


**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 2016

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

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции |
|--------------------|--|
|--------------------|--|

| | |
|-------|---|
| 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 |
| Аудиторные занятия (всего) | 36 | 36 |
| В том числе: | | |
| Лекции | 18 | 18 |

| | | |
|---|-----------|-----------|
| Практические занятия (ПЗ) | 18 | 18 |
| Самостоятельная работа | 72 | 72 |
| 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 | 4 | 18 | 26 |
| 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 | 14 | 54 | 82 |
| Итого | | | 18 | 18 | 72 | 108 |

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».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции | Критерии оценивания | Аттестован | Не аттестован |
|--------------------|---|--|---|---|
| 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 | Продемонстрировать 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 | Продемонстрировать 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 | Продемонстрировать 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 | Продемонстрировать 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 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.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

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"> - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации. |
| Подготовка к промежуточной аттестации | <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> |