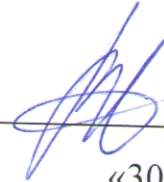


**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  В.А. Небольсин  
«30» августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Термодинамика»

**Направление подготовки 14.03.01 ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОФИЗИКА**

**Профиль ТЕХНИКА И ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР**

**Квалификация выпускника бакалавр**

**Нормативный период обучения 4 года**




**Форма обучения очная**

**Год начала подготовки 2017**

Автор программы

Зав. кафедрой физики твердого тела

Руководитель ОПОП

 /К.Г. Королев/  
 /Ю.Е. Калинин/  
 /О.В. Калядин/

Воронеж 2017

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Формирование знаний физических основ термодинамики, ее исходных положений, основных законов, систематики, аксиоматики, математического аппарата термодинамики, а также приобретение умений применения термодинамического подхода для анализа различных физико-химических процессов, описания поведения термодинамических систем при фазовых и химических превращениях, определения термодинамических свойств веществ

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

Формирование знаний законов и расчетных соотношений термодинамики;

Формирование знаний назначения, составов и свойства рабочих тел тепловых двигателей и холодильных машин;

Формирование знаний основ определения термодинамических и теплофизических свойств газов, жидкостей и твердых тел;

Формирование умений рассчитывать и анализировать термодинамические процессы в энерготехнологическом оборудовании;

Формирование умений определять термодинамические и теплофизические свойства газов, жидкостей и твердых тел;

Формирование навыков использования методик составления энергетических и тепловых балансов энерготехнологических процессов;

Формирование навыков использования методом расчета тепловых режимов систем и оборудования

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Термодинамика» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Термодинамика» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовностью использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

ПК-1 - способностью к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик

ПКВ-7 - готовностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способен привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
--------------------	--

ОПК-2	Знать методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
	Уметь демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
	Владеть способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовностью использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ПК-1	Знать методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах
	Уметь использовать методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах
	Владеть способностью к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик
ПКВ-7	Знать способы решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности
	Уметь выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности
	Владеть готовностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способен привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Термодинамика» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
<b>В том числе:</b>		
Лекции	18	18

Практические занятия (ПЗ)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	54	54
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия термодинамики	Предмет термодинамики. Термодинамическая система. Термодинамические процессы. Внутренняя энергия системы. Формы обмена энергией.	4	8	18	30
2	Основные законы классической термодинамики (термостатики)	Первое начало термодинамики. Работа различных по природе сил. Работа перемещения в пространстве. Механическая деформационная работа, сопровождающая изменением объема тела (систем). Работа электростатического поля. Работа магнитного поля. Работа химических и поверхностных сил. Обобщенное выражение работы. Аналитическое выражение теплоты. Второе начало термостатики. Объединенное уравнение первого и второго начал термодинамики. Уравнения состояния системы. Условия устойчивости системы. Особенности неравновесных взаимодействий. Обобщенное уравнение термодинамики. Термодинамическая шкала температур. Выработка метода построения шкалы температур.	14	28	36	78
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>108</b>

### 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ОПК-2	Знать методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовностью использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-1	Знать методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь использовать методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью	Решение прикладных задач	Выполнение работ в	Невыполнение

	к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик	в конкретной предметной области	срок, предусмотренный в рабочих программах	работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПКВ-7	Знать способы решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть готовностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способен привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-2	Знать методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования			
	Владеть способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовностью использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-1	Знать методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь использовать методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПКВ-7	Знать способы решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	деятельности Владеть готовностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способен привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
--	---	--	---	------------------

**7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

**7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)**

**7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)**

**7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)**

**7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

*Предмет термодинамики. Термодинамическая система. Термодинамические процессы. Внутренняя энергия системы. Формы обмена энергией.*

*Первое начало термодинамики. Работа различных по природе сил. Работа перемещения в пространстве. Механическая деформационная работа, сопровождающая изменением объема тела (систем). Работа электростатического поля. Работа магнитного поля. Работа химических и поверхностных сил. Обобщенное выражение работы. Аналитическое выражение теплоты. Второе начало термодинамики. Объединенное уравнение первого и второго начал термодинамики. Уравнения состояния системы. Условия устойчивости системы. Особенности неравновесных взаимодействий. Обобщенное уравнение термодинамики. Термодинамическая шкала температур. Выработка метода построения шкалы температур.*

**7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**  
 Не предусмотрено учебным планом

**7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

*Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.*

*1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.*



2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия термодинамики	ОПК-2, ПК-1, ПКВ-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Основные законы классической термодинамики (термостатики)	ОПК-2, ПК-1, ПКВ-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## 8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Глаголев, Константин Владимирович. *Физическая термодинамика [Текст] : учебное пособие.* - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 269 с. - (Физика в техническом ун-те). - Библиогр.: с. 261. - ISBN 5-7038-2208-4 : 154-00.

2. Быков, Н.А. *Термодинамика.* - М. ; Л. : Гос. изд-во, 1928. - 408 с. : ил. -

(Пособия для высшей школы).

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

- 1) <https://elibrary.ru>
- 2) <https://cchgeu.ru>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

*Для проведения лекционных, лабораторных и практических занятий необходима аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой, персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет.*

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Термодинамика» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета термодинамических систем. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной

	<p>литературой, а также проработка конспектов лекций;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>