

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ
ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОБЩАЯ ЭНЕРГЕТИКА»**

Выпускная квалификационная работа бакалавра
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
(по отраслям)
профилю подготовки «Энергетика»
специализации «Энергохозяйство предприятий, организаций, учреждений и
энергосберегающие технологии»

Идентификационный код ВКР: 136

Екатеринбург 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра электрооборудования и энергоснабжения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующая кафедрой ЭС
_____ А.О. Прокубовская
« ____ » _____ 2017 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОБЩАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

Исполнитель:
студент группы ЭС-402

А.В. Животов

Руководитель:
доцент, канд. пед. наук, заведующая кафедрой ЭС

А.О. Прокубовская

Нормоконтролер:
старший преподаватель

Т.В. Лискова

Екатеринбург 2017

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 50 странице, содержит 36 рисунков, 3 таблицы, 29 источников литературы, а также приложения на 79 страницах.

Ключевые слова: ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, ОБЩАЯ ЭНЕРГЕТИКА.

Животов А. В. Учебно-методическое обеспечение теоретических занятий по дисциплине «Общая энергетика»: выпускная квалификационная работа / А. В. Животов; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т инж.-пед. образования, Каф. электрооборудования и энергоснабжения. – Екатеринбург, 2017. – 50 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Учебно-методическое обеспечение теоретических занятий по дисциплине "Общая энергетика"». В работе рассмотрен процесс обучения студентов профиля «Энергетика» направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) разделу «Техническая термодинамика» дисциплины «Общая энергетика».

2. Цель работы: разработать теоретический материал и контрольные задания по технической термодинамике.

3. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы выполнен анализ рабочей программы дисциплины «Общая энергетика», проведен анализ учебно-методической и учебной литературы, разработан теоретический материал и фонд оценочных средств по разделу «Техническая термодинамика».

4. Учебной литературы по данной тематике достаточно, однако их, как правило, сложно использовать в реальном учебном процессе. Данная разработка ориентирована на учебный процесс по определенному разделу данной дисциплины в Российском государственном профессионально-педагогическом университете.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. АНАЛИЗ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	7
1.1 Анализ федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям).....	7
1.2 Анализ учебного плана.....	8
1.3 Анализ учебной программы дисциплины	8
1.4 Анализ учебной литературы	11
2. ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ...	16
2.1 Назначение разработки.....	16
2.2 Структура разработки.....	16
2.3 Структурно-логический анализ	17
2.3.1 Спецификация учебного материала по разделу «Техническая термодинамика».....	17
2.3.2 Графы учебных элементов.....	19
2.4 Описание глав.....	22
2.4.1 Структура и содержание главы «Понятие о термодинамическом процессе».....	22
2.4.2 Структура и содержание главы «Второй закон термодинамики»	27
2.4.3 Структура и содержание главы «Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух»	32
2.5 Описание контроля	35
2.5.1 Общие подходы к контролю по разделу «Техническая термодинамика».....	35
2.5.2 Спецификация оценочных средств результатов освоения раздела «Техническая термодинамика».....	35
2.5.3 Структура и содержание контроля для главы «Понятие о термодинамическом процессе».....	37

2.5.4 Структура и содержание контроля для главы «Второй закон термодинамики»	39
2.5.5 Структура и содержание контроля для главы «Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух»	41
2.6 Рекомендации для студентов	42
2.7 Рекомендации для преподавателя	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	45
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	47

ВВЕДЕНИЕ

Все происходящие в природе и технике изменения состояния тел и систем тел сопровождаются энергетическими преобразованиями. Энергетические соотношения являются важнейшей характеристикой всех химических и физических процессов. На основании практических наблюдений установлено, что как в естественных природных условиях, так и в технике, т.е. в условиях всевозможных машин и аппаратов, любая система тел может подвергаться внешним энергетическим воздействиям – механическим (в форме потребляемой или совершаемой работы) и термическим (в форме подводимой или отводимой теплоты). Под влиянием двух названных форм внешнего воздействия исследуемая система тел изменяет свое состояние.

Техническая термодинамика в современном её понимании представляет собой раздел термодинамики, занимающийся приложениями законов термодинамики в теплоэнергетике, теплотехнике и хладотехнике. Исторически термодинамика начала формироваться именно как техническая термодинамика - учение о превращении теплоты в работу. На этой стадии были сформулированы основные законы классической термодинамики и получены их математические выражения. В дальнейшем область термодинамических исследований расширяется и охватывает различные области физики, химии, биологии и т. д. В настоящее время термодинамику можно определить как общую феноменологическую науку об энергии, исследующую разнообразные явления природы с позиции основных законов (начал) термодинамики [19].

Техническая термодинамика устанавливает закономерности взаимного преобразования теплоты и работы, для чего изучает свойства газов и паров (рабочих тел) и процессы изменения их состояния; устанавливает

взаимосвязь между тепловыми, механическими и химическими процессами, протекающими в системах, совершающих работу расширения.

Объектом исследования является процесс обучения студентов основам технической термодинамики.

Предметом исследования данной работы являются учебные материалы по разделу «Техническая термодинамика», дисциплины «Общая энергетика».

Цель работы – разработать учебно-методическое обеспечение теоретических занятий по дисциплине «Общая энергетика».

Задачи выпускной квалификационной работы:

- проанализировать учебно-программную документацию;
- подобрать и систематизировать учебный материал;
- структурировать теоретический материал;
- составить тестовое задание и задачи для проверки знаний.

1. АНАЛИЗ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Анализ федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Для каждой системы образования и образовательного учреждения утвержден перечень обязательных требований, направленных на определение каждого уровня обучения профессии, специальности. Эти требования объединяются в рамках федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС), который утверждается органами власти, уполномоченными регулировать политику в сфере образования. Федеральный государственный образовательный стандарт нужен для того, чтобы обучающийся в любой точке страны мог получить единые базовые основы образования [28].

В ходе разработки учебно-методического обеспечения по дисциплине «Общая энергетика» был проанализирован ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям).

В ходе анализа ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) были выделены следующие объекты профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата: ими являются участники и средства реализации целостного образовательного процесса в образовательных организациях среднего профессионального и дополнительного профессионального образования, включающие учебно-курсовую сеть предприятий и организаций по подготовке, переподготовке и повышению квалификации рабочих,

служащих и специалистов среднего звена, а также службу занятости населения.

Бакалавр по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) готовится к следующим видам профессиональной деятельности: учебно-профессиональная; научно-исследовательская; образовательно-проектировочная; организационно-технологическая; обучение по рабочей профессии.

1.2 Анализ учебного плана

Дисциплина «Общая энергетика» является частью модуля М5. Профильный модуль учебного плана профиля подготовки «Энергетика» по направлению подготовки 44.03.04. Профессиональное обучение (по отраслям).

Дисциплина изучается по очной форме обучения (4 года) на 5 семестре. На нее отводится 108 часов, в т.ч. 48 аудиторных. Контрольных точек в конце дисциплины две: контрольная работа и зачет.

Также дисциплина изучается по заочной форме обучения (5 лет) на 4 и 5 семестре. На нее отводится 108 часов, в т.ч. 10 аудиторных. Контрольных точек в конце усвоения дисциплины две: контрольная работа и зачет.

1.3 Анализ рабочей программы дисциплины «Общая энергетика»

Рабочая программа учебной дисциплины - это документ, определяющий на основе Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) высшего образования (ВО) по направлению (специальности) содержание дисциплины, вырабатываемые компетенции, составные части учебного процесса по дисциплине, учебно-методические приемы, используемые при преподавании, взаимосвязь данной дисциплины и

других дисциплин учебного плана, формы и методы контроля знаний обучающихся, рекомендуемую литературу [13].

В ходе разработки учебно-методического обеспечения по дисциплине «Общая энергетика» была проанализирована рабочая программа дисциплины «Общая энергетика».

Рабочая программа содержит четко поставленную цель и задачи изучения, содержащихся в пояснительной записки программы.

В программе дается описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ООП и «входные» знания, умения, необходимые при освоении данной дисциплины и приобретенными в результате освоения предшествующих дисциплин.

Для этой дисциплины опорными дисциплинами являются «Физика» и «Химия». В ходе изучения дисциплин «Физика», «Химия» у них формируются общепрофессиональные знания основ теплофизических и электрических процессов, а также процессов перехода энергии химических реакций в тепловую и электрическую.

Далее при изучении дисциплины «Общая энергетика» студенты приобретают знания о современных энергетических установках и комплексах.

Последующие учебные дисциплины, для которых необходима данная учебная дисциплина:

- «Энергосберегающие технологии»;
- «Экономика энергетики».

Рабочая программа имеет чёткие требования к формируемым в результате обучения компетенциям.

Рабочая программа имеет определенную логическую последовательность усвоения элементов. Она разделена на разделы и темы показывается распределение учебных часов по разделам и темам из расчета максимальной учебной нагрузки.

В рабочей программе присутствует проверка знаний обучающихся, включающая в себя текущий контроль и промежуточная аттестация.

В рабочей программе прописано количество учебных часов, на которые рассчитана программа.

Дисциплина изучается в течении 108 часов, контроль знаний осуществляется в форме текущего контроля и промежуточной аттестации. Также указан вид промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета.

В требованиях к результатам освоения программы приводятся профильно-специализированные компетенции. Выпускник должен обладать следующими профильно-специализированными компетенциями (ПСК):

- способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ПСК-1);

- способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ПСК-2).

В результате освоения дисциплины «Общая энергетика» обучающийся должен знать:

31.классификацию, конструкции, технические характеристики и области применения оборудования по производству тепловой, механической и электрической энергии;

32.виды теплообменной аппаратуры;

33.типовые схемы паротурбинных установок; газотурбинных установок (ГТУ) и двигателей внутреннего сгорания (ДВС);

34.методы расчета тепловых схем паротурбинных установок и их элементов, а также ГТУ и ДВС, виды установок, использующих возобновляемые источники энергии.

В результате освоения дисциплины «Общая энергетика» обучающийся должен уметь:

У1.осуществлять выбор основных и вспомогательных устройств паротурбинных установок, ГТУ и ДВС, установок малой энергетики;

У2.производить расчет тепловых схем и теплообменных аппаратов;

У3.читать схемы подготовки топлива, генерации пара и охлаждения теплосилового оборудования, определять параметры элементов и режимов работы электрических сетей.

В результате освоения дисциплины «Общая энергетика» обучающийся должен владеть:

В1.технологией построения систем производства тепла и электрической энергии на электростанциях;

В2.процессом поиска технических решений;

В3.методами проработки технических решений проектируемой тепловой электростанции;

В4.технологиями построения систем, использующих возобновляемые источники энергии.

1.4 Анализ учебной литературы

Критерии анализа учебной литературы:

- соответствие требованиям образовательного стандарта;
- соответствие современным научным представлениям по данной области знаний с учетом уровня профессиональных образовательных программ;
- соответствие содержания учебного и учебно-методического материала целям учебной дисциплины;
- соответствие требованиям, предъявляемым к структуре и методическому аппарату учебных материалов;
- степень инновационности, новизны;

- четкость, доступность изложения, отсутствия дублирования содержания, полноты использования литературы, наличия ссылок на источники;

- целесообразность включения иллюстраций, соответствия их тексту, выполнения ими соответствующих функций (обеспечение наглядности объектов, процессов, выявление связей между ними, комментирование, разъяснение, углубление смысла текста, помощь в запоминании и усвоении знаний), правильности размещения иллюстраций, их качества [8].

Были проанализированы следующие учебные пособия:

1. Техническая термодинамика [20]. В учебном издании рассмотрены основные разделы технической термодинамики, такие как: первый и второй законы термодинамики, процессы изменения состояния идеальных газов; вопросы по термодинамике потока, тепловым двигателям, холодильным машинам.

Представлены материалы по реальным газам – водяному пару и влажному воздуху, элементы химической термодинамики (кратко).

Изложены исследования процессов в реальных газах.

2. Техническая термодинамика [21]. Учебное пособие освещает основные понятия и процессы, связанные с преобразованием тепловой энергии в работу, и объясняет их на примере таких технических средств, как компрессоры, двигатели внутреннего сгорания, газотурбинные и холодильные установки.

3. Техническая термодинамика и теплопередача [22]. В учебнике рассмотрены первый и второй законы термодинамики, прямой и обратный циклы Карно, обобщенный термодинамический цикл Карно, эксергетический метод исследования; циклы тепловых машин двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных двигателей, паросиловых установок, термодинамика газового потока, компрессорные машины, циклы холодильных машин, химическая термодинамика.

Оценка степени реализации показателя качества показана в таблице 1.

Таблица 1 - Оценка качества учебной литературы

Показатели качества	Коэфф. значимости K	Оценка степени реализации показателя качества		
		Техническая термодинамика Тепломассообмен: Учебное издание / А.О. Мирам, В.А. Павленко.	Техническая термодинамика, учебное пособие, Полина И.Н., Ефимова С.Г.	Техническая термодинамика и теплопередача : учебник для академического бакалавриата / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк.
1	2	3	4	5
1.Соответствие логике построения материала предмета логике базовой науке	3	3	3	3
2.Представление рассматриваемого понятия во всей его многогранности и развития	4	4	4	4
3. Соответствие определений, терминов и символов учебного предмета базовой науке	4	4	4	4
4. Простота языка и доступность изложения материала	5	5	4	4

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5
5.Достаточность времени, необходимого для усвоения всего материала учебника и отдельных его тем	3	3	3	2
6. Количество страниц, рисунков, формул во всем учебнике или в отдельных темах	4	4	3	3
7. Чёткость рубрикации учебника	3	3	3	3
8. Соответствие рубрикации программе	4	4	4	4
9. Соответствие последовательности изложения материала, темы	5	5	5	5
10.Равномерность в распределении объема материала между темами учебника	4	3	3	3
Итого:	38	36	35	

Анализ учебной литературы показал следующее: наиболее информативным и эффективным в отношении обучающегося является

Техническая термодинамика. Тепломассообмен: Учебное издание / А.О. Мирам, В.А. Павленко. - Москва: АСВ, 2016. – 346с.

Учебное издание представляет учебный материал в достаточном объеме, содержит большое количество терминов с хорошим и полным объяснением, комментариями и достаточным объёмом иллюстраций.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

2.1 Назначение разработки

Данная разработка предназначена для студентов всех форм обучения направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника», по разделу «Техническая термодинамика», дисциплины «Общая энергетика».

Разработка ставит целью получение обучающимися теоретических знаний о законах термодинамики, понятий макрофизической природы (такими, как температура, давление), знания газовых циклов, знания свойств реальных газов и паров, знаний теплотехнической терминологии. В материале рассматривается первый закон термодинамики, второй закон термодинамики, свойства реальных газов, законы идеальных газов, уравнения состояния реального газа.

Весь материал, используемый в разработке, может быть применен в ходе курса лекций. Также может служить материалом для самостоятельной подготовки обучающихся к выполнению теста и решения задач.

2.2 Структура разработки

При разработке учебно-методического обеспечения по дисциплине «Общая энергетика» был разработан курс лекций, который состоит из 3 глав. По каждой главе нужно прочитать одну лекцию. Каждая глава состоит из нескольких тем.

Первая глава называется «Понятие о термодинамическом процессе». Она состоит из 4 тем: «Рабочее тело и параметры его состояния», «Законы идеальных газов», «Уравнение состояния идеальных газов», «Энтропия».

Вторая глава называется «Второй закон термодинамики». Она состоит из 4 тем: «Второе начало термодинамики», «Цикл теплового двигателя»,

«Цикл Карно», «Энтропия, её изменения в обратимых и необратимых произвольных процессах».

Третья глава называется «Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух». Она состоит из 4 тем: «Свойства реальных газов», «Уравнения состояния реального газа», «Уравнения состояния реального газа», «Характеристики влажного воздуха».

Каждая глава содержит формулы, определения, рисунки.

2.3 Структурно-логический анализ

2.3.1 Спецификация учебного материала по разделу «Техническая термодинамика»

Этапом подготовки учебного материала к лекции является структурно-логический анализ. Структурно-логический анализ - это вычленение в содержании учебного материала учебных элементов (понятий), их классификация и установление связей или отношений между ними. Учебный элемент – это понятие, обозначающее техническое устройство, явление, физический процесс, закон и т.д. При этом способы выражения информации (формула закона или график зависимости) не считаются учебным элементом [16].

Спецификация учебных элементов представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Учебные элементы

№ у.э.	№ У.Э.	Опорно е понятие	Новое понятие	Уровень усвоения
1	2	3	4	5
1	Техническая термодинамика		+	2
2	Первый закон термодинамики	+		2
3	Второй закон термодинамики	+		2

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
4	Изохорный процесс	+		2
5	Изотермический процесс	+		2
6	Изобарный процесс.	+		2
7	Адиабатический процесс	+		2
8	Принцип Клаузиуса	+		2
9	Внутренняя энергия	+		2
10	Процесс Карно	+		2
11	Идеальный газ	+		2
12	Абсолютная температура	+		2
13	Абсолютное давление	+		2
14	Барометрическое давление		+	2
15	Давление	+		2
16	Манометрическое давление		+	2
17	Манометр	+		2
18	Вакуумметрическое давление		+	2
19	Закон Бойля— Мариотта	+		2
20	Закон Гей-Люссака	+		2
21	Закон Шарля	+		2
22	Уравнение Клайперона— Менделеева	+		2
23	Политропный процесс	+		2
24	Удельный объем	+		2
25	Уравнение состояния идеальных газов	+		2
26	Гигрометр		+	2
27	Влажный воздух		+	2
28	Изотерм		+	2
29	Теплота фазового перехода		+	2
30	Десублимация		+	2
31	Конденсация	+		2
32	Уравнение Ван-дер- Ваальса		+	2

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5
33	Критическая изобара		+	2
34	Реальные газы		+	2
35	Термодинамический КПД		+	2
36	Прямой цикл работы тепловых машин		+	2
37	Обратный цикл работы тепловых машин		+	2
38	Водяной пар		+	2
39	Энтропия	+		2
40	Абсолютная влажность	+		2
41	Относительная влажность	+		2

2.3.2 Графы учебных элементов

Граф учебной информации - способ выявления и наглядного представления связей или соотношений между учебными элементами.

Для структурно-логического анализа наиболее удобен плоский граф - «дерево». Каждую вершину следует рассматривать как символ, изображающий информацию, соответствующую только данному УЭ. Поэтому не следует рассматривать один УЭ как часть информации другого элемента или сумму информации нескольких УЭ. Каждый учебный элемент графа вне зависимости от положения и связей имеет свою собственную, только в нем заключенную информацию.

Граф учебной темы отображает структуру учебной информации. Вершина в графе отображает учебный элемент, а ребро - связь между учебными элементами [16].

На рисунке 1 показан граф учебных элементов для главы «Понятие о термодинамическом процессе».

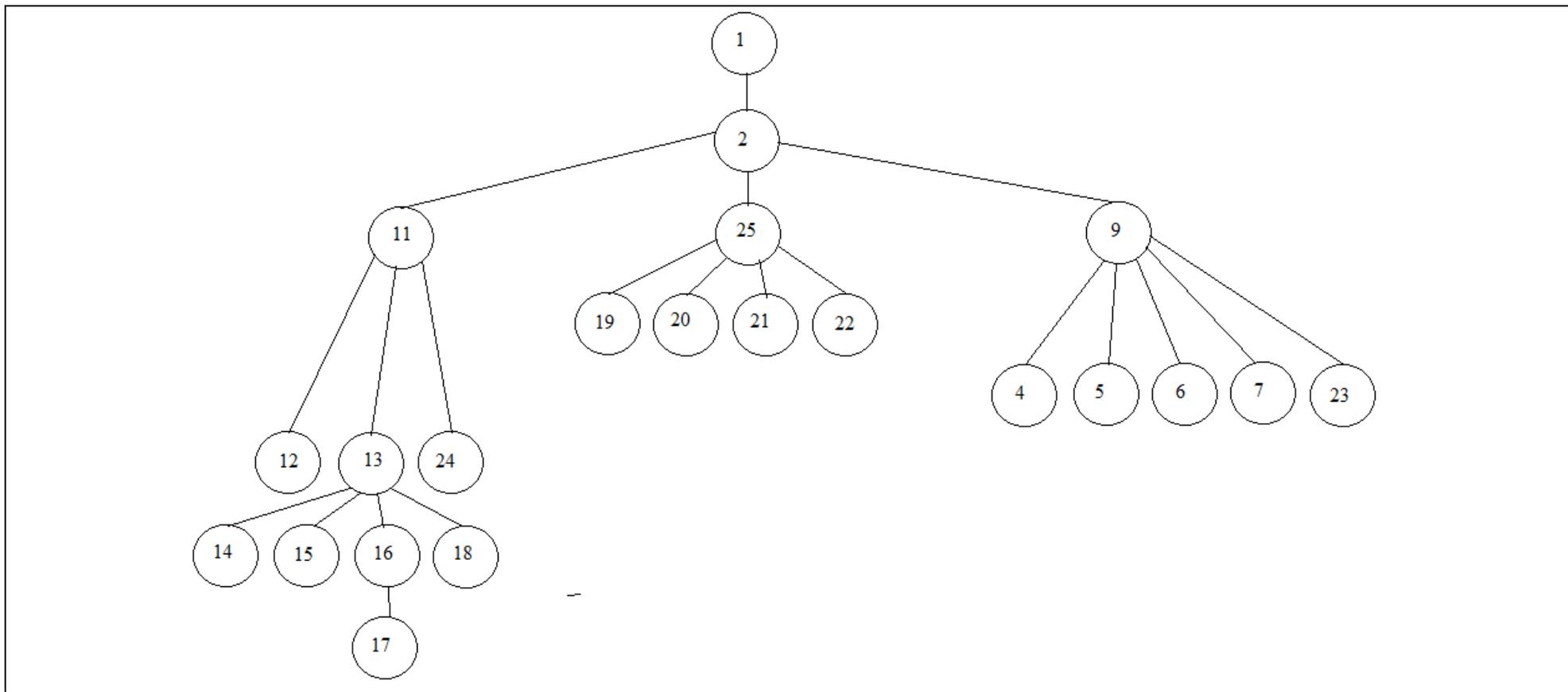


Рисунок 1 - Граф учебных элементов для главы «Понятие о термодинамическом процессе»

На рисунке 2 показан граф учебных элементов для главы «Второй закон термодинамики».

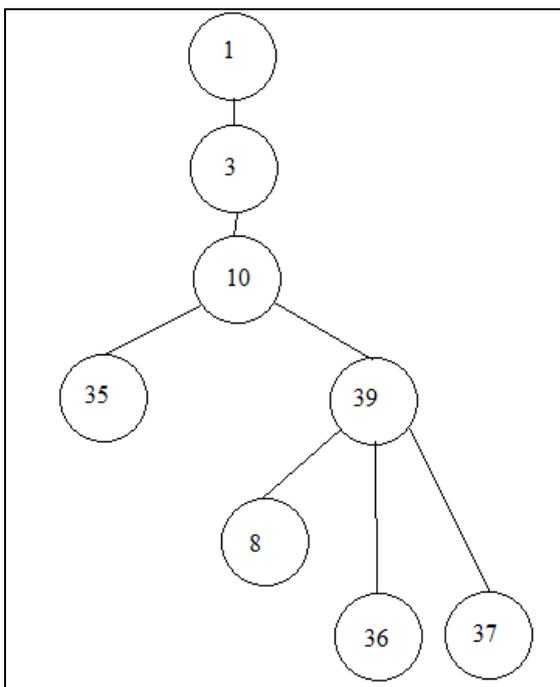


Рисунок 2 - Граф учебных элементов для главы «Второй закон термодинамики»

На рисунке 3 показан граф учебных элементов для главы «Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух».

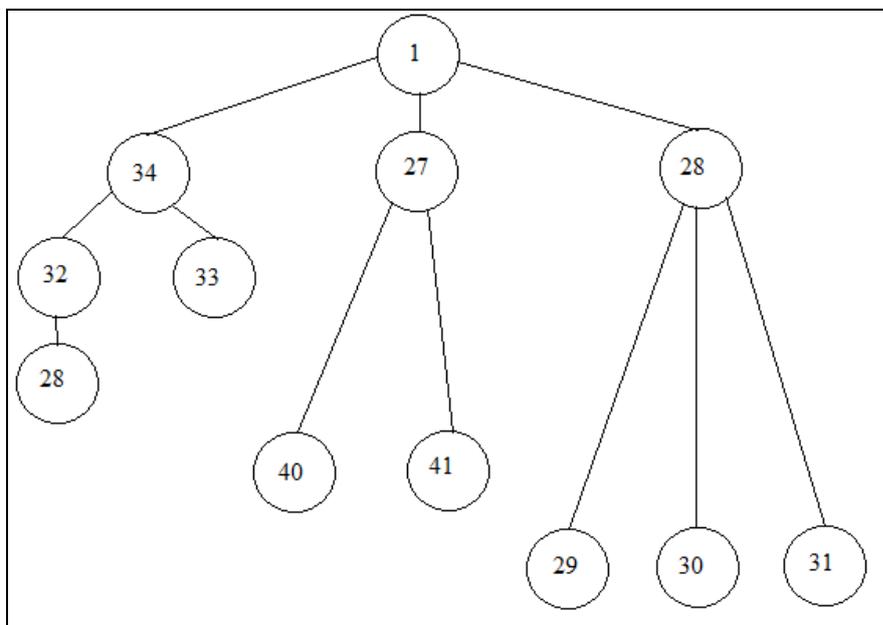


Рисунок 3 - Граф учебных элементов для главы «Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух»

2.4 Описание глав

2.4.1 Структура и содержание главы «Понятие о термодинамическом процессе»

Эта глава содержит исходные понятия, которые описывают свойства простейших термодинамических систем, что составляет вводную часть курса.

Рассказывается, кто создал первый прибор – термометр, и как изменялась шкала на термометре (рисунок 1).

Создателем первого такого прибора — термометра был немецкий ученый Фаренгейт, который за начало шкалы принял уровень, соответствующий температуре таяния смеси, состоящей из равных масс нашатыря и тающего льда. Верхней точкой был уровень, соответствующий температуре кипения воды при нормальном атмосферном давлении. Расстояние между этими двумя уровнями он разделил на 180 частей и, таким образом, получил один градус.

В 1723 г. французский физик Реомюр предложил шкалу, основанную на двух опорных точках, соответствующих температурам таяния льда и кипения воды при нормальном атмосферном давлении. Расстояние между двумя точками он разделил на 80 равных частей.

В 1742 г. шведский астроном Цельсий предложил температурную шкалу с теми же опорными точками, на которых построена шкала Реомюра, но расстояние между ними он разделил на 100 частей. Обозначается градус Цельсия — °C.

В настоящее время в термодинамике в качестве основной принята термодинамическая температурная шкала, где нижней границей шкалы является температура абсолютного нуля (практически недостижимая), когда прекращается тепловое движение молекул.

Рисунок 1 - Фрагмент разработанного теоретического материала по теме «Рабочее тело и параметры его состояния»

Рассматриваются основные параметры газообразного вещества, такие как абсолютная температура, абсолютное давление и удельный объем.

Показано соотношение между шкалой Цельсия и шкалой Кельвина (рисунок 2).

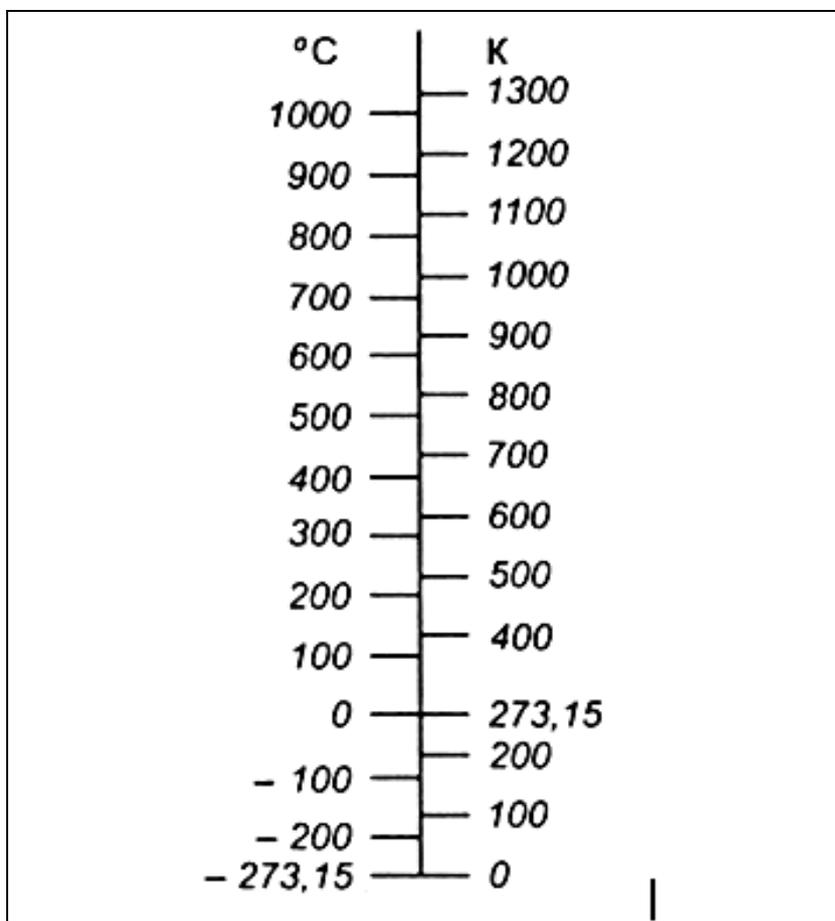


Рисунок 2 – Иллюстрация шкалы Цельсия и термодинамической шкалы

Перечисляются преимущества термодинамической температурной шкалы.

Рассматриваются следующие виды давлений: барометрическое (атмосферное), нормальное, абсолютное, манометрическое (избыточное) и вакуумметрическое (разряжения) (рисунок 3).

Дается определение давлению и манометру. Для измерения давления применяются различные единицы: Паскаль (Па), бар, техническая атмосфера или просто атмосфера, миллиметр ртутного или водяного столба, которые находятся в следующих соотношениях:

$$1 \text{ Па} = 10^{-5} \text{ бар} = 1,02 \cdot 10^{-5} \text{ кгс/см}^2 = 7,5024 \cdot 10^{-3} \text{ мм рт. ст.}$$

Барометрическое давление зависит от массы слоя воздуха. Самое большое барометрическое давление было зарегистрировано на уровне моря и составило 809 мм рт. ст., а самое низкое — 684 мм рт. ст. Барометрическое давление выражается высотой столба ртути в мм, приведенного к 0 °С.

Нормальное давление — это среднее значение давления воздуха за год на уровне моря, которое определяется ртутным барометром при температуре ртути 273 К. Оно равно примерно 101,3 кПа (750 мм рт. ст.). То есть нормальным давлением называется барометрическое давление, равное одной физической атмосфере и является частным случаем барометрического давления.

Абсолютным давлением называется давление газов и жидкостей в закрытых объемах. Оно не зависит от состояния окружающей среды.

Манометрическим давлением называется разность между абсолютным давлением и барометрическим давлением, если первое больше второго.

Вакуумметрическим давлением называется разность между барометрическим давлением и абсолютным давлением, если последнее меньше первого.

Рисунок 3 - Пример разработанного теоретического материала по теме «Рабочее тело и параметры его состояния»

Дается формула удельного объема, и величину обратную удельному объему (рисунок 4).

Удельный объем

Удельный объем вещества — это величина, равная отношению его объема к его массе:

$$v = V/m,$$

где m — масса вещества;

V — объем вещества.

Величина, обратная удельному объему, есть плотность вещества:

$$\rho = m/V.$$

Рисунок 4 - Образец разработанного теоретического материала по теме «Рабочее тело и параметры его состояния»

Рассматриваются следующие законы: Бойля—Мариотта, Гей-Люссака и Шарля.

На рисунке 5 показана иллюстрация уравнения состояния идеального газа.

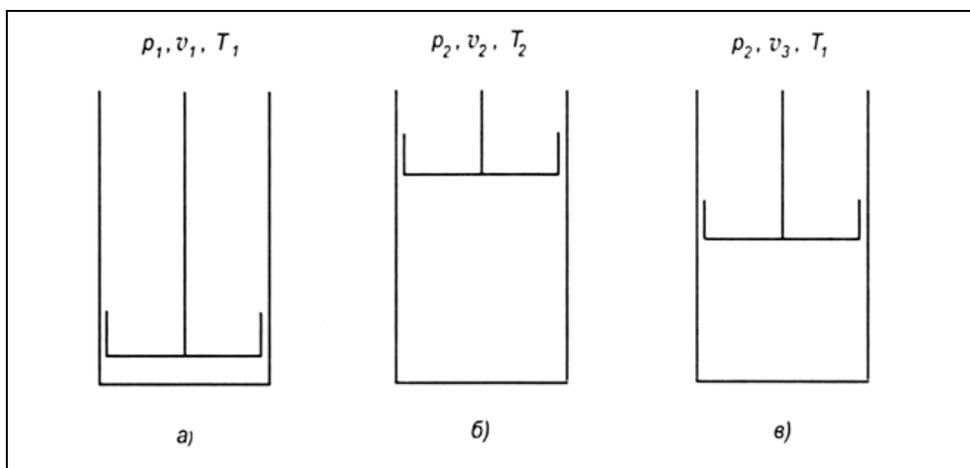


Рисунок 5 – Иллюстрация уравнения состояния идеального газа

Дается определение первому закону термодинамики. Рассматривается формула первого закона термодинамики.

Предоставляется соотношение между единицами теплоты и работы (рисунок 6).

Единица	Дж	эрг	кгс•м	ккал	кВт•ч
Дж	-	10^7	0,101972	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$2,7778 \cdot 10^{-7}$
эрг	10^{-7}	-	$10,1972 \cdot 10^{-9}$	$24 \cdot 10^{-12}$	$27,778 \cdot 10^{-15}$
кгс•м	9,80665	$98,0665 \cdot 10^6$	-	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$2,7207 \cdot 10^{-6}$
ккал	4186,8	$41,868 \cdot 10^9$	426,935	-	$1,163 \cdot 10^{-3}$
кВт•ч	$3,6 \cdot 10^6$	$36 \cdot 10^{12}$	367 098	859,862	-

Рисунок 6 – Таблица, демонстрирующая соотношения между единицами измерения теплоты и работы

Разобрано уравнение состояния идеального газа со всеми тремя основными его параметрами (рисунок 7).

Предоставлена диаграмма $p-v$, по которой можно определить состояние рабочего тела (рисунок 8).

Допустим, что идеальный газ, заключенный в цилиндре с поршнем имеет параметры p_1 , v_1 и T_1 . (рисунок 5, а). Если уменьшить давление газа в цилиндре и подвести к нему некоторое количество теплоты, то газ перейдет в новое состояние, где будут иметь место параметры p_2 , v_2 и T_2 (рисунок 5, б).

Чтобы установить связь между начальными и конечными состояниями газа, осуществим переход из первого состояния в последнее двумя промежуточными операциями. Сначала уменьшим давление газа от p_1 до p_2 , поддерживая температуру T_1 постоянной путем подвода теплоты к газу. Тогда газ окажется в промежуточном состоянии (рисунок 5, в) и будет иметь параметры p_2 , v_3 и T_1 . Затем будем подогрывать газ так, чтобы он продолжал расширяться, сохраняя свое давление неизменным, его температура при этом повысится до T_2 (рисунок 5, б).

Сопоставим эти три состояния газа. Так как в первом состоянии и третьем температуры одинаковы, то между удельными объемами и давлением газа в этих состояниях должна по закону Бойля—Мариотта существовать следующая связь,

$$v_3/v_1 = p_1/p_2,$$

тогда

$$v_3 = p_1 v_1 / p_2.$$

Так как в третьем и втором состояниях давления одинаковы, то по закону Гей-Люссака

$$v_3/v_2 = T_1/T_2,$$

откуда

$$v_3 = v_2 T_1 / T_2.$$

Тогда

$$p_1 v_1 / p_2 = v_2 T_1 / T_2$$

или

$$p_1 v_1 / T_1 = p_2 v_2 / T_2.$$

Рисунок 7 - Фрагмент разработанного теоретического материала по теме «Уравнение состояния идеальных газов»

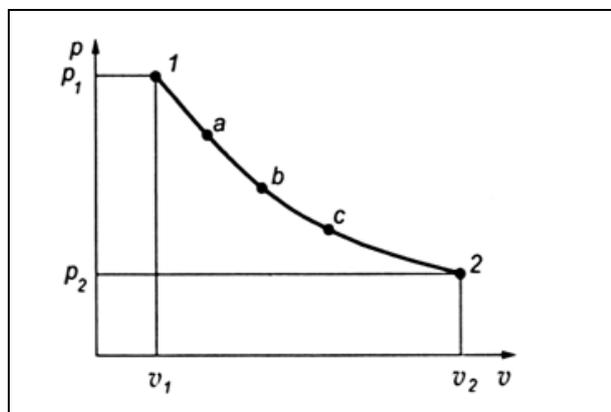


Рисунок 8 – Иллюстрация p - v диаграммы по теме «Уравнение состояния идеальных газов»

Рассказывается какие процессы бывают обратимы, а какие необратимы.

Рассматриваются следующие процессы: изохорный процесс, изобарный процесс, изотермический процесс, адиабатный процесс, политропный процесс. Описываются сами процессы, выражаются формулы, предоставляются p - v диаграммы (рисунок 9).

На рисунке 9 показана p — v диаграмма изохорного процесса.

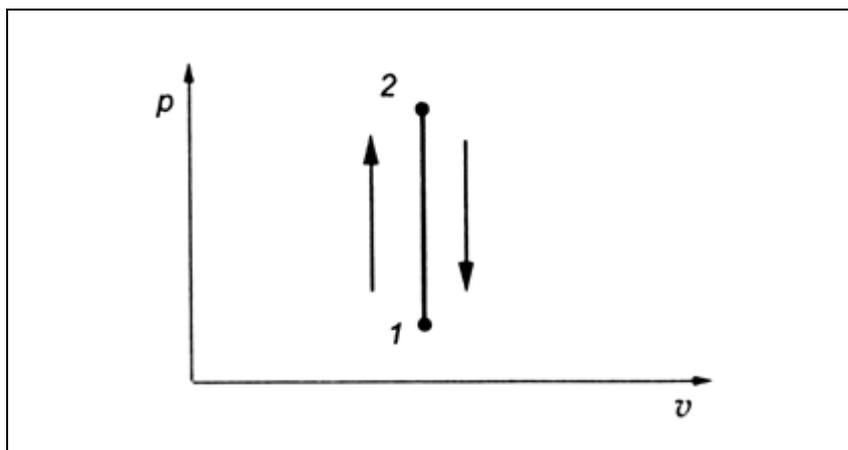


Рисунок 9 – Иллюстрация p — v диаграммы изохорного процесса

2.4.2 Структура и содержание главы «Второй закон термодинамики»

Вторая глава представляет собой обобщение изложенных положений и постулатов, применительных к тепловым двигателям.

Рассказывается о циклах теплового двигателя. Показан прямой и обратный цикл работы тепловых машин (рисунок 10).

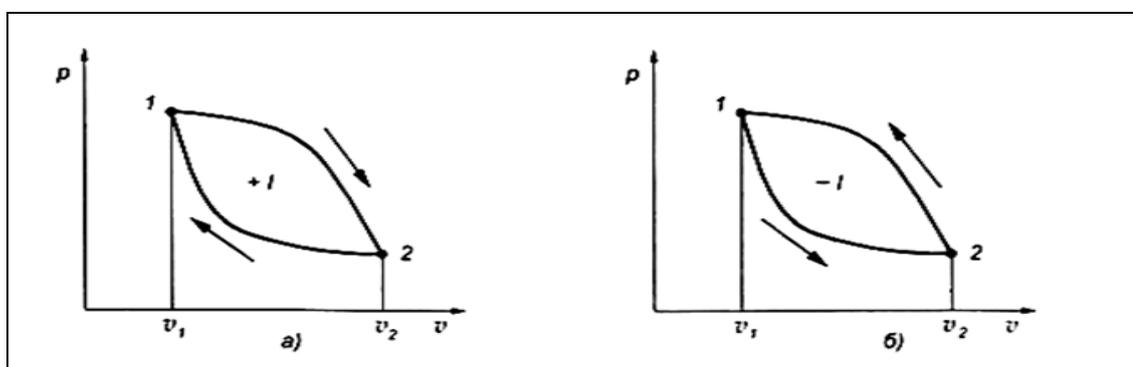


Рисунок 10 – Иллюстрация прямого (а) и обратного (б) цикла работы тепловых машин

Дается несколько формулировок второго закона термодинамики (рисунок 11).

– невозможно устройство, которое переводило бы теплоту от тела с меньшей температурой к телу с большей температурой без каких-либо изменений в других телах;

– второй закон термодинамики можно еще сформулировать так (М.Планк): невозможно создать периодически работающую машину, все действия которой сводились бы к совершению работы и к охлаждению одной только горячей среды. Эта формулировка по существу утверждает, что в цикле нельзя полностью преобразовать теплоту в работу: в любом цикле кроме участков, на которых теплота подводится, должны быть участки, где она отводится. |

Рисунок 11 - Пример разработанного теоретического материала по теме «Второе начало термодинамики»

Рассказывается о термодинамическом КПД (рисунок 12).

Термодинамический КПД определяет степень преобразования тепловой энергии в механическую в прямом цикле. Он представляет собой отношение величины тепловой энергии, преобразованной в механическую работу Al , ко всей подведенной теплоте q_1 :

$$\eta_t = Al / q_1. \quad (1.28)$$

В соответствии с законом сохранения энергии

$$Al = q_1 - q_2,$$

где q_2 — количество теплоты, отведенной холодильником.

Тогда

$$\eta_t = (q_1 - q_2) / q_1 = 1 - (q_2 / q_1). \quad (1.29)$$

Рисунок 12 - Фрагмент разработанного теоретического материала по теме «Цикл теплового двигателя»

По p - v диаграмме цикла Карно (рисунок 13) дается описание и выражение формулы цикла Карно (рисунок 14, 15).

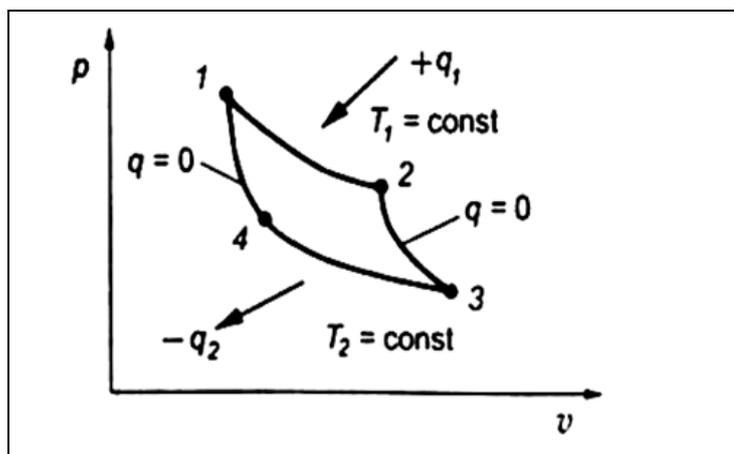


Рисунок 13 - Диаграмма p - v цикла Карно

Двигатель, работающий по циклу Карно, представляет собой поршневую машину, цилиндр которой заполнен идеальным газом. Газ периодически контактирует с источником тепла, имеющим температуру T_1 , или с холодильником, имеющим температуру T_2 (рис. 13).

Пусть газ имеет первоначальную температуру T_1 и давление p_1 (точка 1). При нагревании газа от источника тепла происходит медленное изотермическое расширение (кривая 1—2) с подводом теплоты q_1 . После этого источник тепла удаляется и газ самопроизвольно расширяется без внешнего теплообмена (кривая 2—3) до температуры T_2 (точка 3). В процессе адиабатного расширения работа совершается за счет уменьшения внутренней энергии рабочего тела.

При осуществлении процесса расширения двигатель производит работу.

По окончании расширения цилиндр соприкасается с холодильником и осуществляется отвод тепла q_2 в холодильник (кривая 3—4), при этом рабочее тело меняет значения своих параметров, уменьшаясь в объеме, а его давление увеличивается. Затем рабочее тело возвращается в исходное состояние путем адиабатного сжатия (кривая 4—1).

В результате цикла Карно рабочее тело совершает полезную работу, соответствующую площади, заключенной внутри контура 1—2—3—4.

Рисунок 14 - Пример разработанного теоретического материала по теме «Цикл Карно»

Эта работа эквивалентна разности между подведенной (q_1) и отведенной (q_2) теплотой, т. е.

$$l = (q_1 - q_2)/A.$$

Тогда термический КПД цикла Карно на основании формул (2) и (3) можно представить как

$$\eta_t = 1 - (q_2/q_1).$$

Для изотермических процессов

$$q_1 = RT_1 \ln(v_2/v_1),$$

$$q_2 = RT_2 \ln(v_3/v_4).$$

Отсюда

$$\eta_t = 1 - \frac{RT_2 \ln(v_3/v_4)}{RT_1 \ln(v_2/v_1)}.$$

Здесь отношения объемов v_3/v_4 и v_2/v_1 равны. Тогда

$$\eta_t = 1 - (T_2/T_1). \quad (1.30)$$

Рисунок 15 - Фрагмент разработанного теоретического материала по теме «Цикл Карно»

Рассматривается, как меняется энтропия в необратимом процессе (рисунок 16, 17).

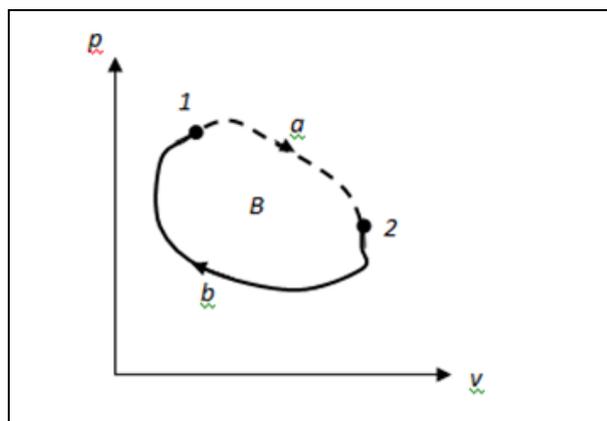


Рисунок 16 – Иллюстрация изменения энтропии в необратимом процессе

Допустим, что на отрезке $1-a-2$ цикла B протекает необратимый процесс (условно изображен пунктирной линией).

К циклу B применим соотношение (1.39):

$$\oint_B \frac{\delta q}{T} = \int_{1a2} \frac{\delta q}{T} + \int_{2b1} \frac{\delta q}{T} < 0 .$$

Второе слагаемое – интеграл по равновесной части цикла $2-b-1$, поэтому

$$\oint_B \frac{\delta q}{T} = \int_{1a2} \frac{\delta q}{T} + \int_{2b1} ds = \int_{1a2} \frac{\delta q}{T} + (s_1 - s_2) < 0 .$$

Отсюда

$$\Delta s_{1-2} = s_2 - s_1 > \int_{1a2} \frac{\delta q}{T} ,$$

т.е. изменение энтропии в необратимом процессе больше, чем интеграл Клазюса в этом же процессе.]

Рисунок 17 - Пример разработанного теоретического материала по теме «Энтропия, её изменения в обратимых и необратимых произвольных процессах»

Сделаны выводы после анализа выражения $\eta_t = 1 - (T_2 / T_1)$ (рисунок 18).

1. Термический КПД обратимого цикла, осуществляемого между двумя источниками теплоты, не зависит от свойств рабочего тела, так как в выражении (1.30) нет каких-либо величин, отражающих свойства рабочего тела.
2. Термический КПД цикла Карно не может быть равен единице, поэтому не возможен полный переход теплоты в работу и неизбежна отдача неиспользованной части этой теплоты холодильнику. Теоретически КПД цикла Карно мог бы быть равен единице при $T_1 = \infty$ или $T_2 = 0$, однако, такие условия практически не достижимы. Его величина зависит от интервала температур T_1 и T_2 , в котором осуществляется цикл: чем выше температура T_1 , тем в большем удалении от равновесного состояния находится рабочее тело, и тем большая работа может быть получена при самопроизвольном процессе расширения.
3. Цикл Карно, составленный из оптимальных термодинамических процессов, обладает максимальным КПД из всех возможных циклов, осуществляемых в том же интервале температур.]

Рисунок 18 - Образец разработанного теоретического материала по теме «Цикл Карно»

2.4.3 Структура и содержание главы «Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух»

В этой главе при помощи p - T диаграммы (рисунок 19) с нанесенными на ней кривыми фазовых переходов объяснены понятия о водяном паре (рисунок 20). Рассмотрена p - T диаграмма воды (рисунок 21), по которой можно установить в каком агрегатном состоянии находится вода при заданном давлении p и температуре T (рисунок 22). Показана p - v диаграмма с изотермами, построенная по уравнению Ван-дер-Ваальса, которая верно отображает поведение жидкостей и газов (рисунок 23). В качестве уравнения состояния реального газа разобрано уравнение Ван-дер-Ваальса (рисунок 24). Рассказывается о свойствах реального газа и характеристиках влажного воздуха.

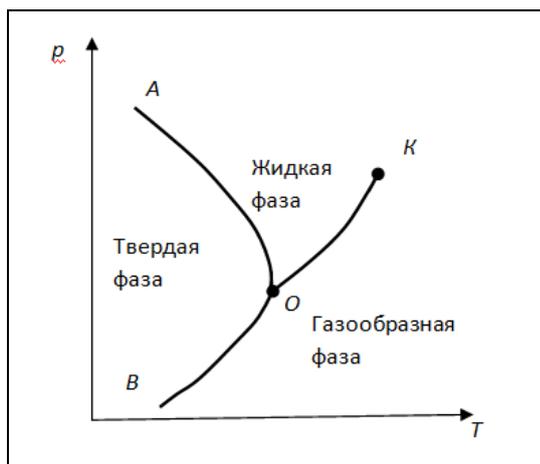


Рисунок 19 – Диаграмма p - T вещества

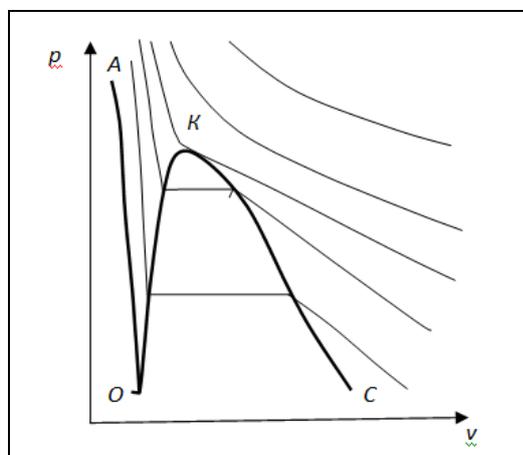


Рисунок 21 – Диаграмма p - v воды

Линия OA представляет собой кривую плавления (затвердевания); линия OB – возгонку или сублимацию (десублимацию), т.е. переход из твердого в газообразное состояние (и, наоборот); линия OK – кривую кипения (конденсации); эта линия оканчивается в точке K , которую называют критической. Состояние, в котором существуют три фазы, называется тройной точкой (точка O).

На линиях OA , OK и OB находятся в равновесном состоянии две соседствующие фазы.

Вещество может переходить из одной фазы в другую; этот переход называется фазовым переходом, или фазовым превращением. Переход из одного агрегатного состояния в другое происходит при строго определенных взаимосвязанных температуре и давлении. Фазовый переход сопровождается выделением или поглощением теплоты (теплота фазового перехода).

Линия сублимации OB и линия насыщения OK имеют положительный наклон. Это означает, что с ростом давления температура фазового перехода (сублимация и кипение) повышается. Линия плавления для различных веществ может иметь как положительный, так и отрицательный наклон.

Рисунок 20 - Фрагмент разработанного теоретического материала по теме «Понятия и определения, связанные с водяным паром»

На рис. 26 изображена фазовая p - v -диаграмма для воды: точка K – критическая точка, точка O – тройная точка, линия O – K – C – линия фазового перехода из жидкого состояния в парообразное, остальные линии – изотермы (O – A – изотерма при нулевой температуре).

Область, заключенная между изотермой O – A и осью ординат, является областью равновесного сосуществования жидкой (вода) и твердой (лед) фаз. Левее кривой O – K расположена область воды. Между кривыми O – K и K – C – область двухфазной системы, включающей в себя пар и жидкость (пароводяная смесь). Правее кривой K – C и выше точки K расположена область перегретого пара.

Рисунок 22 - Пример разработанного теоретического материала по теме «Понятия и определения, связанные с водяным паром»

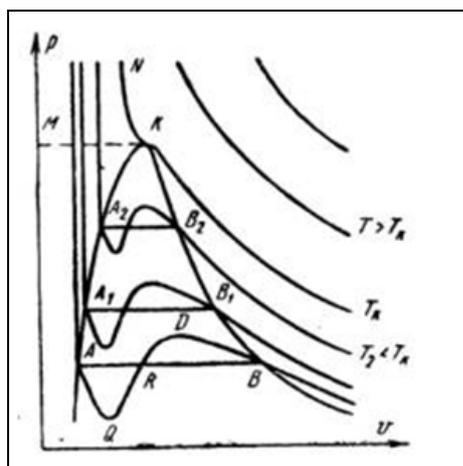


Рисунок 23 – Диаграмма $p-v$ с изотермами

На $p-v$ -диаграмме (рис.27) показаны изотермы, построенные по уравнению Ван-дер-Ваальса. Видно, что при сравнительно низких температурах на кривых имеются волнообразные участки. Чем выше температура, тем короче участки. Этим участкам соответствует непрерывный переход от жидкого состояния к парообразному при данной температуре. Точки A_i отвечают жидкому состоянию, точки B_i - парообразному состоянию вещества.

В действительности переход из жидкого состояния в парообразное всегда происходит через двухфазное состояние вещества (влажный пар). При данной температуре переход происходит при постоянном давлении. Этот действительный переход из жидкого состояния в парообразное изображается прямыми линиями $A_i B_i$.

Для особо чистых веществ возможно осуществление участков волнообразной кривой AQ и DB . В первом случае имеют место неустойчивые состояния перегретой жидкости, а во втором - переохлажденного пара.

При определенной температуре изотерма уравнения Ван-дер-Ваальса не будет иметь волнообразного участка (точка K). Точке K соответствует критическая температура. Соединив точки A_1, A_2, A_3, \dots и B_1, B_2, B_3, \dots , получим кривую, похожую на параболу. Кривая AK называется нижней пограничной кривой и соответствует состоянию кипения жидкости. Кривая KB называется верхней пограничной кривой и соответствует состоянию сухого насыщенного пара.

Условно область жидкости ограничивают сверху линией KM - критической изобарой.

Рисунок 24 - Пример разработанного теоретического материала по теме «Уравнение состояния реального газа»

2.5 Описание контроля

2.5.1 Общие подходы к контролю по разделу «Техническая термодинамика»

После изучения каждой главы проводится тематический контроль. Тематический контроль представлен в виде теста и задач. Он систематизирует и обобщает материал всей главы; путем повторения и проверки знаний помогает не забыть и закрепить материал, необходимый для изучения последующих глав раздела «Техническая термодинамика». Целью контроля является усвоение всех элементов содержания раздела «Техническая термодинамика».

2.5.2 Спецификация оценочных средств результатов освоения раздела «Техническая термодинамика»

В результате освоения раздела «Техническая термодинамика» обучающийся должен:

Уметь:

- решать задачи, используя основные законы термодинамики.

Владеть:

- методами использования основных общефизических законов и принципов в практических работах;
- методами вычисления тепловых эффектов при заданной температуре.

Знать:

- основные формулы, определения и формулировки, входящие в раздел «Техническая термодинамика».

Спецификация оценочных средств представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Спецификация оценочных средств

Результаты освоения	Критерии оценивания	Виды оценочных средств
Уметь: решать задачи, используя основные законы термодинамики.	Правильно и логично решает задачи.	Задание №2 (практическое занятие);
Знать: основные формулы, определения и формулировки, входящие в раздел «Техническая термодинамика».	Знает определения учебных элементов по разделу «Техническая термодинамика».	Задание №1(тест);
Владеть: методами использования основных общезначимых законов и принципов в практических работах; методами вычисления тепловых эффектов при заданной температуре.	Владеет методами вычисления тепловых эффектов с использованием общезначимых законов.	Задание №3 (лабораторная работа).

Задание № 1 (Тест)

Описание процедуры оценивания

При оценивании используется шкала с двумя градациями:

0 баллов – задание выполнено неправильно;

1 балл – задание выполнено правильно.

Баллы выставляются по каждому из заданий теста отдельно, в результате чего суммарно выводится общий балл по заданию (от 0 до 17 баллов). Задание засчитывается при выполнении обучающимся не менее чем 70% заданий теста.

Время выполнения теста — 45 минут. Тест включает 17 заданий.

При выполнении теста пользоваться какими-либо источниками информации нельзя.

Задание № 2 (Задачи)

Описание процедуры оценивания

При оценивании используется шкала с двумя градациями:

0 баллов – задача выполнена неправильно;

5 балл – задача выполнена правильно.

Каждому обучаемому даются 2 задачи. Баллы выставляются по каждой из задач отдельно, в результате чего суммарно выводится общий балл по заданию (от 0 до 10 баллов).

Время решения задач — 45 минут.

Задание № 3 (лабораторная работа)

Лабораторная работа №1. Сравнение количеств теплоты при смешивании воды разной температуры.

Условия выполнения задания

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется самостоятельно.

2. Максимальное время выполнения задания: 60 минут

3. Для выполнения задания требуется: персональный компьютер с доступом в интернет.

2.5.3 Структура и содержание контроля для главы «Понятие о термодинамическом процессе»

После прочтения первой лекции «Понятие о термодинамическом процессе» необходимо провести контроль усвоенных знаний. Для этого был разработан тест. Тест состоит из 17 вопросов и имеет 2 варианта. Время выполнения теста – 40 минут. Каждое выполненное задание оценивается в 1 балл.

В тесте есть задания, где нужно:

- дополнить предложение, написав слово или словосочетание (рисунок 27);
- выбрать один правильный ответ из нескольких (рисунок 28);
- выбрать все правильные ответы из нескольких (рисунок 29);
- установить соответствие (рисунок 30).

Дополните:

14. _____ - прибор, измеряющий давление жидкости или газа.

Ключ: манометр.

Рисунок 27 – Пример задания, где нужно добавить слово по теме «Рабочее тело и параметры его состояния»

Выберите правильный вариант ответа:

3. На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа.

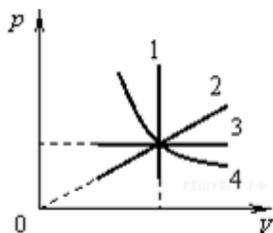


График 1 изображает процесс:

- 1) адиабатный;
- 2) изотермический;
- 3) изобарный;
- 4) изохорный;

Ключ: 4.

Рисунок 28 – Пример задания с выбором одного правильного варианта по теме «Уравнение состояния идеальных газов»

Выберите все правильные варианты ответов:

8. Макроскопическими параметрами уравнения состояния идеального газа являются:

- 1) масса;
- 2) давление;
- 3) объем;
- 4) температура.

Ключ:2,3,4.

Рисунок 29 - Пример задания с выбором всех правильных вариантов ответов по теме «Рабочее тело и параметры его состояния»

Установите соответствие:

17. Давление	Формулировка
1) Абсолютное давление	А) это давление газов и жидкостей в закрытых объемах
2) Барометрическое давление	Б) это разность между барометрическим давлением и абсолютным давлением, если последнее меньше первого.
3) Манометрическое давление	В) это разность между абсолютным давлением и барометрическим давлением, если первое больше второго.
4) Вакуумметрическое давление	Г) это абсолютное давление земной атмосферы
5) Давление	Д) это физическая величина, характеризующая интенсивность сил, действующих по нормали к поверхности тела и отнесенных к единице площади этой поверхности.

Ключ:1-А,2-Г,3-В,4-Б,5-Д.

Рисунок 30 – Пример задания с установлением соответствия по теме «Рабочее тело и параметры его состояния»

2.5.4 Структура и содержание контроля для главы «Второй закон термодинамики»

После прочтения второй лекции «Второй закон термодинамики» необходимо провести контроль усвоенных знаний. Для этого было разработано 16 задач. Для каждого обучаемого дается 2 задачи. Время выполнения двух задач – 25 минут. При оценивании используется шкала с двумя градациями:

0 баллов – задача выполнена неправильно;

5 балл – задача выполнена правильно.

На рисунке 31 представлено условие одной из задач связанное с вычислением КПД цикла по циклу Карно.

На рисунке 32 представлено условие одной из задач связанное с вычислением энтропии.

На рисунке 33 представлено условие одной из задач связанное с вычислением работы, количества теплоты, внутренней энергии.

Задача 12.

Идеальный одноатомный газ совершает цикл Карно. Работа, совершаемая газом при изотермическом расширении, равна его работе при адиабатном расширении. Объем газа при изотермическом расширении увеличивается в 2,72 раза. Определить КПД цикла.

Рисунок 31 – Пример условия задачи по теме «Цикл Карно»

Задача 16.

Определить изменение энтропии при охлаждении 135 г алюминия от 0 до $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$, средняя удельная теплоемкость алюминия в указанном интервале температур равна $0,8129\text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{K})$.

Рисунок 32 – Пример условия задачи по теме «Энтропия, её изменения в обратимых и необратимых произвольных процессах»

Задача 3.

Найдите работу, совершенную одним молем идеального газа в круговом процессе, изображенном на рис. 7, если $P_2/P_1 = 2$, $T_1 = 280$ К, $T_2 = 360$ К.

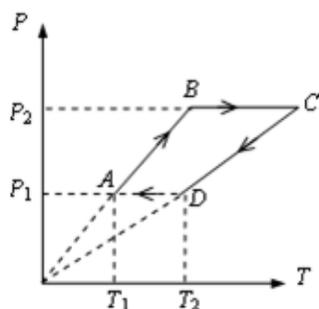


Рис. 7. p-T диаграмма

Рисунок 33 – Пример условия задачи по теме «Цикл теплового двигателя»

2.5.5 Структура и содержание контроля для главы «Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух»

После прочтения третьей лекции «Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух» необходимо провести контроль усвоенных знаний. Для этого было разработано 16 задач. Для каждого обучаемого дается 2 задачи. Время выполнения двух задач – 25 минут. При оценивании используется шкала с двумя градациями:

0 баллов – задача выполнена неправильно;

5 балл – задача выполнена правильно.

На рисунке 34 представлено условие одной из задач на тему «Реальные газы».

На рисунке 35 представлено условие одной из задач на тему «Влажный воздух».

На рисунке 36 представлено условие одной из задач на тему «Водяной пар».

Задача 15.

Количество $\nu = 1$ кмоль кислорода занимает объем $V = 56$ л при давлении $p = 93$ МПа. Найти температуру t газа, пользуясь уравнением Ван-дер-Ваальса.

Рисунок 34 – Пример условия задачи по теме «Реальные газы»

Задача 11.

Два баллона вместимостью 1 и 2 м³ соединены трубкой с краном. В первом баллоне находится воздух влажностью 20%, во втором —40%. Температура в обоих баллонах 350 К, давление соответственно 10⁵ и 2 • 10⁵Па. Кран открывают, и пар перемешивается. Определите относительную влажность воздуха и давление влажного воздуха.

Рисунок 35 – Пример условия задачи по теме «Влажный воздух»

Задача 3.

Какая масса m водяного пара содержится в объеме $V = 1$ м³ воздуха в летний день при температуре $t = 30^\circ$ С и относительной влажности 0,75?

Рисунок 36 – Пример условия задачи по теме «Водяной пар»

2.6 Рекомендации для студентов

Выполнение задач является важнейшим этапом обучения студентов и имеет своей целью систематизацию, закрепление и расширение теоретических знаний и практических сведений при решении конкретных задач.

Приступать к решению задач необходимо после достаточно тщательного изучения теоретического лекционного материала соответствующей главы. При решении задач необходимо пользоваться некоторыми правилами методического характера:

- записать краткое условие задачи, переведя в систему СИ все данные, и выяснив необходимые табличные константы;
- выполнить анализ задачи, вскрыв логический путь поиска искомой величины с отражением всех необходимых закономерностей, используемых для решения;
- выполнить графическое отображение (эскиз) условий задачи, а при необходимости и решения задачи в соответствующей диаграмме (P , V ; T , S ; i , s ; i , d и т. д.);
- выполнить решение задачи в общем виде, сопровождая расчетные зависимости пояснениями;
- оценить правильность полученного решения проверкой размерности, полным использованием исходных данных;
- произвести численный расчет с учетом необходимой точности решения;
- оценить логическую целесообразность полученной в расчете величины.

2.7 Рекомендации для преподавателя

Эффективным приемом активизации внимания студентов являются вопросы аудитории преподавателем.

Нужно напоминать содержание предыдущей лекции, связать его с новым материалом, определить место и назначение в дисциплине, в системе других наук. При раскрытии темы можно применять индуктивный метод: примеры, факты, подводящие к научным выводам; можно также использовать метод дедукции: разъяснение общих положений с последующим показом возможности их приложения на конкретных примерах.

Излагая лекционный материал, преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты пишут конспект.

После проведения лекции одной из глав нужно проводить контроль усвоенных знаний в виде предложенного разработанного теста и задач.

Материал считать усвоенным, если обучающийся:

- был и записывал конспект на всех лекциях;
- выполнил больше 70% правильных заданий в тесте;
- решил 2 предоставляемые задачи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе выполнены все поставленные задачи.

Была достигнута цель выпускной квалификационной работы – разработано учебно-методическое обеспечение теоретических занятий по дисциплине «Общая энергетика».

Был проведен анализ федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.44 Профессиональное обучение (по отраслям).

В ходе разработки учебно-методического обеспечения по разделу «Техническая термодинамика» была проведена работа с учебно-методической документацией:

- выбран раздел из тематического плана рабочей программы;
- выполнен анализ рабочей программы;
- проведен анализ учебного плана;
- проведен анализ учебной литературы по критериям;
- подобран и систематизирован учебный материал по разделу «Техническая термодинамика» после анализа учебной литературы;
- разработаны лекции по данному разделу;
- проведен структурно-логический анализ учебного материала;
- построены графы учебных элементов для каждой из глав.

Был разработан комплект оценочных средств для раздела «Техническая термодинамика», в котором присутствуют некоторые задания для каждой из глав:

- для главы «Понятие о термодинамическом процессе» был разработан тест 2 вариантов, каждый который состоит из 17 вопросов;
- для главы «Второй закон термодинамики» было разработано 16 задач;

- для главы «Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух» было разработано 16 задач.

Даны рекомендации для студентов и преподавателей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баскакова А.П. Теплотехника: учеб. для вузов/под ред. А.П. Баскакова. – 3-е изд. перераб. и доп. – Москва: ООО «ИД «Бастет», 2010. – 328 с.
2. Бондарев Б.В. Курс общей физики. В 3-х т. Т. 3. Термодинамика. Статистическая физика. Строение вещества: учебник для бакалавров / Б.В. Бондарев. - Москва: Юрайт, 2013. - 369 с.
3. Быстрицкий Г.Ф. Общая энергетика: учебное пособие. – Москва: Кнорус, 2010. - 296 с.
4. Доброго К.В. Техническая термодинамика: учебно-методическое пособие для студентов специальностей 1-43 01 05 "Промышленная теплоэнергетика", 1-43 01 04 "Тепловые электрические станции", 1-43 01 08 "Паротурбинные установки атомных электрических станций", 1-53 01 04 "Автоматизация и управление энергетическими процессами" / К.В. Доброго, Р.И. Есьман и И.Л. Иокова; кол. авт. Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Промышленная теплоэнергетика и теплотехника". - Минск: БНТУ, 2015. - 73 с.
5. Жуховицкий Д.Л. Сборник задач по технической термодинамике: учебное пособие / Д. Л. Жуховицкий. – 2-е изд. – Ульяновск: УлГТУ, 2004. – 98 с.
6. Задачник по технической термодинамике и теории тепломассообмена: учебное пособие для машиностроительных вузов (под ред. В.И. Крутова и Г.Б. Петражицкого) Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2011. – 89 с.
7. Козлобродов А.Н. Практикум по теплотехнике: в 3 ч. К59 Ч. 1. Техническая термодинамика [Текст] / А.Н. Козлобродов, Т.Н. Немова, Н.А. Цветков. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.строит. ун-та, 2015. – 200 с.

8. Критерии [Электронный ресурс] // Pandia. Режим доступа: <http://pandia.ru/text/77/384/35230.php> (дата обращения 15.05 2017).

9. Кувшинова А.С. Техническая термодинамика и теплотехника: учебно-методическое пособие / А.С. Кувшинова.— Иваново: Ивановский государственный химико-технологический университет, 2011 .— 83 с.

10. Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена, учебное пособие / В.А. Барилевич, Ю.А. Смирнов.- Москва: ИНФРА-М, 2014. – 432с.

11. Основы технической термодинамики: учебное пособие для вузов / С.В. Голдаев, Ю.А. Загромов; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — 224 с.

12. Рабинович О.М. Сборник задач по технической термодинамике: учебное пособие / О.М. Рабинович - 5-е изд., перераб. - Стереотипное издание - Москва: Альянс, 2015 - 344 с.

13. Рабочая программа [Электронный ресурс] // Umu.vstu. Режим доступа:http://umu.vstu.ru/files/umo/page/660/metod._ukazaniya_rekomendacii_p_o_razrab_rab_programm_uch_disciplin_v_sootv_trebov_fgos.pdf (дата обращения 15.05.2017).

14. Руководство по технической термодинамике с примерами и задачами: учебное пособие / А.С. Круглов, И.С. Радовский, В.Н. Харитонов. - Москва: НИЯУ "МИФИ", 2012. - 156 с.

15. Сборник задач по технической термодинамике и теплопередаче / Л.В. Дементий, А.А. Кузнецов, Ю.В. Менафова. / – Краматорск: ДГМА, 2002. - 260 с.

16. СЛА [Электронный ресурс] // StudFiles. Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/4219050/> (дата обращения 15.05.2017).

17. Теоретические основы теплотехники. Ч. 1. Техническая термодинамика: учебное пособие / А.В. Крайнов, Б.В. Борисов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 216 с.

18. Термодинамика. Перспективные циклы и технологии: учебное пособие по курсам «Термодинамика», «Энергетические машины и оборудование теплоэлектростанций» / А. К. Карышев, А. А. Жинов, В. А. Федоров; Под ред. А. К. Карышева. — Калуга: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. — 112 с.

19. Техническая термодинамика [Электронный ресурс] // Википедия. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Техническая_термодинамика (дата обращения 15.05.2017).

20. Техническая термодинамика. Тепломассообмен: учебное издание / А.О. Мирам, В.А. Павленко. - Москва: АСВ, 2016. – 346 с.

21. Техническая термодинамика, учебное пособие / И.Н. Полина, С.Г. Ефимова, 2014. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://nashol.com/2015020582196/tehnicheskaya-termodinamika-elektronnii-resurs-uchebnoe-posobie-polina-i-n-efimova-s-g-2014.html> (дата обращения 01.05.2017).

22. Техническая термодинамика и теплопередача: учебник для академического бакалавриата / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2016. - 442 с.

23. Техническая термодинамика: учеб пособие для вузов / В.А. Куринов, Э.М. Карташов. - Москва: Высшая школа, 2010. – 261 с.

24. Техническая термодинамика. Часть 1. Основные законы термодинамики. Циклы тепловых двигателей: учебное пособие / В.Г. Злобин, С.В. Горбай, Т.Ю. Короткова. - 2 изд., испр. и перераб. – Москва: АСВ, 2016. – 278 с.

25. Техническая термодинамика. Часть 2. Водяной пар. Циклы теплосиловых установок: учебное пособие / В.Г. Злобин, С.В. Горбай, Т.Ю. Короткова. - 2-е изд., испр. и перераб. – Москва: АСВ, 2016. – 304 с.

26. Учебно-методический комплекс дисциплины «Общая энергетика». Екатеринбург: ФГАОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2014. - 97 с.

27. ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) от 01.10.2015; № 21200 - Москва: Минобрнауки России, 2015. - №1085.

28. ФГОС [Электронный ресурс] // Фб. - Режим доступа: <http://fb.ru/article/226194/fgos---chto-takoe-trebovaniya-obrazovatel'nogo-standarta> (дата обращения 15.05.2017).

29. Чухин И.М. Сборник задач по технической термодинамике: учебное пособие / И.М. Чухин. - Иваново: Ивановский государственный энергетический университет, 2011. - 248 с.