



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

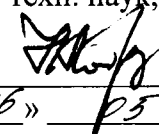
**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

Механико-технологический факультет

Кафедра «Сварочное производство и технология конструкционных материалов»

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
д-р техн. наук, проф.

  
Н. В. Лобов  
«06» 25 2014 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ  
«ТЕРМОДИНАМИКА»**

Основная образовательная программа подготовки специалистов  
Специальность **131201.65 Физические процессы горного или  
нефтегазового производства**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Специализация подготовки специалиста: «Физические процессы горного производства»,  
«Физические процессы нефтегазового производства»

Квалификация выпускника: специалист

Специальное звание выпускника: горный инженер

Выпускающая кафедра: «Разработка месторождений полезных ископаемых» (РМПИ)

Форма обучения: очная

Курс: 4. Семестр(ы): 7

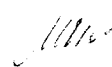
Трудоёмкость:

- кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ  
- часов по рабочему учебному плану: 108 ч

Виды контроля:

Экзамен: - Зачёт: 7 семестр Курсовой проект: - Курсовая работа: -

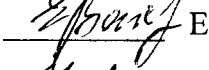
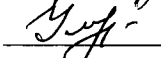

Пермь  
2014



**Рабочая программа дисциплины «Термодинамика»** разработана на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «24» декабря 2010 г. номер государственной регистрации «2050» по специальности 131201.65 «Физические процессы горного или нефтегазового производства»;
- компетентностных моделей выпускника ООП по специальности 131201.65 «Физические процессы горного или нефтегазового производства», специализациям «Физические процессы горного производства», «Физические процессы нефтегазового производства», утверждённых «24» июня 2013 г.;
- базовых учебных планов очной формы обучения по специальности 131201.65 «Физические процессы горного или нефтегазового производства», специализациям «Физические процессы горного производства», «Физические процессы нефтегазового производства», утверждённых «29» августа 2011 г.

**Рабочая программа согласована** с рабочими программами дисциплин математика, физика, химия, информатика, прикладные задачи математической физики, математическая обработка результатов измерений, учебно-исследовательский практикум, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчики	канд. техн. наук, доц.		Е.И. Вахрамеев
	канд. техн. наук, доц.		Т.А. Ульрих
Рецензент	канд. техн. наук, доц.		М.А. Ошивалов

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Сварочное производство и технология конструкционных материалов»**  
«25» марта 2014 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой СПиТКМ,  
ведущей дисциплину,  
д-р техн. наук, проф.



Ю.Д. Щицын

**Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией механико-технологического факультета «02» 04 2014 г., протокол № 5.**

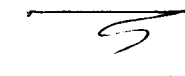
Председатель учебно-методической комиссии  
механико-технологического факультета,  
канд. техн. наук, доц.



О.В. Силина

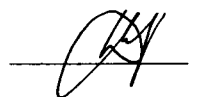
**СОГЛАСОВАНО**

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



С.С. Андрейко

Начальник управления образовательных  
программ, канд. техн. наук, доц.



Д. С. Репецкий

## 1 Общие положения

**1.1 Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний в области получения, преобразования, передачи и использования теплоты, формирование умений и навыков термодинамического исследования рабочих процессов в теплообменных аппаратах, теплосиловых установках и других теплотехнических устройствах, применяемых в отрасли.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений полезных ископаемых и горных отводов (ПК-2);

готовность использовать знания о свойствах горных пород и характере их изменения под воздействием различных физических полей при оценке параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительстве и эксплуатации подземных объектов; владение методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива (ПК-3).

### 1.2 Задачи дисциплины:

изучение основ преобразования энергии, законов термодинамики и теплопередачи, термодинамических процессов и циклов, свойств существенных для отрасли рабочих тел, способов теплообмена, принципа действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнических устройств, применяемых в отрасли;

формирование умения рассчитывать состояния рабочих тел, термодинамические процессы и циклы, теплообменные процессы, аппараты и другие основные технические устройства отрасли;

формирование навыков расчета и анализа эффективности термодинамических процессов горного (нефтегазового) производства.

### 1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- основные законы термодинамики и теплопередачи,
- термодинамические процессы и циклы,
- способы теплообмена,
- свойства рабочих тел и параметры состояния термодинамических систем,
- основы расчета теплообменных аппаратов и теплоэнергетических установок.

### 1.4 Место дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников.

Дисциплина «Термодинамика» относится к *базовой* части цикла *математических и естественнонаучных* дисциплин и является *обязательной* при освоении ООП по специальности 131201.65 «Физические процессы горного или нефтегазового производства», специализациям «Физические процессы горного производства», «Физические процессы нефтегазового производства».

После изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

#### • **знать:**

- основные свойства и параметры состояния термодинамических систем;
- законы преобразования энергии, законы термодинамики;
- прямые, обратные и замкнутые термодинамические процессы, основы их термодинамического анализа;
- термодинамика потока;
- элементы химической термодинамики;
- основные закономерности кондуктивного, конвективного и лучистого теплообменов и массообмена при стационарном и нестационарном режимах;
- основные способы управления интенсивностью теплообмена в теплообменных аппаратах и теплосиловых установках;

- **уметь:**

- оценивать параметры состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов;
- рассчитывать показатели простых и сложных теплообменов в необратимых термодинамических процессах горного (нефтегазового) производства;
- проводить термодинамические расчеты рабочих процессов в теплосиловых установках и других теплотехнических устройствах, применяющихся в горном деле;

- **владеть:**

- методами термодинамического анализа эффективности и управления интенсивностью обмена энергией в термодинамических процессах горного производства.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
<b>Профессиональные компетенции</b>			
ПК-2	готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений полезных ископаемых и горных отводов	физика, информатика, математика, химия	прикладные задачи математической физики, математическая обработка результатов измерений, учебно-исследовательский практикум
ПК-3	готовность использовать знания о свойствах горных пород и характере их изменения под воздействием различных физических полей при оценке параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительстве и эксплуатации подземных объектов; владение методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива	физика, информатика, математика, химия	прикладные задачи математической физики, математическая обработка результатов измерений, учебно-исследовательский практикум

## 2 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-2, ПК-3.

### 2.1 Дисциплинарная карта компетенций ПК-2.

<b>Код ПК-2</b>	<b>Формулировка компетенции:</b> готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений полезных ископаемых и горных отводов
<b>Код ПК-2.С2.Б4</b>	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции:</b> готовность использовать основные понятия, законы и модели термодинамики и теплопередачи

### Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>В результате освоения компетенций студент знает:</b> – основные законы термодинамики и теплопередачи; – основные свойства и параметры состояния термодинамических систем; – термодинамические процессы и циклы, основы их анализа – основы термодинамики потока; – элементы химической термодинамики	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Контрольные работы.  Тестовые вопросы по ЛР</i>
<b>Умеет:</b> – рассчитывать и оценивать параметры состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов; – проводить термодинамические расчеты рабочих процессов в теплосиловых установках и других теплотехнических устройствах	<i>Практические занятия. Лабораторные работы.</i>	<i>Контрольные работы. Отчёт по ЛР. Тестовые вопросы по ЛР</i>
<b>Владеет:</b> – навыками расчета и анализа эффективности термодинамических процессов горного (нефтегазового) производства	<i>Лабораторные работы.</i>	<i>Отчёт по ЛР.</i>

### 2.2 Дисциплинарная карта компетенций ПК-3.

<b>Код ПК-3</b>	<b>Формулировка компетенции:</b> готовность использовать знания о свойствах горных пород и характере их изменения под воздействием различных физических полей при оценке параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительстве и эксплуатации подземных объектов; владение методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива
<b>Код ПК-3.С2.Б4</b>	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции:</b> готовность использовать методы управления интенсивностью теплообменных процессов горного (нефтегазового) производства

## Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>В результате освоения компетенций студент знает:</b> – основные закономерности теплообмена и массообмена при стационарном и нестационарном режимах; – основные способы управления интенсивностью теплообмена в теплообменных аппаратах и теплосиловых установках	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Контрольные работы. Тестовые вопросы по ЛР</i>
<b>Умеет:</b> – рассчитывать показатели простых и сложных теплообменов в необратимых термодинамических процессах; – проводить теплотехнические измерения, обрабатывать результаты измерений с применением компьютерной техники; – определять основные свойства рабочих тел, применяемых в отрасли	<i>Практические занятия. Лабораторные работы.</i>	<i>Контрольные работы. Отчёт по ЛР. Тестовые вопросы по ЛР</i>
<b>Владеет:</b> – методами управления интенсивностью теплообменных процессов горного (нефтегазового) производства	<i>Лабораторные работы.</i>	<i>Отчёт по ЛР.</i>

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

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость 5 семестр
1.	<b>Аудиторная работа, в том числе в интерактивной форме</b>	<b>42/10</b>
	- лекции (Л), в том числе в интерактивной форме	16/0
	- практические занятия (ПЗ), в том числе в интерактивной форме	8/4
	- лабораторные работы (ЛР), в том числе в интерактивной форме	18/6
2.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
3.	<b>Самостоятельная работа студентов (СРС)</b>	<b>64</b>
	- изучение теоретического материала	34
	- подготовка к практическим занятиям	12
	- подготовка к лабораторным работам	18
4.	Итоговая аттестация по дисциплине: <i>зачет</i>	0
5.	<b>Трудоёмкость дисциплины, всего:</b>	
	<b>в часах (ч)</b> <b>в зачётных единицах (ЗЕ)</b>	<b>108</b> <b>3</b>

## 4 Содержание учебной дисциплины

### 4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов (очная форма обучения)					аттестация	самостоятельная работа	Трудоёмкость, ч / ЗЕ
			аудиторная работа							
			всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР			
1	1	1	3	2	1			6	9	
		2	7	2	1	4		9	16	
		3	9	2	2	4	1	9	18	
		4	2	2				3	5	
	<b>Всего по модулю:</b>		<b>21</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>1</b>		<b>27</b>	<b>48 / 1,33</b>
2	2	5	8	2	2	4		12	20	
		6	9	2	2	4	1	12	21	
		7	4	2		2		8	12	
		8	2	2				5	7	
	<b>Всего по модулю:</b>		<b>23</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>1</b>		<b>37</b>	<b>60 / 1,67</b>
<b>Итоговая аттестация</b>							<b>зачет</b>		<b>0</b>	
<b>Итого:</b>			<b>42</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>108/ 3</b>

### 4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

#### Модуль 1. Термодинамика.

#### Раздел 1. Термодинамика.

Л – 8 ч, ПЗ – 4 ч, ЛР – 8 ч, СРС – 27 ч.

Тема 1. **Основные понятия и определения термодинамики.** Предмет и задачи дисциплины. Этапы исторического развития. Значение дисциплины для последующего изучения специальных курсов и для практической деятельности. Связь теплотехники со смежными дисциплинами. Термодинамическая система. Параметры состояния и единицы их измерения. Идеальный газ, уравнение состояния идеального газа. Газовая постоянная и ее физический смысл. Теплоёмкость рабочего тела. Смеси рабочих тел, способы задания, определение газовой постоянной и молярной массы смеси. Равновесные термодинамические процессы и их обратимость. Графическое изображение процессов. Рабочая и тепловая диаграммы.

Тема 2. **Первый закон термодинамики и его применение для анализа политропных процессов.** Энергетические характеристики термодинамических систем: теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия. Понятие функции процесса и функции состояния. Эквивалентность теплоты и работы. Сущность и уравнение первого закона термодинамики. Политропные процессы, их исследование и графическое изображение на рабочей и тепловой диаграммах. Энергетические характеристики политропных процессов. Частные случаи политропного процесса: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы.

Тема 3. **Циклические процессы. Второй закон термодинамики. Термодинамический анализ теплотехнических устройств.** Общие положения теории циклов. Циклы прямые и обратные. Термический к.п.д, холодильный и отопительный коэффициенты. Сущность второго закона термодинамики и его различные формулировки (Клаузиуса, Томсона, Больцмана, Стирлинга). Цикл Карно, интеграл Клаузиуса. Энтропия - параметр состояния, ее физический смысл, изменение в процессах. Изменение энтропии в термодинамических процессах. Термодинамический анализ одно- и многоступенчатого компрессора. Циклы ДВС (Отто, Дизеля и Тринклера). Идеальные циклы ГТУ. Методы повышения эффективности тепловых двигателей.

**Тема 4. Термодинамика газовых потоков. Фазовые переходы в термодинамических системах.** Основные уравнения термодинамики газового потока. Располагаемая работа потока. Адиабатное истечение, критическая скорость и максимальный расход идеального газа. Понятие о фазовых переходах и фазовых превращениях, протекающих в рабочих телах. Условия равновесия однородной системы и нескольких фаз вещества. Фазовые термодинамические диаграммы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

**Модуль 2. Теория тепломассообмена.**

**Раздел 2. Теория тепломассообмена.**

Л – 8 ч, ПЗ – 4 ч, ЛР - 10 ч, СРС – 37 ч.

**Тема 5. Механизмы передачи теплоты, теплопроводность.** Способы распространения теплоты: теплопроводность (кондукция), конвекция, излучение, их сравнительный анализ. Теплоотдача и теплопередача. Интенсификация процессов теплообмена. Тепловой поток, плотность теплового потока. Температурное поле, температурный градиент. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности: геометрические, теплофизические, краевые. Тепловые граничные условия. Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме и граничных условиях первого и третьего рода. Тепловая изоляция. Теплопроводность при нестационарном режиме. Основы численных методов расчета температурных полей (метод конечных разностей).

**Тема 6. Конвективный теплообмен.** Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Свободная и вынужденная конвекция. Ламинарный и турбулентный режим течения. Математическая постановка и пути решения краевой задачи конвективного теплообмена. Основы теории подобия. Критериальные уравнения теплоотдачи при свободном и вынужденном движении среды. Отдельные задачи конвективного теплообмена в однофазной среде. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах и каналах. Теплоотдача при свободном движении теплоносителя. Внешнее обтекание тел простой формы. Конвективный теплообмен в замкнутом объеме.

**Тема 7. Теплообмен излучением. Основы массообмена.** Физическая сущность лучистого теплообмена, виды потоков излучения и радиационные характеристики тел. Основные законы теплового излучения (Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа). Лучистый теплообмен между телами, разделенными прозрачной средой. Лучистый теплообмен при наличии экрана. Защита от теплового излучения. Основы массообмена. Закон Фика. Формулы для потоков массы. Коэффициенты массопереноса. Тепломассообменные устройства.

**Тема 8. Теплообменные аппараты. Энергетические ресурсы, энергосбережение. Теплогенерирующие устройства.** Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Конструктивные особенности теплообменников рекуперативного, регенеративного и смешительного типов. Основные принципы теплового расчета теплообменников. Первичные и вторичные энергетические ресурсы, перспективы их использования. Основные направления экономии энергоресурсов. Общие характеристики твердого и жидкого топлива, основные положения теории горения, определение энтальпии продуктов сгорания. Первичные теплогенераторы: химические, ядерные, солнечные. Вторичные теплогенераторы: лазерные, электрические, механические. Применение теплоты в отрасли.



### 4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	Тема 1	Определение параметров состояния и термодинамических характеристик основных рабочих тел
2	Тема 2	Термодинамический анализ политропных процессов
3	Тема 3	Расчет циклических процессов, изображение циклов на термодинамических диаграммах
4	Тема 5	Расчет теплопроводности при стационарном режиме
5	Тема 6	Исследование конвективного теплообмена при свободном и вынужденном движении среды

### 4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	Тема 2	Исследование политропных процессов
2	Тема 3	Исследование работы компрессора
3	Тема 5	Определение коэффициента теплопроводности твердого тела методом трубы
4	Тема 6	Исследование теплоотдачи при свободном движении воздуха
5	Тема 7	Исследование теплового излучения твердого тела

### 4.5 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 4.4 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1	Подготовка к практическим занятиям	3
	Изучение теоретического материала	3
2	Подготовка к практическим занятиям	3
	Подготовка к лабораторным работам	3
	Изучение теоретического материала	3
3	Подготовка к практическим занятиям	3
	Подготовка к лабораторным работам	3
	Изучение теоретического материала	3
4	Изучение теоретического материала	3
5	Подготовка к практическим занятиям	3
	Подготовка к лабораторным работам	3
	Изучение теоретического материала	6

1	2	3
6	Подготовка к практическим занятиям	3
	Подготовка к лабораторным работам	3
	Изучение теоретического материала	6
7	Изучение теоретического материала	5
	Подготовка к лабораторным работам	3
8	Изучение теоретического материала	5
Итого: в ч / в ЗЕ		64 / 1,78

### Вопросы для самостоятельного изучения:

Тема 1. Смеси рабочих тел, способы задания, определение газовой постоянной и молярной массы смеси. Равновесные термодинамические процессы и их обратимость. Графическое изображение процессов. Рабочая и тепловая диаграммы.

Тема 2. Частные случаи политропного процесса: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы.

Тема 3. Циклы ДВС (Отто, Дизеля и Тринклера). Идеальные циклы ГТУ. Методы повышения эффективности тепловых двигателей.

Тема 4. Понятие о фазовых переходах и фазовых превращениях, протекающих в рабочих телах. Условия равновесия однородной системы и нескольких фаз вещества. Фазовые термодинамические диаграммы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

Тема 5. Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме и граничных условиях третьего рода. Тепловая изоляция. Теплопроводность при нестационарном режиме. Основы численных методов расчета температурных полей (метод конечных разностей).

Тема 6. Отдельные задачи конвективного теплообмена в однофазной среде. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах и каналах. Теплоотдача при свободном движении теплоносителя. Внешнее обтекание тел простой формы. Конвективный теплообмен в замкнутом объеме.

Тема 7. Лучистый теплообмен при наличии экрана. Защита от теплового излучения. Закон Фика. Формулы для потоков массы. Коэффициенты массопереноса. Тепломассообменные устройства.

Тема 8. Первичные и вторичные энергетические ресурсы, перспективы их использования. Основные направления экономии энергоресурсов. Общие характеристики твёрдого и жидкого топлива, основные положения теории горения, определение энтальпии продуктов сгорания. Первичные теплогенераторы: химические, ядерные, солнечные. Вторичные теплогенераторы: лазерные, электрические, механические.

## 5 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. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области; формируются группы (команды); каждое практическое занятие проводится по своему алгоритму. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем; отработка командных навыков взаимодействия; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия. Защита лабораторных работ проводится с применением компьютерного обучающего и контролирующего комплекса АСО «АВINS», в диалоговом режиме, с контролем уровня подготовленности по теоретическим и практическим вопросам лабораторных работ.

## **6 Управление и контроль освоения компетенций**

### **6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций**

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:

- текущие контрольные работы для оценки знаний по темам.

### **6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций**

Рубежный контроль освоения дисциплинарных компетенций проводится в следующих формах:

- тестирование по теоретическим и практическим вопросам лабораторных работ.

### **6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций**

#### **1) Зачёт**

Зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого текущего и промежуточного контроля, при выполнении всех лабораторных работ, при защите всех тем, предусмотренных для самостоятельной работы студентов.

#### **2) Экзамен**

Не предусмотрен.

Фонды оценочных средств, включающие контрольные работы, тесты по теоретическим и практическим вопросам лабораторных работ, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входит в состав УМКД на правах отдельного документа.

### 6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.4 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля			
	*ТТ	РТ	ЛР	зачет
<b>В результате освоения дисциплины студент знает:</b>				
основные законы термодинамики и теплопередачи	+	+	+	+
основные свойства и параметры состояния термодинамических систем	+	+	+	+
термодинамические процессы и циклы, основы их анализа	+	+	+	+
основы термодинамики потока	+			+
элементы химической термодинамики	+			+
основные закономерности теплообмена и массообмена при стационарном и нестационарном режимах			+	+
основные способы управления интенсивностью теплообмена в теплообменных аппаратах и теплосиловых установках			+	+
<b>Умеет:</b>				
рассчитывать и оценивать параметры состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов		+	+	+
проводить термодинамические расчеты рабочих процессов в теплосиловых установках и других теплотехнических устройствах		+	+	+
рассчитывать показатели простых и сложных теплообменов в необратимых термодинамических процессах		+	+	
проводить теплотехнические измерения, обрабатывать результаты измерений с применением компьютерной техники			+	
определять основные свойства рабочих тел, применяемых в отрасли			+	
<b>Владеет:</b>				
навыками расчета и анализа эффективности термодинамических процессов горного (нефтегазового) производства			+	
методами управления интенсивностью теплообменных процессов горного (нефтегазового) производства			+	

\*ТТ – текущее тестирование (контроль знаний по теме);

РТ – рубежное тестирование по модулю (автоматизированная система контроля знаний);

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка владения).



## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## 8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

<b>Термодинамика</b> <small>(индекс и полное название дисциплины)</small>	<b>Математический и естественнонаучный цикл</b> <small>(цикл дисциплины)</small>
	<input checked="" type="checkbox"/> базовая часть цикла <input checked="" type="checkbox"/> обязательная <input type="checkbox"/> вариативная часть цикла <input type="checkbox"/> по выбору студента
<b>131201.65</b> <small>(код направления специальности)</small>	<b>Физические процессы горного или нефтегазового производства, специализации «Физические процессы горного производства», «Физические процессы нефтегазового производства»</b> <small>(полное название специальности)</small>
<b>ФП</b> <small>(аббревиатура специальности)</small>	Уровень подготовки: <input checked="" type="checkbox"/> специалист      Форма обучения: <input checked="" type="checkbox"/> очная <input type="checkbox"/> бакалавр <input type="checkbox"/> заочная <input type="checkbox"/> магистр <input type="checkbox"/> очно-заочная
<u>2011</u> <small>(год утверждения учебного плана ООП)</small>	Семестр(-ы): <u>7</u> Количество групп: <u>2</u> Количество студентов: <u>40</u>

Вахрамеев Евгений Иванович, доцент

Механико-технологический факультет

Кафедра СПиТКМ, секция теплотехники, тел. 2198175

## СПИСОК ИЗДАНИЙ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача: учебное пособие для вузов. 4-е изд., стер.-М.:Аз-book, 2008-2009.-469 с.:ил.-Прил.:с.452-462.-Библиогр.: с.463.	446
2	Луканин В.Н., Шатров М.Г., Камфер Г.М. и др. Теплотехника: Учеб. для вузов. -4-е изд., испр. М.: Высш. шк., 2002-2009. – 671 с.	335
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>		
1	С.И. Исаев. Термодинамика: Учеб. для вузов. М.: Высш. шк., 2000. – 413 с.	39
2	Г.А. Мухачёв, В.К. Шукин. Термодинамика и теплопередача: Учеб. для вузов. М.: Высш. шк., 1991. – 480 с.	360

1	2	3
3	К.С. Галягин, Т.А. Ульрих, Е.И. Вахрамеев, В.А. Гордеев, И.П. Лошманов, М.А. Ошивалов, Ю.А. Селянинов. Теоретические основы теплотехники. Методические указания по выполнению лабораторных работ. – Пермь, Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 48 с.	100 (на кафедре)

### Основные данные об обеспеченности на 25.03.2014 г.

Основная литература  обеспечена  не обеспечена

Дополнительная литература  обеспечена  не обеспечена

Зав. отделом комплектования научной библиотеки  Н.В. Тюрикова

Данные об обеспеченности на \_\_\_\_\_  
(дата составления рабочей программы)

Основная литература  обеспечена  не обеспечена

Дополнительная литература  обеспечена  не обеспечена

Зав. отделом комплектования научной библиотеки \_\_\_\_\_ Н.В. Тюрикова

### 8.2 Компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.2 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	ЛЗ	АСО "ABINS"		Программа предназначена для опроса студентов в диалоговом режиме с контролем уровня подготовленности по теоретическим и практическим вопросам лабораторных работ.

### 8.3 Аудио- и видео-пособия

Не предусмотрены.

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория термодинамики	Кафедра СПиТКМ	222 к.А	60	15
2	Лаборатория теплопередачи	Кафедра СПиТКМ	215 к.А	60	15
3	Компьютерный класс	Кафедра СПиТКМ	220 к.А	18	5

### 9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Лабораторная установка по исследованию политропных процессов	3	оперативное управление	222 к.А
2	Лабораторная установка по исследованию работы компрессора	3	оперативное управление	222 к.А
3	Лабораторная установка по исследованию теплопроводности, теплопередачи и излучения	4	оперативное управление	215 к.А
4	Компьютеры	5	оперативное управление	220 к.А



**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**

Механико-технологический факультет

Кафедра «Сварочное производство и технология конструкционных материалов»

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой Сварочное  
производство и технология  
конструкционных материалов  
д-р техн. наук, проф.

 Ю.Д. Щицын  
Протокол заседания кафедры  
№ 4 «25» \_\_10\_\_ 2016 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ  
«ТЕРМОДИНАМИКА»**

Основная образовательная программа подготовки специалитета  
Специальность **21.05.05 «Физические процессы горного или  
нефтегазового производства»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Специализация подготовки  
специалиста: **«Физические процессы горного  
производства»,  
«Физические процессы нефтегазового  
производства»**

Квалификация выпускника: **горный инженер (специалист)**

Выпускающая кафедра: **«Разработка месторождений полезных  
ископаемых» (РМПИ)**

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: - Зачёт: **7 семестр** Курсовой проект: - Курсовая работа: -

**Пермь 2016**

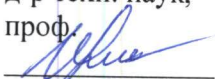
## **Рабочая программа дисциплины «Термодинамика»**

разработана на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «12» сентября 2013 г. номер государственной регистрации «1061» по специальности 21.05.05 «Физические процессы горного или нефтегазового производства»;
- компетентностных моделей выпускника ООП по специальности 21.05.05 «Физические процессы горного или нефтегазового производства», специализациям «Физические процессы горного производства», «Физические процессы нефтегазового производства», утверждённых «24» июня 2013 г., (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);
- базовых учебных планов очной формы обучения по специальности 21.05.05 «Физические процессы горного или нефтегазового производства», специализациям «Физические процессы горного производства», «Физические процессы нефтегазового производства», утверждённых «27» октября 2016 г.

**Рабочая программа согласована** с рабочими программами дисциплин математика, физика, информатика, прикладные задачи математической физики, математическая обработка результатов измерений, учебно-исследовательский практикум, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

## Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1	<p>содержание стр. 1 изложить в редакции, приведенной на стр. 1а.</p> <p>содержание стр. 2 изложить в редакции, приведенной на стр. 2а.</p> <p>наименование раздела 1.4 «Место учебной дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников» изложить в следующей редакции: «Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы».</p> <p>наименование раздела 2 «Требования к результатам освоения учебной дисциплины» изложить в следующей редакции: «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотношенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы».</p> <p>раздел 3 «Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы» дополнить новым абзацем следующего содержания: «Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 3 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.».</p> <p>в табл.3.1.:</p> <p>а) строку п.1 «Аудиторная работа» дополнить словами «(контактная работа)»;</p> <p>б) строку п.4 «Итоговая аттестация по дисциплине» изложить в следующей редакции: «Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине:».</p> <p>в табл.4.1.:</p> <p>а) в строке п.1 «Количество часов (очная форма обучения)» дополнить словами «и виды занятий»;</p> <p>б) в столбце 9 заменить слово «аттестация» на «контроль»;</p> <p>в) в строке 4 заменить слово «Итоговая» на «Промежуточная».</p> <p>п. 4.5 «Виды самостоятельной работы студентов» считать п.5 с наименованием «Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины»</p> <p>После п.5 дополнить словами: «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</p>	<p>Протокол заседания кафедры № 4 «25»__10__2016 г. Зав.кафедрой Сварочное производство и технология конструкционных материалов д-р техн. наук, проф.  Ю.Д. Щицын</p>

<p>практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.</p> <p>4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.</p> <p>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.»</p>	
<p>табл.4.5 «Виды самостоятельной работы студентов» считать табл.5.1</p>	
<p>наименование раздела 6 «Управление и контроль освоения компетенций» изложить в следующей редакции: «Фонд оценочных средств дисциплины».</p>	
<p>последний абзац п.6.3 дополнить словами «входят в состав РПД в виде приложения».</p>	
<p>наименование раздела 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» изложить в следующей редакции: «Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине».</p>	
<p>заменить в тексте раздела 8.: - слова «Профессиональный цикл» на «Блок 1. Дисциплины (модули)»; - код специальности «131201.65» на «21.05.05»;</p>	
<p>изменить название раздела «Список изданий» на «8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины».</p>	
<p>Внести в таблицу пункт 2.5 «Электронные информационно-образовательные ресурсы» с наименованием «Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины».</p>	
<p>дополнить п.2.5 таблицы строками: <b>Электронная библиотека</b> Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: <a href="http://elib.pstu.ru/">http://elib.pstu.ru/</a>. – Загл. с экрана. <b>Лань</b> [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманит., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>. – Загл. с экрана. <b>Консультант Плюс</b> [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– . – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный.</p>	
<p>раздел 8.2 «Компьютерные обучающие и контролирующие программы» считать разделом 8.3 и наименование изложить в следующей редакции: «Перечень информационных</p>	

	технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине».	
	после раздела 8.3 «Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине» включить подраздел 8.3.1 «Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы»	
	наименование раздела 9 изложить в следующей редакции: «Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине».	
2		
3		
4		