проектирования вентиляции при ведении подземных горных работ. Студенты выполняют индивидуальные задания, которые предусматривают изучение распределения тепла в твёрдых телах, теплообмена в горных выработках, термических методов при эксплуатации недр.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. В процессе проведения лабораторных занятий используются современные приборы и оборудование. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся 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. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

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

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература



№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Гончаров С. А. Термодинамика : учебник для вузов. 2-е изд., стер. М. : Изд-во МГГУ, 2002. 440 с.	26
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Гончаров С. А., Наумов К. И. Термодинамические процессы : учебник для вузов. Москва : Горн. кн. : Изд-во МГГУ, 2009. 397 с.	2
2	Дмитриев А. П., Кузьяев Л. С. Термодинамические процессы в горных породах : учебное пособие вып. 1. Москва : Изд-во МГИ, 1967. 234 с.	1
3	Карышев А.К., Лапин Ю.Д., Симонов В.П. Теплофизика : Учеб. пособие. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. 107 с.	1
4	Теплотехника : учебник для вузов / Баскаков А. П., Берг Б. В., Витт О. К., Кузнецов Ю. В. Москва : Энергоиздат, 1982. 264 с.	4
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Горный журнал : научно-технический и производственный журнал. Москва : Руда и металлы, 1825 - .	1
2	Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых : научный журнал. Новосибирск : Ин-т горн. дел СО РАН, 1965 - .	1
<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" (УТВЕРЖДЕНЫ приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 8 декабря 2020 года N 505) Зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 21 декабря 2020 года, регистрационный N 61651	1
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Закон РФ "О недрах" от 21.02.1992 N 2395-1	<a href="http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343/">http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343/</a>	сеть Интернет; свободный доступ

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Аналитические весы	1
Лабораторная работа	Анемометр АПР-2	1
Лабораторная работа	Газоанализатор химический	1
Лабораторная работа	Доплеровский анемометр	1
Лабораторная работа	Лазерная рулетка	1
Лабораторная работа	Микроманометр	1
Лабораторная работа	Тепловизор	1
Лабораторная работа	Цифровой барометр DPI-740	1
Лабораторная работа	Электроаспиратор	1
Лекция	Компьютер (ноутбук)	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Компьютер (ноутбук)	1
Практическое занятие	Проектор	1

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Термодинамические процессы горного и нефтегазового  
производства»**

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Специальность:</b>	21.05.04 «Горное дело» 21.05.05 «Физические процессы горного или нефтегазового производства»
<b>Специализация образовательной программы:</b>	«Подземная разработка рудных месторождений» «Физические процессы горного или нефтегазового производства»
<b>Квалификация выпускника:</b>	Горный инженер (специалист)
<b>Выпускающая кафедра:</b>	«Разработка месторождений полезных ископаемых»
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс: 5</b>	<b>Семестр: 9</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по базовому учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по базовому учебному плану:	108 ч
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>	
Зачет: 9 семестр	

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «Термодинамические процессы горного и нефтегазового производства». Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (9-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, лабораторные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и итогового контроля (промежуточной аттестации) при изучении теоретического материала, выполнении заданий практических и лабораторных работ. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля						
	Текущий			Рубежный			Итоговый
	ТО	ПЗ	ЛР	КР	ОПЗ	ОЛР	Зачёт
<b>Усвоенные знания</b>							
3.1 газодинамические процессы при добыче полезных ископаемых;	ТО			КР1			ТВ
3.2 основные законы термодинамики и тепловые свойства твердых тел;	ТО			КР1			ТВ
3.3 основные нормативные документы в области промышленной безопасности и санитарии;	ТО			КР2			ТВ
3.4 термодинамические процессы при проектировании и эксплуатации горных предприятий;	ТО			КР2			ТВ
3.5 распространение тепла в твердых телах и теплообмен в горных выработках;	ТО			КР2			ТВ
3.6 изменение свойств горных пород в зависимости от	ТО			КР1			ТВ

температуры;							
<b>3.7</b> тепло земных недр и теплообмен в горных выработках;	ТО			КР1, КР2			ТВ
<b>3.8</b> изменение давления при пожаре в шахте;	ТО			КР2			ТВ
<b>3.9</b> замораживание пород при строительстве подземных сооружений и шахт;	ТО			КР2			ТВ
<b>3.10</b> расчет термодинамических процессов в теплотехнических устройствах с использованием компьютерной техники;	ТО			КР2			ТВ
<b>3.11</b> подземная газификация твердого топлива;	ТО			КР2			ТВ
<b>3.12</b> термическое разрушение талых и мерзлых пород при их разработке и транспортировании;	ТО			КР2			ТВ
<b>3.13</b> процессы сушки горной массы;	ТО			КР2			ТВ
<b>3.14</b> технологии добычи полезных ископаемых;	ТО			КР1			ТВ
<b>3.15</b> основы экологической безопасности горного производства;	ТО			КР2			ТВ
<b>Освоенные умения</b>							
<b>у.1</b> применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности;		ПЗ1			ОПЗ		ПЗ
<b>у.2</b> рассчитывать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах, применяющихся в горном и нефтегазовом деле;		ПЗ2			ОПЗ		ПЗ
<b>у.3</b> выполнять расчет воздухораспределения в сети горных выработок с применением компьютерной техники;		ПЗ1			ОПЗ		ПЗ

у.4 определять термодинамические параметры рудничного воздуха с помощью i-d диаграммы и рассчитывать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах, применяющихся в нефтегазовом и горном деле;			ПЗ2			ОПЗ		ПЗ
у.5 выполнять расчет тепло- и газораспределение в сети горных выработок в аварийных ситуациях с учетом теплофизических свойств рудничного и атмосферного воздуха;			ПЗ3			ОПЗ		ПЗ
у.6 рассчитывать влияние теплового давления в шахте на процессы воздухораспределения при пожарах;			ПЗ4			ОПЗ		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>								
в.1 методами анализа эффективности термодинамических процессов горного и нефтегазового производства и управления интенсивностью обмена энергией в них;			ЛР2			ОЛР		ПЗ
в.2 способами управления геомеханическими и газодинамическими процессами при ведении подземных горных работ;			ЛР3			ОЛР		ПЗ
в.3 способами регулирования теплового режима горных предприятий;			ЛР4			ОЛР		ПЗ
в.4 навыками работы с приборами и оборудованием для тепловых измерений в массиве и в горных выработках, методами измерений;			ЛР1			ОЛР		ПЗ

в.5навыками проведения замеров температуры в горных выработках с помощью тепловизора;			ЛР2			ОЛР	ПЗ
в.6навыками построения моделей тепло- и газораспределения в вентиляционной сети рудника и способами управления газодинамическими процессами при ведении горных работ;			ЛР3			ОЛР	ПЗ
в.7 навыками построения моделей с учетом процессов теплообмена и выбор способов регулирования теплового режима горных и нефтегазовых предприятий с учетом законодательных основ обеспечения промышленной безопасности			ЛР4			ОЛР	ПЗ

ТО – коллоквиум (теоретический опрос);

КР – контрольные работы по модулю;

ПЗ – оценка работы студента на практических занятиях;

ЛР – оценка работы студента на лабораторных занятиях,

ОПЗ- выполнение индивидуального задания в рамках нескольких практических занятий и защита отчетов по работам

ОЛР - выполнение лабораторных работ и защита отчетов по работам

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, выставляемого исходя из результатов текущего и рубежного контроля и результатов выполнения всех практических занятий и лабораторных работ.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования,



контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

## **2.1. Текущий контроль**

Текущий контроль усвоения материала проводится в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов по каждой теме. Оценивание освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в процессе работы студента на практических и лабораторных занятиях. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений проводится согласно, в форме рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины), а также в форме защиты отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям.

### **2.2.1. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины.

**Типовые задания первой ПК** по модулю 1 «Основы термодинамических процессов горного и нефтегазового производства при добыче полезных ископаемых»:

1. История развития термодинамики и ее роль в современном горном производстве.
2. Методология и задачи горной теплофизики.
3. Перспективы использования знаний горной теплофизики (термодинамики).
4. Термодинамические системы и их параметры.
5. Внутренняя энергия и внешняя работа.
6. Первый и второй законы термодинамики.
7. Энтальпия и энтропия.
8. Термодинамические процессы.
9. Работа цикла. Цикл Карно.
10. Теплоемкость, тепло- и температуропроводность.
11. Тепловое расширение однородных и неоднородных твердых тел.
12. Основной закон теплопроводности.
13. Теплопередача путем теплопроводности (кондукции) и конвекции.
14. Теплопередача излучением.
15. Источники тепла. Тепловые режимы.
16. Изменение свойств горных пород в зависимости от температуры.
17. Фазовые переходы.

**Типовые задания второй ПК** по модулю 2 «Термодинамические процессы горного и нефтегазового производства. Газодинамические процессы при добыче полезных ископаемых»:

1. Термодинамические параметры земной коры.
2. Источники тепла земных недр.
3. Процессы теплопереноса в недрах Земли.
4. Использование тепла земных недр.
5. Требования к тепловому режиму в подземных выработках.
6. Влияние теплового режима на процессы ведения подземных работ.

7. Теплообмен при проветривании подземных выработок.
8. Методы нормализации температурного режима рудничного воздуха.
9. Общие сведения о пожарах в шахтах.
10. Расчет теплового давления при пожаре. Опрокидывание воздушной струи.
11. Тепловое давление при пожаре в восходящих и нисходящих воздушных потоках.
12. Основные положения планов ликвидации аварий при пожарах.
13. Замораживание пород при строительстве подземных сооружений и шахт. Сущность способа и область его применения.
14. Особенности формирования и параметры ледопородных ограждений.
15. Температурное поле в ледопородных ограждениях. Технологические основы замораживания пород.
16. Свойства угля как сырья для подземной газификации.
17. Частичная и полная газификация угля.
18. Физико-химические основы подземной газификации угля.
19. Технические основы полной газификации угля.
20. Распределение температуры по длине канала газификации.
21. Проходка каналов газификации.
22. Технология и показатели подземной газификации угля.
23. Станции подземной газификации.
24. Термическое разрушение талых и мерзлых пород при их разработке и транспортировании.
25. Процессы сушки горной массы. Виды воды в горной массе. Техника и технология сушки горной массы.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.2. Защита отчетов по работам практических занятий**

Всего запланировано 4 практические работы. Типовые темы работ приведены в РПД.

Каждый студент получает индивидуальное задание, включающее набор исходных данных, необходимых для выполнения расчётов. В результате выполнения практических работ, самостоятельного анализа и обобщения полученных результатов для заданных условий студент разрабатывает проект вентиляции предложенного горного предприятия с учетом тепло- и газораспределения.

Защита отчетов по работам практических занятий проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.3. Защита отчётов по работам лабораторных занятий**

Всего запланировано 4 лабораторные работы. Типовые темы работ приведены в РПД.

Каждый студент получает индивидуальное задание, включающее набор исходных данных, необходимых для выполнения задания. В результате выполнения лабораторных работ, самостоятельного анализа и обобщения полученных результатов для заданных условий студент разрабатывает мероприятия по нормализации теплового режима для предложенного горного предприятия.

Защита отчетов по работам лабораторных занятий проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных и практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

#### **2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет выставляется исходя из итогов проведенного промежуточного контроля и результатов выполнения всех практических занятий и лабораторных работ по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

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

#### **2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. История развития термодинамики и ее роль в современном горном производстве.
2. Методология и задачи горной теплофизики.
3. Перспективы использования знаний горной теплофизики (термодинамики).
4. Термодинамические системы и их параметры.
5. Внутренняя энергия и внешняя работа.
6. Первый и второй законы термодинамики.
7. Энтальпия и энтропия.
8. Термодинамические процессы.
9. Работа цикла. Цикл Карно.
10. Теплоемкость, тепло- и температуропроводность.
11. Тепловое расширение однородных и неоднородных твердых тел.
12. Основной закон теплопроводности.
13. Теплопередача путем теплопроводности (кондукции) и конвекции.
14. Теплопередача излучением.
15. Источники тепла. Тепловые режимы.
16. Изменение свойств горных пород в зависимости от температуры.
17. Фазовые переходы.
18. Термодинамические параметры земной коры.
19. Источники тепла земных недр.
20. Процессы теплопереноса в недрах Земли.
21. Использование тепла земных недр.
22. Требования к тепловому режиму в подземных выработках.
23. Влияние теплового режима на процессы ведения подземных работ.
24. Теплообмен при проветривании подземных выработок.
25. Методы нормализации температурного режима рудничного воздуха.
26. Общие сведения о пожарах в шахтах.
27. Расчет теплового давления при пожаре. Опрокидывание воздушной струи.
28. Тепловое давление при пожаре в восходящих и нисходящих воздушных потоках.
29. Основные положения планов ликвидации аварий при пожарах.
30. Замораживание пород при строительстве подземных сооружений и шахт. Сущность способа и область применения.
31. Особенности формирования и параметры ледопородных ограждений.
32. Температурное поле в ледопородных ограждениях. Технологические основы замораживания пород.

33. Свойства угля как сырья для подземной газификации.
34. Частичная и полная газификация угля.
35. Физико-химические основы подземной газификации угля.
36. Технические основы полной газификации угля.
37. Распределение температуры по длине канала газификации.
38. Проходка канала газификации.
39. Технология и показатели подземной газификации угля.
40. Станции подземной газификации.
41. Термическое разрушение талых и мерзлых пород при их разработке и транспортировании.
42. Процессы сушки горной массы. Виды воды в горной массе. Техника и технология сушки горной массы.

#### **Типовые практические задания для контроля приобретенных умений и владений:**

1. Для заданных условий определить термодинамические параметры рудничного воздуха с помощью i-d диаграммы.
2. Выполнить расчет термодинамических процессов в теплотехнических устройствах, применяющихся в горном деле.
3. Для заданных условий выполнить расчет температуры горных пород с учетом величины геотермической ступени и обосновать необходимость применения устройств кондиционирования воздуха.
4. Для заданных условий выполнить анализ изменения параметров воздуха с учетом теплообмена с породным массивом.
5. Проанализировать результаты тепловизионного мониторинга и выполнить расчет теплового излучения поверхности горной выработки.
6. Разработать мероприятия по приведению температурного режима к нормируемым значениям на данном участке шахтного поля горного или нефтегазового предприятия.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта билетов для зачета хранится на выпускающей кафедре.

#### **2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.