

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о подписи:

ФИО: Парлюк Екатерина Ивановна

Должность: И.о. директора Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дата подписания: 18.05.2022 10:35:18

Уникальный программный ключ:

7823a3d3181287ca51a86a4c69d73e1779345d45



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики и  
энергетики имени В.П. Горячкина

Н.А. Шевкун

10 2022 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.37 «ОБЩАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Направленность: «Электроснабжение»

Курс 3

Семестры 5, 6

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки: 2022 г.

Москва, 2022

Разработчик: Осмонов О.М., д.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«14» 10 2022 г.

Рецензент: Стушкина Н.А., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«14» 10 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Программа обсуждена на заседании кафедры «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий»  
протокол № 3 от «14» 10 2022 г.

И.о. зав. кафедрой Кожевникова Наталья Георгиевна, к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«14» 10 2022 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической  
комиссии института механики и энергетики  
имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«14» 10 2022 г.

Заведующий выпускающей кафедрой «Электроснабжение и электротехника  
имени академика И.А.Будзко»

Стушкина Н.А., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«14» 10 2022 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	4
<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	5
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	5
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	5
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	7
4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам .....	7
4.2. Содержание дисциплины .....	7
4.3. Лекции/лабораторные/практические/ занятия.....	11
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	16
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	17
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	17
6.1.1. Использование цифровых технологий при оценке знаний .....	17
6.1.2. Контрольная работа .....	17
6.1.3. Текущее тестирование .....	18
6.1.4. Выполнение и защита практических работ.....	20
6.1.5. Выполнение и защита индивидуальных задач.....	20
6.1.6. Выполнение и защита лабораторных работ .....	21
6.1.7. Перечень вопросов к зачету с оценкой по дисциплине .....	21
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	25
6.2.1. Критерии оценки выполнения тестов.....	25
6.2.2. Критерии оценки выполнения и защиты практических работ.....	26
6.2.3. Критерии оценки выполнения и защиты лабораторных работ .....	26
6.2.4. Критерии оценивания индивидуальных задач .....	27
6.2.5. Критерии оценки выполнения и защиты контрольной работы .....	27
6.2.6. Критерии оценивания промежуточного контроля (зачет с оценкой).....	28
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	29
7.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	29
7.2. Дополнительная литература.....	29
7.3. Нормативные правовые акты .....	30
7.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	30
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	31
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ</b> .....	31
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	32
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	32
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	33
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	34
12.1. Методические рекомендации для чтения лекций .....	34
12.2. Методические указания для проведения лабораторных занятий .....	34
12.3. Методические указания для проведения текущего тестирования .....	35
12.4. Методические указания для проведения практических занятий.....	36

## Аннотация

### рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.37 «Общая энергетика» для подготовки бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника», направленности «Электроснабжение»

**Цель освоения дисциплины:** формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих понимание термодинамических основ работы технологического оборудования по производству тепловой и электрической энергии на тепловых электрических станциях, АЭС, ГЭС, включая нетрадиционные источники энергии, с применением современных цифровых технологий и инструментов, официальных интернет-сайтов для выполнения технологической и эксплуатационной видов профессиональной деятельности.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, цикл Б1. О, дисциплина осваивается в 5, 6 семестрах.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): УК-1 (УК-1.2); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5).

#### **Краткое содержание дисциплины:**

Энергоресурсы и их использование. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии. Техническая термодинамика. Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы, используемые при производстве тепловой и электрической энергии. Циклы, термический КПД цикла. Второй закон термодинамики. Водяной пар. Основные термодинамические параметры воды и водяного пара. Основы теории теплообмена. Теплопередача и основы расчета теплообменных аппаратов энергетических установок.

Теплоэнергетика. Циклы тепловых электрических станций (ТЭС). Основное и вспомогательное оборудование ТЭС, ТЭЦ, ГРЭС, АЭС. Гидроэнергетика (ГЭС, ГАЭС). Нетрадиционная энергетика. Солнечная и ветровая энергетика, биоэнергетика, геотермальные электростанции.

Котельные установки. Основное и вспомогательное оборудование котельных. Котельные агрегаты, основы их теплового расчета.

Системы теплоснабжения. Основное теплофикационное оборудование. Тепловые сети, тепловые пункты.

Современные направления развития энергетики. Цифровая энергетика. Условия для разработки цифровых технологий в энергетике. Основа цифровой трансформации тепловой энергетики. Контроль за техническим состоянием ТЭС посредством автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). Основные компоненты АСУ ТП на примере тепловой сети.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 108 часа (3 зач. ед.).

**Промежуточный контроль:** зачет с оценкой.

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность формировать понимание термодинамических основ работы технологического оборудования по производству тепловой и электрической энергии на тепловых электрических станциях, АЭС, ГЭС, включая нетрадиционные источники энергии, с применением современных цифровых технологий и инструментов, официальных интернет-сайтов для выполнения технологической и эксплуатационной видов профессиональной деятельности.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Общая энергетика» включена в обязательную часть учебного плана, блока Б1.О. Дисциплине «Общая энергетика» реализуется в соответствии требований ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника», направленность: «Электроснабжение».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Общая энергетика», являются:

Математика (1 и 2 курс, 1, 2 и 3 семестры), физика (1 и 2 курс, 2, 3 и 4 семестры), химия (1 курс, 2 семестр), электротехнические материалы (1 курс, 1 семестр), информатика (1 курс, 1 семестр), начертательная геометрия и инженерная графика (1 и 2 курс, 1, 2 и 3 семестры).

Дисциплина «Общая энергетика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Электроснабжение», «Электротехнологии», «Эксплуатация систем электроснабжения», «Надежность систем электроснабжения».

Особенностью дисциплины является не только ее теоретическое, но и прикладное значение при подготовке бакалавров данного профиля.

Рабочая программа дисциплины «Общая энергетика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся представлены в таблице 1.

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	УК-1	способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2 Использует системный подход для решения поставленных задач с применением современных цифровых технологий и инструментов.	- методы и технические средства получения информации, методы и приемы систематизации информации; - возможности Интернет-ресурсов и программных продуктов при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева LMS «Moodle».	- ставить цель и определять выбор путей её достижения, применять полученные знания для решения профессиональных задач; - применять в коммуникационном процессе для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Z;oom, Битрикс24, Skype.	- навыками работы с источниками информации, способностью систематизировать знания; - навыками поиска информации посредством электронных ресурсов Яндекс, Mail, осуществлять обмен информацией с применением системы Google; - навыками визуализации данных с применением Microsoft Power.
2.	ОПК-2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-2.5 Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	- физический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева LMS «Moodle»	- выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и передачи информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Z;oom, Битрикс24, Skype.	- навыками находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи по средствам электронных ресурсов Яндекс, Google
2	ОПК-3	способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.5 Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма с применением современных цифровых технологий и инструментов.	- основные законы термодинамики и теплообмена, основные термодинамические процессы и термодинамические циклы, свойства рабочих тел применяемых при производстве тепловой и электрической энергии; - возможности Интернет-ресурсов и программных продуктов при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева LMS «Moodle».	- использовать основные законы термодинамики и теплообмена в расчетах технологического оборудования для получения тепловой и электрической энергии; - применять для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Z;oom, Битрикс24, Skype.	- способностью систематизировать базовые знания в области получения тепловой и электрической энергии и готовностью использовать их в профессиональной деятельности; - навыками поиска информации в сфере эксплуатации энергетического оборудования посредством электронных ресурсов Яндекс, Mail, осуществлять обмен информацией с применением системы Google; - навыками визуализации данных с применением Microsoft Power.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ в 5, 6 семестрах представлено в таблице 2.

Таблица 2

##### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в 5, 6 семестрах

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час.	семестры	
		№ 5	№ 6
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>36</b>	<b>72</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>12,35</b>	<b>2</b>	<b>10,35</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>12,35</b>	<b>2</b>	<b>10,35</b>
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	4	2	2
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	4	-	4
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	4	-	4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	-	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>91,65</b>	<b>34</b>	<b>57,65</b>
<i>Контрольная работа (подготовка)</i>	8,65	4	4,65
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям.)</i>	79	30	49
<i>Подготовка к зачету с оценкой (контроль)</i>	4	-	4
Вид промежуточного контроля:	Зачет с оценкой		

##### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

##### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Энергоресурсы и их использование. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии»	9	0,5				8,5
Раздел 2 «Основные положения технической термодинамики»	9	0,5				8,5
Раздел 3 «Основы теории теплообмена»	9	0,5				8,5
Раздел 4 «Принципиальные схемы и термодинамические циклы тепловых электрических станций»	9	0,5				8,5
<b>Всего за 5 семестр</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>34</b>
Раздел 5 «Основное оборудование тепловых электрических станций»	17,64	0,5	2	-		15,14
Раздел 6 «Вспомогательное оборудование тепловых электрических станций»	17,60	0,5	-	3		14,10
Раздел 7 «Гидроэнергетика. Ветровая, солнечная и био-энергетика»	15,69	0,5	-	1		14,19
Раздел 8 «Системы теплоснабжения. Современные направления развития энергетики. Цифровая энергетика»	16,72	0,5	2	-		14,22

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35				0,35	
<b>Всего за 6 семестр</b>	<b>72</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0,35</b>	<b>57,65</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0,35</b>	<b>91,65</b>

## **Раздел 1 Энергоресурсы и их использование. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии**

### **Тема 1. Энергоресурсы и их использование**

Общие сведения. Энергоресурсы мира и России. Топливо-энергетический комплекс (ТЭК). Проблемы современной энергетики. Энергетическая политика России в новых экономических условиях. Основные направления рационального энерго- и теплоиспользования.

### **Тема 2. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии**

Невозобновляемые топливные ресурсы. Топливо: классификация, состав и характеристики топлив. Органическое топливо. Теплота сгорания, условное топливо. Горение топлива. Неорганические топлива. Ядерное топливо. Возобновляемые источники энергии: солнечная энергия, геотермальная энергия, энергия биомассы, энергия движения воздуха, гидроэнергетические ресурсы. Вторичные тепловые энергоисточники.

## **Раздел 2 Основные положения технической термодинамики**

### **Тема 3. Техническая термодинамика, основные понятия**

Термодинамическая система. Рабочее тело. Параметры состояния рабочего тела. Идеальный газ. Уравнение Клапейрона. Теплоемкость.

Первый закон термодинамики для закрытых систем. Работа расширения. Определение теплоты, изменения внутренней энергии и энтальпии через термодинамические параметры состояния.  $p$ - $v$  и  $T$ - $s$  диаграммы.

### **Тема 4. Термодинамические процессы, используемые при производстве тепловой и электрической энергии**

Основные термодинамические процессы и их исследование. Изохорный процесс. Изобарный процесс. Изотермический процесс. Адиабатный и политропные процессы.

Прямые и обратные круговые процессы (циклы). Термодинамические циклы тепловых машин. Сущность и формулировки второго закона термодинамики применительно к тепловым машинам. Термический КПД. Прямой и обратный обратимые циклы Карно и анализ их свойств.

### **Тема 5. Реальные газы. Водяной пар**

Общие понятия о парообразовании.  $p$ ,  $v$  – диаграмма водяного пара. Основные термодинамические параметры водяного пара и способы их определения. Удельная теплота парообразования. Формулы определения параметров влажного пара.  $T$ ,  $s$  и  $h$ ,  $s$  – диаграммы водяного пара.

## **Раздел 3 Основы теории теплообмена**

### **Тема 6. Основы теории теплообмена**

Предмет и задачи теории теплообмена. Основные понятия и определения. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение. Основные численные характеристики переноса теплоты: тепловой поток, плотность тепло-



вого потока. Теплопроводность. Закон теплопроводности Фурье. Конвективный теплообмен, теплоотдача. Уравнение теплоотдачи Ньютона-Рихмана. Теплообмен излучением. Закон Стефана-Больцмана. Сложный теплообмен.

#### **Тема 7. Теплопередача и основы расчета теплообменных аппаратов энергетических установок**

Теплопередача. Уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки. Тепловая изоляция. Выбор материала тепловой изоляции. Основные виды теплообменных аппаратов и методы их расчета.

#### **Раздел 4 Принципиальные схемы и термодинамические циклы тепловых электрических станций**

##### **Тема 8. Циклы основных тепловых электрических станций**

Типы тепловых электростанций (ТЭС). Простейшие принципиальные тепловые схемы конденсационных ТЭС.

Цикл Ренкина на перегретом паре. Выбор начальных и конечных параметров и схемы промежуточного перегрева пара на ТЭС. Выбор числа ступеней и температуры подогрева питательной воды. Особенности систем регенеративного подогрева питательной воды паротурбинных установок ТЭС. Суточные и годовые графики тепловых и электрических нагрузок; выбор электростанции для их покрытия. Потери и КПД тепловых электростанций на органическом топливе. Показатели тепловой экономичности тепловых электростанций (ТЭС). Условия применимости схем отдельного и комбинированного энергоснабжения.

Тепловые схемы АЭС: одноконтурная, двухконтурная и трехконтурная. Основное энергетическое оборудование АЭС; основные отличия и особенности этих типов энергетических реакторов. Реакторные установки двухконтурных АЭС. Парогенераторы, турбины, промежуточные сепараторы и пароперегреватели атомных электростанций. Особенности паротурбинного цикла АЭС. Преимущества атомных электрических станций (АЭС) по сравнению с тепловыми электростанциями.

Циклы газотурбинных, парогазотурбинных установок. Охрана окружающей среды от воздействия тепловых электростанций. Технико-экономические показатели тепловых электростанций.

#### **Раздел 5. Основное оборудование тепловых электрических станций**

##### **Тема 9. Энергетические котельные. Паровые и водогрейные котлы**

Паровые и водогрейные котлы, типы котлов и их основные характеристики. Основы теплового расчета котельного агрегата. Тепловой баланс и КПД котла, расход топлива. Основные узлы котельного агрегата: топочные и горелочные устройства, радиационные и конвективные поверхности, основы их теплового расчета.

##### **Тема 10. Паровые и газовые турбины**

Принцип действия и устройство турбин; преобразование энергии в ступени турбины; потери и КПД турбинной ступени; многоступенчатые турбины.

#### **Раздел 6. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций**

**Тема 11. Оборудование для водоподготовки и нагнетательные машины тепловых электростанций**

Водное хозяйство тепловых электростанций, механическая и химическая очистка воды, деаэрационные установки. Характеристики, конструкции и условия эксплуатации насосного оборудования ТЭС: конденсатных, питательных, дренажных, циркуляционных, сетевых на подпиточных насосов; выбор привода питательного насоса. Выбор основного и вспомогательного оборудования ТЭС. Назначение, принцип работы, схемы включения и конструкции теплообменных аппаратов, деаэраторов, охладителей пара и дренажа, испарителей и паропреобразователей.

## **Раздел 7. Гидроэнергетика. Ветровая, солнечная и био-энергетика**

### **Тема 12. Гидроэлектростанции**

Состав и компоновка гидроэлектростанции (ГЭС). Классификация ГЭС. Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС). Классификация гидравлических турбин для ГЭС: активные и реактивные гидротурбины; энергетические характеристики гидротурбин. Состав и компоновка основных сооружений ГЭС. Каскадное и комплексное использование водных ресурсов. Регулирование речного стока. Проектирование и эксплуатация гидроэнергетических установок. Гидроэнергетика малых гидроэлектростанций: ГЭС русловые, волновые энергоустановки. Решение экологических проблем при комплексном использовании водных ресурсов.

### **Тема 13. Солнечные энергетические установки**

Системы солнечного теплоснабжения. Солнечные электростанции с центральным приемником. Фотоэлектрические станции: фотоэффект, солнечные элементы, солнечные модули, электрические схемы их соединения в составе солнечной батареи.

### **Тема 14. Ветроэнергетика. Биоэнергетика**

Ветроэнергетические установки (ВЭУ): принципы преобразования ветровой энергии; принципиальные схемы и основные узлы ветроэнергетических установок. Биоэнергетические установки, принципы работы и их оборудование.

Вторичные энергоресурсы (ВЭР); классификация ВЭР и направления их использования. Утилизационные энергетические установки; ресурсосберегающие технологии.

## **Раздел 8 Системы теплоснабжения. Современные направления развития энергетики**

### **Тема 14. Системы теплоснабжения**

Классификация систем теплоснабжения. Системы источников теплоты, энергетическая эффективность теплофикации. Районные и промышленные отопительные котельные. Внешние тепловые потребители; расчет тепловых нагрузок и графики этих нагрузок. Теплоносители систем теплоснабжения. Схемы теплоснабжения от водогрейной и паровой котельной. Основное и вспомогательное оборудование паровых и водогрейных котельных.

Тепловые сети, гидравлический и тепловой расчет теплосетей. Тепловые пункты (подстанции). Индивидуальные и центральные тепловые пункты. Схемы присоединения тепловых потребителей к тепловой сети; регулирование теплопотребления.

### **Тема 15. Современные направления развития энергетики. Цифровая энергетика**

Условия для разработки цифровых технологий в энергетике. Виртуальные модели тепловой электростанции, солнечной и ветровой электростанций, биоэнергетической установки.

Основа цифровой трансформации тепловой энергетики. Контроль за техническим состоянием ТЭС посредством автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). Основные компоненты АСУ ТП на примере тепловой сети.

### 4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций, лабораторного практикума, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Зимняя сессия</b>				<b>2</b>
	<b>Раздел 1 Энергоресурсы и их использование. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии</b>				<b>0,5</b>
	Тема 1. Энергоресурсы и их использование	Лекция № 1. Энергоресурсы и их использование. Проблемы современной энергетики.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	Webinar, Zoom, Moodle.	0,25
	Тема 2. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии	Лекция № 2. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	Webinar, Zoom, Moodle.	0,25
2.	<b>Раздел 2 Основные положения технической термодинамики</b>				<b>0,5</b>
	Тема 3. Техническая термодинамика, основные понятия	Лекция № 2. Основные понятия и определения. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Первый закон термодинамики. Теплоемкость.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	Webinar, Zoom, Moodle.	0,25
	Тема 4. Термодинамические процессы, используемые при производстве тепловой и электрической энергии	Лекция № 3. Исследование основных термодинамических процессов. Циклы. Второй закон термодинамики.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	Webinar, Zoom, Moodle.	0,125
	Тема 5. Реальные газы. Водяной пар	Лекция № 4. Исследование термодинамических процессов в водяном паре. $h,s$ диаграмма.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	Webinar, Zoom, Moodle.	0,125
3.	<b>Раздел 3. Основы теории теплообмена</b>				<b>0,5</b>
	Тема 6. Основы	Лекция № 5. Теплообмен.	УК-1 (УК-	Webinar, Zoom,	0,25

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	теории теплообмена.	Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Теплообмен излучением.	1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	Moodle.	
	Тема 7. Теплопередача и основы расчета теплообменных аппаратов энергетических установок.	Лекция № 6. Уравнение теплопередачи. Теплообменные аппараты и основы их теплового расчета.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	Webinar, Zoom, Moodle.	0,25
4.	<b>Раздел 4. Принципиальные схемы и термодинамические циклы тепловых электрических станций</b>				<b>0,5</b>
	Тема 8. Циклы основных тепловых электрических станций.	Лекция № 6. Цикл Ренкина на перегретом паре. Принципиальная схема паротурбинной установки на основе цикла Ренкина для ТЭС.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	Webinar, Zoom, Moodle.	0,25
		Лекция № 7. Циклы газотурбинных, парогазотурбинных установок.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	Webinar, Zoom, Moodle.	0,25
5.	<b>Летняя сессия</b>				<b>10</b>
	<b>Раздел 5. Основное оборудование тепловых электрических станций</b>				<b>2,5</b>
	Тема 9. Энергетические котельные. Паровые и водогрейные котлы.	Лекция № 8. Котельные установки. Котельные агрегаты и их основные характеристики. Основы теплового расчета котельного агрегата. Компоновка и конструкции паровых и водогрейных котлов; водоподготовка.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	Webinar, Zoom, Moodle.	0,25
		Практическое занятие № 1. Тепловой баланс котельной установки. Тепловой расчет котла.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	решение и защита задач	
	Тема 10. Паровые и газовые турбины.	Лекция № 9. Паровые и газовые турбины: принцип действия и устройство турбин; преобразование энергии в ступени турбины; потери и КПД турбинной ступени.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	Webinar, Zoom, Moodle.	0,25
6.	<b>Раздел 6. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций</b>				<b>2,5</b>
	Тема 11. Оборудование для водоподготовки и	Лекция № 10. Водное хозяйство тепловых электростанций. Назначение в водном	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5);	Webinar, Zoom, Moodle.	0,5

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	нагнетательные машины тепловых электростанций.	хозяйстве и принципы работы теплообменных аппаратов, охладителей пара, насосов, деаэраторов.	ОПК-3 (ОПК-3.5)		
		Лабораторная работа № 1: Испытание кожухотрубного теплообменника. Представление результатов в виде презентации.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторной работы Power Point	
		Лабораторная работа № 2. Испытание пластинчатого теплообменника. Представление результатов в виде презентации.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторной работы Power Point	
7.	<b>Раздел 7. Гидроэнергетика. Ветровая, солнечная и био-энергетика</b>				<b>2,5</b>
	Тема 12. Гидроэлектростанции.	Лекция № 11. Состав и компоновка ГЭС. Классификация ГЭС. Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС). Малые и микро-ГЭС.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	Webinar, Zoom, Moodle.	0,125
	Тема 13. Солнечные энергетические установки.	Лекция № 12. Солнечные энергетические установки: системы солнечного теплоснабжения, солнечные электростанции (СЭС).	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	Webinar, Zoom, Moodle.	0,125
		Лабораторная работа № 3. Изучение устройства и работы фотоэлектрической солнечной батареи. Представление результатов в виде презентации.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторной работы Power Point.	
	Тема 14. Ветроэнергетика. Биоэнергетика.	Лекция № 13. Ветроэнергетика: принципы преобразования ветровой энергии. Принципиальные схемы и основные узлы ветроэлектростанции (ВЭС). Биоэнергетические установки (БЭУ) и их оборудование.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	Webinar, Zoom, Moodle.	0,25
8.	<b>Раздел 8 Системы теплоснабжения. Современные направления развития энергетики. Цифровая энергетика</b>				<b>2,5</b>
	Тема 15. Системы теплоснабжения.	Лекция № 14. Состав и классификация систем теплоснабжения. Районные и промышленные отопительные котельные. Тепловые сети. Тепловые пункты (подстан-	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	Webinar, Zoom, Moodle.	0,25

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		ции).			
		Практическое занятие № 2. Системы теплоснабжения. Основное теплофикационное оборудование.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	Тестирование	
		Практическое занятие № 3. Определение расходов теплоносителя в тепловых сетях. Гидравлический расчет тепловых сетей.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	решение и защита задач	
	Тема 16. Современные направления развития энергетики. Цифровая энергетика.	Лекция № 15. Направления развития энергетики. Цифровая энергетика. Условия для разработки цифровых технологий в энергетике. Виртуальные модели энергетических установок: ТЭС, СЭС, ВЭС, БЭУ.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	Webinar, Zoom, Moodle.	0,125
		Лекция № 16. Основа цифровой трансформации тепловой энергетики. Контроль за техническим состоянием ТЭС посредством автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). Основные компоненты АСУ ТП на примере тепловой сети.	УК-1 (УК-1.1); ОПК-2 (ОПК-2.5); ОПК-3 (ОПК-3.5)	Webinar, Zoom, Moodle.	0,125

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1 Энергоресурсы и их использование. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии</b>		
1.	Тема 1 Энергоресурсы и их использование.	Энергетическая политика России в современных условиях. Ресурсосбережение. Вторичные энергетические ресурсы (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
	Тема 2. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии.	Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Топливо и процессы горения видов топлива, применяемых в тепловых электростанциях (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
<b>Раздел 2 Основные положения технической термодинамики</b>		
2.	Тема 3. Техническая термодинамика, основные понятия.	Рабочие тела энергетических установок. Параметры рабочего тела. Первый закон термодинамики. Теплоемкость (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
	Тема 4. Термодинамика	Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	ческие процессы, используемые при производстве тепловой и электрической энергии.	системах. Циклы, термический КПД цикла. Цикл Карно. Второй закон термодинамики (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
	Тема 5. Реальные газы. Водяной пар.	Способы парообразования, виды водяного пара. Способы определения основных термодинамических параметров кипящей воды, влажного, сухого и перегретого пара (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
<b>Раздел 3 Основы теории теплообмена</b>		
3.	Тема 6. Основы теории теплообмена.	Основные понятия и определения теории теплообмена. Температурное поле, изотермическая поверхность, стационарная и нестационарная теплопроводность. Конвективный теплообмен. Теплоотдача. Критериальные уравнения для различных случаев теплоотдачи (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
	Тема 7. Теплопередача и основы расчета теплообменных аппаратов энергетических установок.	Теплопередача. Основы теплового расчета теплообменных аппаратов. Схемы движения теплоносителей. Определение среднего температурного напора (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
<b>Раздел 4. Принципиальные схемы и термодинамические циклы тепловых электрических станций</b>		
4.	Тема 8. Циклы основных тепловых электрических станций.	Тепловые электрические станции: принципиальные тепловые схемы ТЭЦ. Газотурбинные установки (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
<b>Раздел 5. Основное оборудование тепловых электрических станций</b>		
5.	Тема 9. Энергетические котельные. Паровые и водогрейные котлы.	Котельные агрегаты и их основные характеристики. Основы теплового расчета котельного агрегата. Коэффициент полезного действия (КПД) энергоустановки. Расчетное определение потерь теплоты котла. Расчет температуры на выходе из топки (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
	Тема 10. Паровые и газовые турбины.	Принцип действия и устройство турбин. Теория истечения. Преобразование энергии в ступени турбины; потери и КПД турбинной ступени (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
<b>Раздел 6. Вспомогательное оборудование тепловых электрических станций</b>		
6.	Тема 11. Оборудование для водоподготовки и нагнетательные машины тепловых электростанций.	Станции химводоочистки тепловых станций и их оборудование. Нагнетательные машины тепловых электростанций. Особенности работы питательного насоса, подпиточного, сетевого насосов (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
<b>Раздел 7. Гидроэнергетика. Ветровая, солнечная и био-энергетика</b>		
7.	Тема 12. Гидроэлектростанции.	Основное энергетическое (технологическое) оборудование ГЭС. Оценка потенциала гидроэнергетических ресурсов (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
	Тема 13. Солнечные энергетические установки.	Оценка потенциала солнечной энергии. Типы солнечных коллекторов, принципы их действия и методы расчетов. Солнечные элементы, вольт-амперная характеристика солнечного элемента. Солнечные модули. Солнечные батареи (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
	Тема 14. Ветроэнергетика. Биоэнергетика.	Характеристики ветра, запасы энергии ветра и возможности ее использования. Ветровой кадастр России. Классификация ветроустановок. Основы теплового расчета биоэнергетических установок (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 8. Системы теплоснабжения. Современные направления развития энергетики. Цифровая энергетика</b>		
8.	Тема 15. Системы теплоснабжения.	Тепловые схемы источников тепловой энергии, энергетическая эффективность теплофикации. Расчет тепловых потерь трубопроводов тепловых сетей (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
	Тема 16. Современные направления развития энергетики. Цифровая энергетика.	Условия для разработки цифровых технологий в энергетике. Виртуальные модели энергетических установок: ТЭС, СЭС, ВЭС, БЭУ. Основные компоненты АСУ ТП на примере тепловой сети (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 1 Энергоресурсы и их использование.	Л	Проблемная технология
2.	Тема 2. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии.	Л	Проблемная технология
3.	Тема 3. Техническая термодинамика, основные понятия.	Л	Проблемная технология
4.	Тема 4. Термодинамические процессы, используемые при производстве тепловой и электрической энергии.	Л	Проблемная технология
5.	Тема 5. Реальные газы. Водяной пар.	Л	Проблемная технология
		ПЗ	Технология активного обучения
6.	Тема 6. Основы теории теплообмена.	Л	Проблемная технология
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод; информационно-коммуникационная технология
7.	Тема 7. Теплопередача и основы расчета теплообменных аппаратов энергетических установок.	Л	Проблемная технология
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод; информационно-коммуникационная технология
8.	Тема 8. Циклы основных тепловых электрических станций.	Л	Проблемная технология
		ПЗ	Технология активного обучения
9.	Тема 9. Энергетические котельные. Паровые и водогрейные котлы.	Л	Проблемная технология
		ПЗ	Технология активного обучения
10.	Тема 10. Паровые и газовые турбины.	Л	Проблемная технология. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
11.	Тема 11. Оборудование для водоподготовки и нагнетательные машины тепловых электростан-	Л	Проблемная технология
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод; информационно-коммуникационная технология



№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	ций.		
12.	Тема 12. Гидроэлектростанции.	Л	Проблемная технология
13.	Тема 13. Солнечные энергетические установки.	Л	Проблемная технология
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод; информационно-коммуникационная технология
14.	Тема 14. Ветроэнергетика. Биоэнергетика.	Л	Проблемная технология. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
15.	Тема 15. Системы теплоснабжения.	Л	Проблемная технология. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Технология активного обучения
16.	Тема 16. Современные направления развития энергетики. Цифровая энергетика.	Л	Проблемная технология. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.

## **6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

### **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

#### **6.1.1 Использование цифровых технологий при оценке знаний**

При оценке знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности:

- используются возможности Интернет-ресурсов и программных продуктов при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева LMS «Moodle»;
- в коммуникационном процессе для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации применяются программные продукты Excel, Word, Power Point, Zoom, Битрикс24, Skype;
- оцениваются навыки поиска информации посредством электронных ресурсов Яндекс, Mail, осуществления обмена информацией с применением системы Google;
- оцениваются навык визуализации данных с применением Microsoft Power Point.

#### **6.1.2. Контрольная работа**

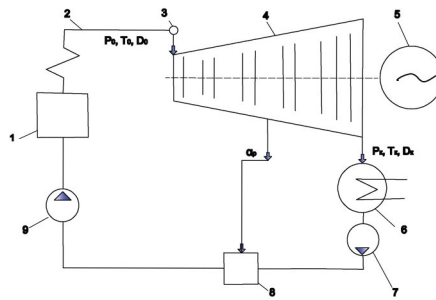
Задание на контрольную работу выдаются на 4 - 5 неделях учебного семестра. Контрольная работа включает в себя определение расхода пара и термического КПД паротурбинной электростанции. Формируемые при выполнении контрольной работы компетенции: УК-1(УК-1.2), ОПК-2(ОПК-2.5) (индикаторы достижения компетенции).

Контроль над выполнением контрольной работы осуществляется ее проверкой с индивидуальным опросом.

*Пример условия одного из заданий контрольной работы.*

Задание. Определить расход пара и термический КПД паротурбинной электростанции мощностью  $N = 12$  МВт с начальными параметрами пара  $p =$

3,5 МПа;  $t_0 = 435 \text{ }^\circ\text{C}$ ; давление в конденсаторе  $p_k=5 \text{ кПа}$ ; внутренний относительный КПД турбины  $\eta_{oi} = 0,82$ ; электромеханический КПД  $\eta_{эм} = 0,92$ .



Тепловая схема ПТУ с одним подогревателем питательной воды смешивающего типа

### 6.1.3. Текущее тестирование

Необходимо для оценки текущей успеваемости и усвояемости изучаемого студентами материала проведение двух тестирований. Каждый тест состоит из 15 вопросов и содержит 25 вариантов. Тестирование производится письменно на 7 и 15 неделях учебного семестра. Выдержка из примерного билета тестового задания представлена ниже. Формируемые компетенции: УК-1.2, ОПК-2.5.

**Типовой тест:**

**1. Температура тела равна  $+20^\circ\text{C}$ . В Кельвинах эта температура выразится**

**числом \_\_\_\_\_**

**2. Соответствие между обозначением и наименованием форм энергии, которая содержится внутри системы или переносится через ее оболочку:**

L1: L

R:1 Поток энергии в тепловой форме

L2: Q

R:2 Кинетическая энергия

L3: U

R:3 Поток энергии в форме работы

L4:  $\text{mw}^2/2$

R:4 Внутренняя энергия

**3. Процесс с убыванием энтропии рабочего тела в паротурбинном цикле (цикл Ренкина) протекает:**

-: в конденсаторе

-: в питательном насосе

-: в парогенераторе (котле)

-: в паровой турбине

**4. Адиабатное сжатие газа в газотурбинном цикле совершается:**

-: в компрессоре

-: после турбины

-: в турбине

-: в камере сгорания

**5. К гидроэнергетическим установкам относятся:**

- гидроэлектростанции (ГЭС);

- насосные станции (НС);

- гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС);

- приливные электростанции (ПЭС).

**6. Соответствие буквенного обозначения и наименования калорической функции состояния:**

L1: u	R1: удельная энтальпия
L2: h	R2: удельная энтропия
L3: s	R3: удельная внутренняя энергия

**7. Адиабатное расширение пара в паротурбинном цикле (цикл Ренкина) совершается в \_\_\_\_\_**

**8. Изобарное расширение газа в газотурбинном цикле совершается**

- : в камере сгорания
- : после турбины
- : в компрессоре
- : в турбине

**9. В подраздел тепловых электростанций (ТЭС) входит:**

- : гелиоэлектростанции
- : геотермальные электростанции
- : дизельные электростанции (ДЭС)
- конденсационные (КЭС)

**10. Соответствие между условным обозначением термодинамического процесса и его наименованием:**

L1: $p = \text{const}$	R1: изохора
L2: $v = \text{const}$	R2: изотерма
L3: $t = \text{const}$	R3: изобара
L4: $s = \text{const}$	R4: изоэнтропа

**11. Изобарное расширение пара в паротурбинном цикле (цикл Ренкина) совершается:**

- : в парогенераторе (котле)
- : в турбине
- : в конденсаторе
- : в питательном насосе

**12. Изобарное уменьшение объема газа в газотурбинном цикле совершается:**

- : после турбины
- : в камере сгорания
- : в компрессоре
- : в турбине

**13. В подраздел тепловых электростанций (ТЭС) входит:**

- : теплофикационные (теплоэлектроцентрали - ТЭЦ)
- : приливные электростанции (ПЭС)
- : гелиоэлектростанции
- : дизельные электростанции (ДЭС)

**14. Параметром, сохраняющим постоянство в равновесном адиабатном процессе, является:**

- : энтропия
- : энтальпия
- : давление
- : удельный объем

## 15. Уменьшение энтропии газа в газотурбинном цикле совершается

- : после турбины
- : в камере сгорания
- : в компрессоре
- : в турбине

### 6.1.4. Выполнение и защита практических работ

Работы направлены на практическое закрепление теоретического материала дисциплины «Общая энергетика». В результате студент должен знать основные положения законов термодинамики и тепло - массообмена, составляющие основу расчета теплотехнических систем; устройство и принцип действия теплогенерирующего и теплоиспользующего оборудования; конструктивные особенности; уметь применять средства измерения основных теплофизических параметров; использовать нормативные и справочные документы. Формируемые компетенции: УК-1 (индикаторы достижения компетенции УК-1.1); ОПК-2 (индикаторы достижения компетенции ОПК-2.5); ОПК-3 (индикаторы достижения компетенции ОПК-3.5).

При защите практической работы студент должен представить полностью оформленный конспект. Отчет по практической работе представляется с полностью обработанными результатами расчетов, графическим материалом, выводами. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

#### Пример перечня вопросов при защите практической работы № 1

1. Перечислите типы электростанций по производству электрической и тепловой энергии.
2. Опишите принципиальную тепловую схему ТЭС и основной принцип ее работы.
3. Перечислите основные способы увеличения КПД тепловой паротурбинной станции.
4. Укажите основной термодинамический принцип теплофикации на ТЭЦ.
5. Что такое коэффициент использования топлива ТЭЦ?
6. Опишите принцип действия газотурбинной установки.
7. В чем заключается принцип работы парогазовой установки?

### 6.1.5. Выполнение и защита индивидуальных задач

Индивидуальные задачи выполняются на практических занятиях и направлены на практическое закрепление теоретического материала дисциплины. Защита задач проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Формируемые компетенции: УК-1.2, ОПК-2.5

Пример условия одной из типовых задач приведен ниже.

Задача.

Определить состав рабочей массы Челябинского угля марки БЗ, если состав его горючей массы:  $C^r=71,1\%$ ,  $H^r=5,3\%$ ,  $S_r^r=1,9\%$ ,  $N^r=1,7\%$ ,  $O^r=20\%$ . Зольность сухой массы  $A^c$ , влажность рабочая  $W^p$ .

Вопросы:

Перечислите основные возобновляемые и невозобновляемые энергетические ресурсы.

2. Назовите элементарный состав твердого топлива и виды массы топлива.

3. Что является основной характеристикой любого вида топлива?

4. Что такое условное топливо?

#### **6.1.6. Выполнение и защита лабораторных работ**

Лабораторные работы (ЛР) направлены на практическое закрепление теоретического материала дисциплины «Общая энергетика». В результате студент должен знать основные положения законов термодинамики и тепло-массообмена, составляющие основу расчета теплотехнических систем; устройство и принцип действия теплогенерирующего и теплоиспользующего оборудования; уметь применять средства измерения основных теплофизических параметров; использовать нормативные и справочные документы; применять полученные знания и навыки при изучении специальных дисциплин; владеть методами расчета и подбора систем теплоснабжения; навыками выполнения исследований, обработки и анализа их результатов. В курсе «Общая энергетика» предполагается выполнение лабораторных работ. Формируемые компетенции УК-1 (индикаторы достижения компетенции УК-1.1); ОПК-2 (индикаторы достижения компетенции ОПК-2.5); ОПК-3 (индикаторы достижения компетенции ОПК-3.5).

Для допуска к лабораторной работе студент должен представить составленный им в тетради краткий конспект лабораторной работы. Текущий контроль лабораторных отчетов и материалов изучаемой дисциплины осуществляется в виде индивидуального опроса на лабораторных занятиях. При защите лабораторной работы студент должен представить полностью оформленный конспект. Отчет по лабораторной работе представляется с полностью обработанными результатами измерений, графическим материалом, выводами. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

#### **Пример перечня вопросов при защите лабораторной работы № 3**

«Изучение устройства и работы фотоэлектрической солнечной батареи».

1. Какой физический эффект используется для работы полупроводникового солнечного элемента?

2. Как устроен полупроводниковый солнечный элемент.

3. Какие токи протекают через освещенный р-п переход.

4. Назовите основные характеристики солнечного элемента.

5. Методика определения параметров эквивалентной схемы.

#### **6.1.7. Перечень вопросов к зачету с оценкой по дисциплине**

1. Запасы и ресурсы источников энергии. Структура мирового энергопотребления.

2. Динамика роста потребления энергоресурсов и развития энергетического хозяйства, современные проблемы энергетики.

3. Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Основные понятия и определения.
4. Какие вы знаете невозобновляемые и возобновляемые источники энергии?
5. Какие возобновляемые источники энергии относят к числу традиционных источников энергии?
6. Энергетические ресурсы. Топливо. Классификация и основные технические характеристики топлива. Условное топливо.
7. Элементарный состав твердого (жидкого) органического топлива. Рабочая, сухая, горючая масса топлива. Горючие компоненты топлива.
8. Реакции горения основных горючих компонентов углеводородного топлива. Полное и неполное горение. Способы обеспечения полного горения топлива. Коэффициент избытка воздуха.
9. Основные понятия технической термодинамики. Термодинамическая система. Рабочее тело. Параметры состояния рабочего тела.
10. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Газовая постоянная.
11. Термодинамические диаграммы и изображение термодинамических процессов в них.
12. Приведите и поясните аналитическую форму записи первого закона термодинамики для закрытых систем.
13. Теплоемкость. Зависимость теплоемкости от температуры, условий протекания термодинамического процесса. Формула Майера.
14. Внутренняя энергия и энтальпия. Формула для вычисления изменения внутренней энергии идеального газа.
15. Назовите основные термодинамические процессы и изобразите их в термодинамических диаграммах.
16. Круговой процесс (цикл). Прямой и обратный циклы. Термический КПД. Холодильный коэффициент.
17. Приведите формулировки второго закона термодинамики. Цикл Карно. Термический КПД цикла Карно.
18. Назовите циклы, которые осуществляются в поршневых двигателях внутреннего сгорания (ДВС). Безразмерные параметры цикла ДВС и их влияние на величину термического КПД цикла.
19. Что такое термический КПД цикла теплового двигателя? От чего зависит термический КПД теплового двигателя?
20. Реальные газы. Водяной пар.  $p, v$  – диаграмма водяного пара. Параметры, определяющие состояние кипящей воды, влажного, насыщенного и перегретого водяного пара.  $h, s$  – диаграмма водяного пара.
21. Принципиальная схема паротурбинной энергетической установки, работающей по циклу Ренкина на перегретом паре. Изображение цикла Ренкина в  $Ts$  – диаграмме. Пути повышения термического КПД цикла Ренкина.
22. Циклы газотурбинных установок (ГТУ). Термический КПД цикла ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении. Преимущества газотурбинной энергетической установки по сравнению с ДВС и паротурбинной установкой.

23. Назовите виды теплообмена. Приведите примеры из техники, где имеют место эти виды теплообмена.
24. Запишите основные уравнения, по которым производится расчет видов теплообмена.
25. Теплопроводность. Градиент температуры. Уравнение теплопроводности Фурье. Стационарная теплопроводность через однослойную плоскую стенку.
26. Теплопроводность через многослойную плоскую стенку. Термическое сопротивление слоя стенки.
27. Теплоотдача. Уравнение теплоотдачи Ньютона-Рихмана. Критерии подобия, используемые при расчете коэффициента теплоотдачи
28. Уравнение теплопередачи. Назовите несколько способов интенсификации теплопередачи.
29. Теплообменные аппараты. Напишите уравнения, используемые для расчета рекуперативных теплообменных аппаратов.
30. Виды расчета теплообменных аппаратов, приведите примеры их использования в энергетике.
31. Классификация тепловых электрических станций.
32. Назовите условия, которые являются основополагающими при выборе типа электростанции.
33. Приведите простейшие (принципиальные) схемы КЭС и ТЭЦ.
34. Цикл Ренкина на перегретом паре. Термический КПД цикла Ренкина и пути его повышения.
35. Назовите показатели тепловой экономичности ТЭЦ.
36. Покажите на примере влияния начальных и конечных параметров пара на экономичность тепловых электростанций.
37. Приведите простейшую схему теплофикационной установки.
38. Теплофикация. Условия применимости схемраздельного и комбинированного энергоснабжения.
39. Тепловые схемы АЭС: одноконтурная, двухконтурная и трехконтурная.
40. Основное энергетическое оборудование АЭС. Реакторы АЭС, основные отличия различных типов ядерных реакторов.
41. Преимущества атомных электростанций (АЭС) по сравнению с тепловыми электростанциями, работающими на органическом топливе.
42. Циклы газотурбинных установок (ГТУ). Какой цикл ГТУ наиболее широко применяется на практике, как определяется термический КПД этого цикла.
43. Назовите основное энергетическое оборудование ТЭС. Что является критерием правильности выбора состава, типа и мощности этого оборудования.
44. Котельные установки, классификация котельных. Какие котельные используются в составе тепловых электростанций.
45. Котельные агрегаты. Паровой и водогрейный котел, их основные технические характеристики.
46. Основы теплового расчета котельного агрегата. Уравнение теплового баланса котельного агрегата.

47. КПД-брутто котельного агрегата. КПД-нетто котельной установки. Виды тепловых потерь котельного агрегата.
48. Понятие располагаемая теплота топлива, как она определяется? Отличие низшей теплоты сгорания топлива от высшей теплоты сгорания.
49. Основные узлы котельного агрегата. Назовите радиационные и конвективные поверхности нагрева котельного агрегата.
50. Основы теплового расчета конвективных поверхностей нагрева. Назначение экономайзера, типы экономайзеров.
51. Назначение и виды пароперегревателей. Назначение редуционно-охладительной установки.
52. Назовите типы насосов, применяемых на ТЭС.
53. Назначение, принципы работы теплообменных аппаратов, деаэраторов и охладителей пара на ТЭС.
54. Назовите типы систем теплоснабжения. Покажите преимущества и недостатки каждого типа.
55. Покажите на примере влияние выбросов тепловых электростанций на экологию.
56. Покажите преимущества атомных электростанций перед тепловыми.
57. Приведите принципиальные тепловые схемы АЭС.
58. Назовите типы реакторов для АЭС, а также основные отличия и особенности этих типов.
59. В чем преимущества реакторов на быстрых нейтронах перед реакторами на тепловых нейтронах?
60. Что такое «тепловая мощность» АЭС?
61. Покажите перспективы использования водных ресурсов для строительства малых ГЭС, приливных электростанций (ПЭС) и волновых энергоустановок.
62. Как решаются экологические проблемы при комплексном использовании водных ресурсов?
63. Принципиальная схема и состав ГЭС. Запишите формулу для определения мощности ГЭС. Назначение и принцип работы ГАЭС.
64. Приведите примеры использования солнечных энергетических установок для систем теплоснабжения.
65. Башенные и модульные солнечные электростанции. Приведите их принципиальные схемы.
66. Фотоэлектрические солнечные электростанции. Фотоэффект, солнечный элемент. Вольт-амперная характеристика солнечного элемента.
67. Структурная схема фотоэлектрической станции. Способы электрического соединения солнечных элементов в составе солнечного модуля. Назначение шунтирующего диода в составе солнечной батареи.
68. Энергия ветра. Основные узлы ветроэнергетических установок.
69. Покажите принципиальную тепловую схему электростанции на биомассе. Основы теплового расчета биогазового реактора.
70. Проведите классификацию паровых турбин по: назначению, конструктивному выполнению, принципу действия, давлению.



71. Что называют располагаемым теплоперепадом паротурбиной установки?
72. Изобразите и объясните цикл Ренкина на перегретом паре.
73. Для чего служит деаэратор в паровой теплосиловой установке?
74. Что такое теплофикация? Что дает теплофикационный цикл работы электростанций по сравнению с конденсационным циклом?
75. Как удаляется растворённый в питательной воде воздух? Почему это необходимо?
76. Перечислите направления использования ГТУ.
77. Изобразите и прокомментируйте цикл простейшей ГТУ на  $T-s$  диаграмме.
78. Вторичные энергетические ресурсы, их классификация. Приведите примеры использования ВЭР в утилизационных энергетических установках.
79. Что такое аккумулятор тепловой энергии, как он устроен?
80. Солнечные системы для получения электроэнергии. Концентраторы солнечной энергии.
81. Приведите схему фотоэлектрического преобразователя солнечной энергии и объясните принцип ее действия.
82. Системы теплоснабжения, назначение, классификация и состав.
83. Теплоносители систем теплоснабжения, их основные технические характеристики.
84. Тепловые сети, назначение, классификация. Гидравлический расчет тепловых сетей.
85. Тепловые пункты, их назначение и классификация. Оборудование тепловых пунктов.
86. Что называется закрытой и открытой системой теплоснабжения, какие присущи им специфические особенности?
87. Какие современные направления развития энергетики вы знаете?
88. Водородная энергетика, приведите принципиальную схему топливного элемента на водороде.
89. Условия для разработки цифровых технологий в энергетике.
90. Контроль за техническим состоянием тепловых сетей, посредством автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). Основные компоненты АСУ ТП.

## **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Оценка текущей работы и промежуточный контроль студентов осуществляется на основе традиционной системы контроля и оценки успеваемости. Традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов представлена критериями выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### **6.2.1. Критерии оценки выполнения тестов**

Текущее тестирование (письменное) производится на 7 и 15 неделях учебного семестра. Каждый тест состоит из 15 вопросов и содержит 25 вариантов. Критерии оценивания:

- правильные ответы на 6 и менее заданий – «неудовлетворительно»,
- правильные ответы на 7 – 10 заданий – «удовлетворительно»,
- правильные ответы на 11 – 13 заданий – «хорошо»,
- правильные ответы на 14 – 15 заданий – «отлично».

Основаниями для снижения оценки на 1 балл являются: отсутствие обоснования выбранного ответа, неполный ответ; небрежное выполнение, ошибки в обозначениях и т.п.

### 6.2.2 Критерии оценки выполнения и защиты практических работ

К защите работы представляется отчет с полностью обработанными результатами расчетов, графическим материалом, выводами. Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае: отсутствия необходимых расчетных формул, обозначений и т.п.; отсутствия необходимого графического материала; некорректной обработки результатов измерений. Защита отчета по работе проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя по традиционной системе оценки системе. В случае получения при защите работы неудовлетворительной оценки, работа подлежит повторной защите.

Таблица 7

#### Критерии оценивания защиты практических работ

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	«отлично» – студент излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; правильно формулирует основные законы; знает и применяет основные формулы и расчетные зависимости по теме работы.
Средний уровень «4» (хорошо)	«хорошо» – студент излагает содержание вопроса логически верно и по существу, умеет делать выводы и приводит примеры из практики, но допускает некоторые неточности и незначительные ошибки или опiski, что в целом не вызывает сомнений в освоении темы работы.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	«удовлетворительно» – студент не в полной мере владеет навыками логично и аргументировано излагать содержание материала, имеет общие знания основного содержания темы работы без освоения некоторых существенных положений, допускает неточности, однако умеет применять знания и умения по теме работы
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	«неудовлетворительно» – студент не освоил значительную часть содержания материала работы; допускает существенные ошибки в изложении материала; не умеет выделить главное и сделать выводы.

### 6.2.3. Критерии оценки выполнения и защиты лабораторных работ

К защите лабораторной работы представляется отчет с полностью обработанными результатами измерений, графическим материалом, выводами. Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае: отсутствия необходимых расчетных формул, обозначений и т.п.; отсутствия необходимого графического материала; некорректной обработки результатов измерений.

Защита отчета по лабораторной работе проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя по традиционной системе оценки системе. В случае получения при защите лабораторной работы неудовлетворительной оценки, работа подлежит повторной защите.

**Критерии оценивания защиты лабораторных работ**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	«отлично» – студент излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; правильно формулирует основные законы; знает и применяет основные формулы и расчетные зависимости по теме лабораторной работы.
Средний уровень «4» (хорошо)	«хорошо» – студент излагает содержание вопроса логически верно и по существу, умеет делать выводы и приводит примеры из практики, но допускает некоторые неточности и незначительные ошибки или описки, что в целом не вызывает сомнений в освоении темы лабораторной работы.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	«удовлетворительно» – студент не в полной мере владеет навыками логично и аргументировано излагать содержание материала, имеет общие знания основного содержания темы работы без освоения некоторых существенных положений, допускает неточности, однако умеет применять знания и умения по теме работы
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	«неудовлетворительно» – студент не освоил значительную часть содержания материала лабораторной работы; допускает существенные ошибки в изложении материала; не умеет выделить главное и сделать выводы.

**6.2.4. Критерии оценивания индивидуальных задач**

Выполнение индивидуальных задач является обязательным элементом, влияющим на допуск, к сдаче зачета с оценкой по дисциплине. При получении неудовлетворительной оценки по задачам они подлежат исправлению и повторной сдаче.

**Критерии оценивания индивидуальных задач**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	«отлично» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил индивидуальные задачи; логично, последовательно и аргументировано изложил ход решения поставленной перед ним задачи.
Средний уровень «4» (хорошо)	«хорошо» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил индивидуальные задачи; логично, последовательно и аргументировано изложил ход решения поставленной перед ним задачи, но в решении имеются незначительные ошибки и неточности.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	«удовлетворительно» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил индивидуальные задачи; однако в решении имеются ошибки и неточности, отсутствует пояснения методики решения, небрежное оформление работы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	«неудовлетворительно» – студент не выполнил индивидуальные задачи.

**6.2.5. Критерии оценки выполнения и защиты контрольной работы**

Студенты самостоятельно выполняют контрольную работу и представляют его в печатном виде на листах формата А4. Контрольная работа не может быть принят и подлежит доработке в случае: отсутствия необходимого графического материала или отсутствие в графическом материале необходимых обозначений, используемых в расчете; некорректной

обработки результатов расчетов. Выполнение контрольной работы является обязательным элементом, влияющим на допуск, к сдаче зачета с оценкой по дисциплине. При получении неудовлетворительной оценки по контрольной работе она подлежит исправлению и повторной сдаче.

Таблица 10

### Критерии оценивания контрольной работы

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5»	«отлично» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил контрольную работу; логично, последовательно и аргументировано изложил ход решения поставленной перед ним задачи.
Средний уровень «4»	«хорошо» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил контрольную работу; логично, последовательно и аргументировано изложил ход решения поставленной перед ним задачи, но в решении имеются незначительные ошибки и неточности.
Пороговый уровень «3»	«удовлетворительно» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил контрольную работу; однако в решении имеются ошибки и неточности, отсутствует пояснения методики решения, небрежное оформление работы.
Минимальный уровень «2»	«неудовлетворительно» – студент не выполнил контрольную работу.

### 6.2.6. Критерии оценивания промежуточного контроля (зачет с оценкой)

К зачету с оценкой допускается студент, полностью выполнивший все виды учебной и самостоятельной работы и сдавший отчетные материалы.

Зачет с оценкой проводится в устной форме в виде доклада студента по каждому экзаменационному вопросу с представлением на листе ответа: уравнений, формул, расчетных схем, графиков и т.п. и ответов (если потребуется) на дополнительные вопросы преподавателя.

Качество освоения дисциплины, уровень сформированности заявленных компетенций, знания и умения студента оцениваются в соответствии с традиционной системой контроля и оценки успеваемости.

Таблица 11

### Критерии оценивания результатов промежуточного контроля (зачет с оценкой)

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	«отлично» – студент излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; правильно формулирует основные законы теплотехники; знает и применяет основные формулы и расчетные зависимости; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – <b>высокий</b> .
Средний уровень «4» (хорошо)	«хорошо» – студент излагает содержание вопроса логически верно и по существу, умеет делать выводы и приводит примеры из практики, но допускает некоторые неточности и незначительные ошибки или опуски, что в целом не вызывает сомнений в освоении дисциплины. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – <b>хороший</b> (средний).

<p>Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)</p>	<p><b>«удовлетворительно»</b> – студент не в полной мере владеет навыками логично и аргументировано излагать содержание материала, имеет общие знания основного содержания дисциплины без освоения некоторых существенных положений, допускает неточности и затрудняется в теоретических выводах, однако умеет применять знания и умения в практических работах, владеет навыками работы со справочной и учебной литературой, умеет пользоваться нормативными документами. <b>Компетенции</b>, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – <b>достаточный</b>.</p>
<p>Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)</p>	<p><b>«неудовлетворительно»</b> – студент не освоил значительную часть содержания дисциплины; допускает существенные ошибки в изложении материала; практические навыки не сформированы; не умеет выделить главное и сделать выводы. <b>Компетенции</b>, закреплённые за дисциплиной, <b>не сформированы</b>.</p>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Осмонов О. М. Общая энергетика: учебное пособие / О. М. Осмонов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015 — 98 с.:

2. Рудобашта С.П. Теплотехника: учебник. М.: Издательство «Перо». 2015 г. – 665 с.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Александров Алексей Александрович. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара: Справочник / А.А. Александров, Б.А. Григорьев. - М. : МЭИ, 1999. – 164 с.

2. Лебедев, В. А. Ядерные энергетические установки : учебное пособие / В. А. Лебедев. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1868-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168856>.

3. Региональные проблемы теплоэнергетики : учебное пособие / В. М. Лебедев, С. В. Приходько, В. К. Гаак [и др.] ; под общей редакцией В. М. Лебедева. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 136 с. — ISBN 978-5-8114-3694-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122149>.

4. Осмонов О.М. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие. – М., Издательство РГАУ-МСХА , 2015. - 98 с.

5. Осмонов О.М., Канатников Ю.А. Тепловые схемы энергетических установок и методы их расчета: Методические указания. [Электронный ресурс. <http://elib.timacad.ru/dl/lokal/143.pdf/info> ]. М.: РГАУ-МСХА, 2016. – 33 с.

6. Осмонов О.М. Изучение солнечной фотоэлектрической батареи: Методические указания. [Электронный ресурс. <http://elib.timacad.ru/dl/lokal/140.pdf/info> ]. – М.: РГАУ-МСХА, 2016. – 44 с.

7. Магадеев В.Ш. Котельные систем теплоснабжения. – М.: ИД Энергия, 2017. – 320 с.

8. Осмонов О.М., Канатников Ю.А. Нагнетатели и тепловые двигатели: Учебное пособие. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2017. – 140 с.

### **Периодические издания**

1. Журнал «Новости теплоснабжения», URL – адрес: <http://www. ntsn.ru> ;
2. Журнал «Энергохозяйство за рубежом», URL – адрес: <http://www.prosmi.ru/catalog/3906>.

### **7.3 Нормативные правовые акты**

1. Постановление Правительства РФ от 28.05.2013 №449 (ред. от 27.09.2018) «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности» (вместе с «Правилами определения цены на мощность генерирующих объектов, функционирующих на основе возобновляемых источников энергии»). [http://www.consultant.ru/law/podborki/vozobnovlyaemye\\_istochniki\\_jenergii/](http://www.consultant.ru/law/podborki/vozobnovlyaemye_istochniki_jenergii/)

2. Постановление Правительства РФ от 17.02.2014 №117 (ред. от 23.01.2015) «О некоторых вопросах, связанных с сертификацией объемов электрической энергии, производимой на функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии квалифицированных генерирующих объектах» (вместе с «Правилами ведения реестра выдачи и погашения сертификатов, подтверждающих объем производства электрической энергии на функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии квалифицированных генерирующих объектах»).

### **7.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

1. Методические указания к лабораторной работе «Определение теплоёмкости воздуха при постоянном давлении» (Рудобашта С.П., Бабичева Е.Л., Канатников Ю.А.).

2. Методические указания к лабораторной работе «Определение показателя адиабаты для воздуха» (Рудобашта С.П., Бабичева Е.Л., Канатников Ю.А.).

3. Методические указания к лабораторной работе «Определение коэффициента теплопроводности твёрдых тел методом цилиндрического слоя» (Рудобашта С.П., Бабичева Е.Л., Канатников Ю.А.).

4. Методические указания к лабораторной работе «Испытание пластинчатого теплообменника» (Рудобашта С.П.).

5. Осмонов О.М. Расчет системы солнечного горячего водоснабжения: Методические указания. М.: Изд-во ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 61 с.

6. Цифровая энергетика: новая парадигма функционирования и развития / под ред. Н.Д. Рогалева. – М.: Издательство МЭИ, 2019. – 300 с.

7. Текслер А.Л. Цифровизация энергетики: от автоматизации процессов к цифровой трансформации отрасли. //– М.: Энергетическая политика. Вып. 5. 2018. С. 3-7.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины

- 1) <http://www.rosteplo.ru/katalog> Каталог оборудования. Автономное теплоснабжение. (открытый доступ).
- 2) <http://www.viecosolar.com> Солнечные батареи, солнечная энергетика, солнечные электростанции (открытый доступ).
- 3) <http://www.energybook.ru> Интернет-магазин издательского дома «Энергия» (открытый доступ).
- 4) <http://www.rosteplo.ru/katalog> Каталог оборудования. Когенерационные установки (открытый доступ).
- 5) <http://www.electrolibrary.hnfo> Электронная электротехническая библиотека (открытый доступ).
- 6) <https://www.digital-energy.ru/wp-content/uploads/2020/04/strategiya-tsifrovoy-transformatsii-elektroenergetiki.pdf> Ведомственный проект «Цифровая энергетика»
- 7) [http://www.energystrategy.ru/DP/Source/DE\\_02.pdf](http://www.energystrategy.ru/DP/Source/DE_02.pdf) «Цифровая энергетика»

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. <http://library.timacad.ru> Электронно-библиотечная система ЦНБ имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.
2. <http://rucont.ru> Электронно-библиотечная система «Национальный цифровой ресурс РУКОНТ» (открытый доступ).
3. <http://www2.viniti.ru> Базы данных ВИНТИ РАН (открытый доступ).
4. <http://znanium.ru> Электронно-библиотечная система (открытый доступ).

Таблица 12

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Разделы 1-8	1. Microsoft Office Word 2. MS Power Point 3. MS Excel 4. AutoCAD 5. Zoom 6. LMS «Moodle».	1. Оформительская 2. Презентация 3. Расчетная 4. Графическая 5. Для организации видеоконференций 6. Корпоративная	1. Microsoft 2. Microsoft 3. Microsoft 4. Autodesk 5. Cisco 6. РГАУ-МСХА	2013 2013 2013 2010 2012 2019

## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 13

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
Учебный корпус № 24, аудитории 201, 214, 314	1 Доска аудиторная 3-х элементная (Инв.№ 210136000003573) 2 Экран Projecta SlimScreen 200*200 cv Matte White S настенный (Инв.№ 568938) 3 Комплект из интерактивной доски Penbord 77 (стойка, проектор и доска) (Инв.№ 210134000001798) 4 Компьютер "Абакус" (Инв.№ 410134000001484)
Учебный корпус № 24, аудитории 201, 214, 314	1 Доска школьная (Инв.№ 210136000004868) 2 Экран настенный Projecta SlimScreen (Инв.№ 210134000002855) 3 Лабораторная установка для исследования теплоемкости (Инв.№ 210134000002081) 4 Лабораторная установка для определения отношения теплоемкостей (Инв.№ 210134000002082) 5 Лабораторная установка (Инв.№ 410134000001548) 6 Лабораторная установка (Инв.№ 410134000001549) 7 Лабораторная установка (Инв.№ 410134000001550)
Учебный корпус № 24, аудитории 201, 214, 314	1 Тепловая завеса КЕН-37В (Инв.№ 210134000002255) 2 Теплообменник (Инв.№ 410134000001780) 3 Измеритель температуры ИТ-4503 (Инв.№ 410134000002535) 4 Котел Д-900-14 (Инв.№ 410134000001421) 5 Доска школьная (Инв.№ 210136000004869)
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, Читальные залы библиотеки	
Общежитие № 4,5,8,11. Комнаты для самоподготовки	

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Содержание изучаемого материала дисциплины и график их изучения приведены в рабочей учебной программе. Для успешного выполнения графика изучения студентам рекомендуется пользоваться учебниками и учебно-методическими пособиями из библиотечного фонда университета, а также методическими пособиями по выполнению лабораторных работ, хранящимися на кафедре.

Студентам необходимо:

✓ внимательно ознакомиться с содержанием тематического плана, вывешиваемого на кафедре, приводимом в нём списком рекомендуемой литературы, приобрести в библиотеке университета требующиеся учебники и учебные пособия;



- ✓ получить консультацию у преподавателей кафедры, ведущих дисциплину «Общая энергетика», по всем возникающим учебно-методическим вопросам;
- ✓ используя методические пособия, строго по темам дисциплины приступить к изучению рекомендуемой литературы;
- ✓ прорабатывать каждую тему сразу после её прочтения на лекции;
- ✓ контрольную работу выполнять после изложения соответствующих тем;
- ✓ перед выполнением лабораторных работ ознакомиться с методическими указаниями по их выполнению;
- ✓ для допуска к зачету с оценкой студенту необходимо выполнить и успешно сдать контрольную работу, отчеты по всем лабораторным работам, а также выполнить весь объем самостоятельной работы, защитить выполненные индивидуальные задачи, практические работы и пройти тестирование.
- ✓ при подготовке к зачету с оценкой руководствоваться вопросами, приведенными в разделе 6.1 данной рабочей программы.

В конспекте лекций следует избегать подробной записи. Конспект не должен превращаться в единственный источник информации, а должен подводить студента к самостоятельному обдумыванию материала, к работе с учебной книгой. Независимо от того, есть учебник или нет, лекции записывать необходимо.

Последующая работа над лекцией заключается в повторении ее содержания по конспекту (а еще лучше с привлечением дополнительных источников) вскоре после ее прослушивания, т.к. забывание материала, воспринятого любым способом, идет особенно интенсивно сразу же после восприятия.

Оформление лабораторных работ должно быть максимально приближено к уровню, на котором ведется экспериментальная научно-исследовательская работа в конкретной предметной области.

При подготовке к лабораторному занятию студент должен изучить рекомендованный к данной теме материал по учебнику и лабораторному практикуму, подготовить отчет, который должен содержать наименование работы, цель работы, схемы рассматриваемой установки с указанием контрольно-измерительных приборов, расчетных формул, таблицы для записи опытных данных. На лабораторных занятиях студент обязан обдуманно выполнять задания, анализировать полученные результаты.

Окончательно оформленные отчеты по лабораторным работам защищаются студентами в индивидуальном порядке в часы консультаций преподавателя в день выполнения лабораторной работы или ближайшее время.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему (раздел), предоставить преподавателю конспект пропущенной лекции и ответить в устной форме на вопросы, задаваемые преподавателем по теме лекции.

Пропущенные лабораторные работы должны быть выполнены, время выполнения назначается преподавателем. Перед отработкой лабораторной работы

студент самостоятельно изучает теоретический материал по теме работы, порядок ее проведения и методику обработки опытных данных. Данные полученные при выполнении пропущенной лабораторной работы заносит в заранее подготовленный отчет. После обработки опытных данных оформленный должным образом отчет о выполнении лабораторной работы предоставляется ведущему преподавателю для защиты. Пропущенные практические занятия должны быть выполнены самостоятельно.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

### **12.1. Методические рекомендации для чтения лекций**

Наилучшей формой организации обучения дисциплине «Общая энергетика» представляется такая, при которой все виды учебных занятий (лекция, лабораторные занятия, практические занятия, контрольная работа) образуют единый взаимосвязанный учебный процесс. Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий. Они должны дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, концентрировать внимание студентов на наиболее сложных и узловых вопросах.

Объем читаемых лекций определяется графиком изучения дисциплины. При условии своевременного закрепления лекционного материала на групповых занятиях и в процессе выполнения домашних заданий студенты являются на очередные лекции достаточно подготовленными для их прослушивания и усвоения. Во время лекций демонстрация слайдов или презентаций является предпочтительнее. Применение слайдов и презентаций требует тщательной работы, по методическому обеспечению таких занятий: отбор необходимых фрагментов фильмов и слайдов, подбор иллюстраций и чертежей, проверка качества их демонстрации, затрачиваемого времени и т.д. Планируемый к изложению в лекциях материал должен отражать только основное содержание изучаемого вопроса, сочетаясь с примерами и, при необходимости, иллюстрируясь техническими средствами обучения. При этом не следует, по возможности, включать в лекцию громоздкие выводы, пояснения и тому подобный материал, однако в таких случаях необходимо обязательно указывать разделы рекомендуемой литературы, где можно получить убедительные ответы на возникшие вопросы. Кроме этого, в лекции обращается внимание студентов на вопросы изучаемого материала, которые он должен изучить самостоятельно по указанной в методических указаниях по данной дисциплине литературе.

### **12.2. Методические указания для проведения лабораторных занятий**

Лабораторные занятия имеют целью обучить студентов методам экспериментальных исследований, привить навыки анализа и обработки полученных данных при работе с лабораторным оборудованием, вычислительной техники. На лабораторных занятиях закрепляется теоретический материал, полученный при изучении основных вопросов данной дисциплины.

В начале лабораторного занятия преподаватель должен определить его цель, указать взаимосвязь занятия с разделами основного содержания дисциплины, проверить готовность студентов для выполнения данной работы. При

подготовке к лабораторному занятию студент должен изучить рекомендованный к данной теме материал по учебнику и лабораторному практикуму, подготовить отчет, который должен содержать наименование работы, цель работы, схемы рассматриваемой электрической цепи с указанием контрольно-измерительных приборов, расчетных формул, таблицы для записи опытных данных.

При достаточной технической оснащенности учебной лаборатории кафедры студенты выполняют лабораторную работу, предварительно разбившись по «бригадам», включающим в себя по 4 – 5 студентов. Если же нет такой технической возможности, то лабораторная работа выполняется сразу всей подгруппой или  $\frac{1}{2}$  подгруппы. При этом преподаватель распределяет между студентами обязанности по выполнению лабораторной работы, стараясь задействовать в работе как можно больше студентов.

Перед проведением лабораторной работы преподаватель или ассистирующий ему инженер (лаборант) учебной лаборатории проводит инструктаж по технике безопасности.

Преподаватель обязан следить за ходом ее выполнения на каждом рабочем месте, за соблюдением правил техники безопасности, консультировать студентов по возникающим у них вопросам, помогать, в выполнении работы.

По окончании лабораторного занятия преподаватель должен познакомиться с результатами, полученными в ходе выполнения студентами работы.

Все лабораторные работы должны быть оформлены в отдельном «Журнале для лабораторных работ». Это может быть отдельная тетрадь, в которой студент на основе методических рекомендаций для проведения лабораторной работы, разработанных кафедрой, готовит свой персональный конспект, либо отдельный разработанный и изданный кафедрой макет конспекта лабораторной работы.

После снятия опытных данных студенты обрабатывают результаты эксперимента, строят графики (если они предусмотрены в работе), делают выводы по работе.

После выполнения лабораторной работы целесообразно проводить ее «защиту». Окончательно оформленные отчеты по лабораторным работам защищаются студентами в индивидуальном порядке в часы консультаций преподавателя. Это позволяет студентам еще раз повторить и осмыслить пройденный материал, а преподавателю оценить степень усвоения пройденного студентами материала.

### **12.3. Методические указания для проведения текущего тестирования**

Текущее тестирование целесообразно проводить 2 раза в течение семестра. Тестирование производится письменно на 7 и 15 неделях учебного семестра. Эта проверка должна быть достаточно глубокой с тем, чтобы одновременно служить подготовкой к предстоящему экзамену.

Должно быть разработано несколько вариантов тестовых заданий с тем, чтобы близко сидящие студенты имели разные варианты.

Неудовлетворительно написанные тестовые задания переписываются студентами повторно по другому варианту. Важным методическим требованием

при проведении тестирования является своевременное ознакомление студентов с допущенными в нем ошибками.

#### **12.4. Методические указания для проведения практических занятий**

Практические занятия проводятся с целью закрепления теоретического материала, изложенного на лекциях, а также для развития у студентов навыков практического решения единых учебно-инженерных задач.

Практические занятия рекомендуется делить на три части: вводную, основную и заключительную. Во вводной части преподаватель должен назвать тему занятия, определить ее цель и сформулировать вопросы, отражающие содержание занятия. Преподаватель должен указать взаимосвязь практического занятия с предыдущими занятиями по данной дисциплине, при необходимости пояснить инженерную направленность темы и ее связь с другими дисциплинами.

Основная часть практического занятия должна быть посвящена закреплению теоретических положений, изложенных в лекциях, путем решения практических задач. Преподаватель должен разобрать со студентами методику решения типовых примеров, указав при этом, какие материалы теоретического курса используются при этом. Часть времени преподаватель должен отвести для объяснения студентам содержания, этапов решения заданий при выполнении самостоятельной работы. В заключительной части практического занятия преподаватель должен сформулировать краткие выводы по содержанию вопросов, рассмотренных на занятии, обратив внимание студентов на тот объем материала, который рекомендуется для самостоятельного изучения. Подробно остановиться на литературе, рекомендованной для самостоятельной работы.

#### **Программу разработали:**

Осмонов О.М., д.т.н., профессор \_\_\_\_\_  
(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

### на рабочую программу дисциплины Б1.О.37 «Общая энергетика» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность «Электроснабжение» (квалификация выпускника – бакалавр)

Стушкиной Наталией Алексеевной, зав. кафедры Электроснабжение и электротехника имени академика И.А.Будзко ФГБОУ ВО г. Москвы «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Общая энергетика» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника», направленность «Электроснабжение» разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий (разработчик – Осмонов Орозмамат Мамасалиевич, д.т.н., профессор кафедры ТГ и ЭОП).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Общая энергетика» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе *актуальность* учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.О.

3. Представленные в Программе *цели* дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Общая энергетика» закреплены компетенции УК-1 (индикаторы достижения компетенции УК-1.2); ОПК-2 (индикаторы достижения компетенции ОПК-2.5); ОПК-3 (индикаторы достижения компетенции ОПК-3.5). Дисциплина «Общая энергетика» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. *Результаты обучения*, представленные в Программе в категориях *знать, уметь, владеть* соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Общая энергетика» составляет 3 зачётных единицы (108 часов).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Общая энергетика» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов

учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Общая энергетика» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (выполнение и защита лабораторных работ, опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления, участие в тестировании, выполнение контрольной работы, и аудиторных заданиях - работа с технической литературой), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1. 0 ФГОС ВО направления 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника, дополнительной литературой – 6 наименований, источников со ссылкой на электронные ресурсы 2, Интернет-ресурсы – 4 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Общая энергетика» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Общая энергетика».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Общая энергетика» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность «Электроснабжение» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Осмоновым О.М., д.т.н., профессором кафедры ТГ и ЭОП соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Стушкина Наталия Алексеевна, зав. кафедрой Электроснабжение и электротехника имени академика И.А.Будзко ФГБОУ ВО г. Москвы «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат технических наук \_\_\_\_\_

(подпись)

« 14 » \_\_\_\_\_ 2022 г.