



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:  
Декан факультета заочного образования  
О.А. Антимирова  
« 5 » \_\_\_\_\_ 2019 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.07 ОБЩАЯ ЭНЕРГЕТИКА**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника»  
Направленность: Электроснабжение

Курс: 3

Семестр: 6

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки: 2018

Регистрационный номер \_\_\_\_\_

Москва, 2019

Составители: Канатников Ю. А. \_\_\_\_\_

Осмонов О.М., д.т.н. \_\_\_\_\_ «20» 12 2018 г.

: Бабичева Е.Л. \_\_\_\_\_ «20» 12 2018 г.

Рецензент: Стушкина Н.А., к.т.н., доцент. \_\_\_\_\_ «20» 12 2018 г.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«21» 12 2018 г.

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

Программа обсуждена на заседании кафедры «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий»

Протокол № 4 от «24» 12 2018 г.

Заведующий кафедрой Н.Г. Кожевникова, к.т.н., доцент \_\_\_\_\_

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«24» 12 2018 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии

института механики и энергетики

имени В.П. Горячкина Парлюк Е. П., к.э.н., доцент \_\_\_\_\_

Протокол № 9 от «21» 01 2019 г.

Заведующий выпускающей кафедрой Электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко Н.А. Стушкина, к.т.н., доцент \_\_\_\_\_

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«17» 01 2019 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ \_\_\_\_\_ Л.Л. Иванова

Бумажный экземпляр РПД, копии электронных вариантов РПД и оценочных материалов дисциплины получены:

Методический отдел УМУ

«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

## Содержание

Аннотация .....	4
1. Цели освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в учебном процессе.....	5
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	5
4. Структура и содержание дисциплины .....	7
4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре.....	7
4.2 Содержание дисциплины .....	7
4.3 Лекции, лабораторные и практические занятия.....	10
4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины .....	13
5. Образовательные технологии .....	14
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины .....	14
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	14
6.1.1. Реферат .....	14
6.1.2. Выполнение и защита практических работ .....	15
6.1.3. Выполнение и защита лабораторных работ .....	16
6.1.4. Выполнение и защита индивидуальных задач .....	16
6.1.5. Перечень вопросов к экзамену по дисциплине .....	17
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	19
6.2.1 Критерии оценки выполнения и защиты практических работ .....	19
6.2.2. Критерии оценки выполнения и защиты лабораторных работ.....	19
6.2.3. Критерии оценки выполнения и защиты реферата.....	20
6.2.4. Критерии оценивания индивидуальных задач .....	21
6.2.5. Критерии оценивания промежуточного контроля (экзамен).....	21
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	22
7.1. Основная литература .....	22
7.2. Дополнительная литература .....	22
7.3. Нормативные правовые акты.....	22
7.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	22
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	22
9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....	23
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	23
11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины .....	24
12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине .....	25

## Аннотация

### рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.07 «Общая энергетика» для подготовки бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника», направленности «Электроснабжение»

**Цели освоения дисциплины:** является приобретение студентами умений и навыков решать инженерные задачи в области производства и преобразования электроэнергии на тепловых электрических станциях, АЭС, ГЭС, включая нетрадиционные источники энергии; способностей разрабатывать техническую и методическую документацию; определения мер по обеспечению безопасной и эффективной эксплуатации технологического оборудования тепловых электрических станциях с целью выполнения научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической, монтажно-наладочной и сервисно-эксплуатационной видов деятельности.

**Место дисциплины в учебном плане:**

Дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника», цикл Б1. В, дисциплина осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОК-7; ОПК-1; ПК-3

**Краткое содержание дисциплины:**

Энергоресурсы и их использование. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии. Основные положения технической термодинамики. Термодинамические процессы, используемые при производстве тепловой и электрической энергии. Основные термодинамические процессы и их исследование. Реальные газы, вода и водяной пар. Общие понятия.  $p, v$  – диаграмма водяного пара. Основные термодинамические параметры воды и водяного пара. Формулы определения параметров влажного пара.  $T, s$  и  $h, s$  – диаграммы водяного пара. Основы теории теплообмена. Теплопроводность. Теплопередача и основы расчета теплообменных аппаратов энергетических установок. Циклы основных тепловых электрических станций. Типы тепловых электростанций (ТЭС). Солнечные энергетические установки. Основное оборудование тепловых электрических станций. Энергетические паровые и водогрейные котлы, типы котлов. Паровые и газовые турбины: принцип действия и устройство турбин. Нагнетательные машины электростанций.

Системы теплоснабжения. Основное теплофикационное оборудование. Схемы теплоснабжения от водогрейной и паровой котельной. Основное оборудование паровых и водогрейных котельных, центральные тепловые пункты (ЦТП). Современные направления развития энергетики.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 108 часа/3 зач. ед.

**Промежуточный контроль:** экзамен

#### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является приобретение студентами умений и навыков решать инженерные задачи в области производства и преобразования

электроэнергии на тепловых электрических станциях, АЭС, ГЭС, включая нетрадиционные источники энергии; способностей разрабатывать техническую и методическую документацию; определения мер по обеспечению безопасной и эффективной эксплуатации технологического оборудования тепловых электрических станциях с целью выполнения научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической, монтажно-наладочной и сервисно-эксплуатационной видов деятельности.

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

Дисциплина «Общая энергетика» включена в перечень дисциплин вариативной части. Дисциплина «Общая энергетика» реализуется в соответствии требований ФГОС, 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 курс, 1, 2 и 3 семестры): основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры и аналитической геометрии, теории вероятности и теории математической статистики, статистических методов обработки экспериментальных данных.

Физика (1 и 2 курс, 2, 3 и 4 семестры): физические основы механики, молекулярная физика, электричество и магнетизм; оптика; атомная и ядерная физика.

Химия (1 курс, 2 семестр): химические реакции горения, состав топлив, газовые смеси, конструкционные материалы, полимеры, резины; процессы коррозии и методы борьбы с ними.

Электротехнические материалы (1 курс, 1 семестр): строение и свойства материалов; способы получения материалов и изделий из них; сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации изделий.

Информатика (1 курс, 1 семестр): основы и методы решения математических моделей, составление и применение электронных баз данных.

Начертательная геометрия и инженерная графика (1 и 2 курс, 1, 2 и 3 семестры): методы выполнения эскизов и технических чертежей технологических схем, деталей, сборочных единиц, общих видов, компоновок оборудования.

Дисциплина «Общая энергетика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Электроснабжение», «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**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ n/n	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1.	ОК-7	Владение культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения	Основные источники научно-технической информации по преобразованию электроэнергии на тепловых электрических станциях. Методические материалы для расчета схем ТЭС	Самостоятельно разбираться в методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи. Использовать программы расчетов характеристик водяного пара.	Методами сбора и обработки информации.
2.	ПК-3	Способностью участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам	Обладать глубокими и прочными знаниями в области проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам	Обладать глубокими и прочными умениями при проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам	Владеть глубокими и прочными навыками при освоении проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам
3	ОПК-1	Способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки	Научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований.	Проводить исследования рабочих и технологических процессов на тепловых электрических станциях	Методами обработки результатов экспериментальных исследований.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

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

Таблица 2

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

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	6 семестр
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>12,4</b>	<b>12,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>12,4</b>	<b>12,4</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	4	4
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	4	4
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	4	4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>95,6</b>	<b>95,6</b>
<i>реферат(подготовка)</i>	10	10
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям.)</i>	77	77
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	8,6	8,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Энергоресурсы и их использование. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии»	10,5	0,5				10
Раздел 2 «Основные положения технической термодинамики»	13,5	0,5	1	2		10
Раздел 3 «Основы теории теплообмена»	11	0,5	0,5			10
Раздел 4 «Циклы основных тепловых электрических станций»	11	0,5	0,5			10
Раздел 5 «Гидроэлектростанции. Ветровая и солнечная энергетика»	13	0,5	0,5	2		10
Раздел 6 «Основное оборудование тепловых электрических станций»	13	0,5	0,5			12
Раздел 7 «Нагнетательные машины электростанций»	13	0,5	0,5			12
Раздел 8 «Системы теплоснабжения. Основное теплофикационное оборудование»	14	0,5	0,5			13

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Подготовка к экзамену (контроль)	8,6					8,6
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4				0,4	
<b>Всего за семестр</b>	<b>108</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0,4</b>	<b>95,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0,4</b>	<b>95,6</b>

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

Тема 1. Энергоресурсы и их использование.

Общие сведения. Энергоресурсы мира и России. Топливоэнергетический комплекс (ТЭК); энергетическая политика России в новых экономических условиях. Основные направления рационального энерго- и теплоиспользования.

Тема 1. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии

Органическое топливо: состав и характеристики. Неорганические топлива. Ядерное топливо. Возобновляемые источники энергии: тепло недр Земли и таяние вод. Морей, солнечная энергия, энергия движения воздуха, гидроэнергетические ресурсы.

Раздел 2 Основные положения технической термодинамики

Тема 1 Техническая термодинамика: основные понятия термодинамики; Параметры состояния рабочего тела. Уравнение Клапейрона. Теплоемкость.

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

Тема 2 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 3 Реальные газы. Водяной пар. Реальные газы, вода и водяной пар. Общие понятия.  $p$ ,  $v$  – диаграмма водяного пара. Основные термодинамические параметры воды и водяного пара. Удельная теплота парообразования. Формулы определения параметров влажного пара.  $T$ ,  $s$  и  $h$ ,  $s$  – диаграммы водяного пара.

Раздел 3 Основы теории теплообмена

Тема 1. Основы теории теплообмена. Теплопроводность.

Предмет и задачи теории теплообмена. Значение теплообмена в промышленных процессах. Основные понятия и определения. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение. Сложный теплообмен.

Тема 2 Теплопередача и основы расчета теплообменных аппаратов энергетических установок.

Теплопередача. Уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи.



Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки. Критический диаметр теплоизоляции цилиндрической стенки. Тепловая изоляция. Выбор материала тепловой изоляции. Основные виды теплообменных аппаратов и методы их расчета.

Раздел 4 Циклы основных тепловых электрических станций.

Тема 1. Циклы основных тепловых электрических станций. Типы тепловых электростанций (ТЭС). Простейшие принципиальные тепловые схемы электростанции. 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 электростанции (ТЭС). Условия применимости схем раздельного и комбинированного энергоснабжения. 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. Преимущества атомных электрических станций (АЭС) по сравнению с тепловыми электростанциями. 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. Внешние тепловые потребители; расчет тепловых нагрузок и графики этих нагрузок; схемы присоединения тепловых потребителей к тепловой сети; регулирование теплоснабжения.

Охрана окружающей среды от воздействия тепловых электростанций

Раздел 5. Гидроэлектростанции. Ветровая и солнечная энергетика.

Тема 1. Классификация гидравлических турбин для гидроэлектростанции (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 2. Солнечные энергетические установки: системы солнечного теплоснабжения. Солнечные электростанции с центральным приемником.

Ветроэнергетика: принципы преобразования ветровой энергии; принципиальные конструкции ветровых турбин: основные узлы ветроэнергетических установок.

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

Раздел 6 Основное оборудование тепловых электрических станций.

Энергетические паровые и водогрейные котлы, типы котлов; принципиальные схемы котлов и их основные характеристики; тепловой баланс и КПД котла; компоновка и конструкции котлов; водоподготовка и водный режим котлов. Паровые и газовые турбины: принцип действия и устройство турбин; преобразование энергии в ступени турбины; потери и КПД турбинной ступени; многоступенчатые турбины. Теплоснабжение: системы теплоснабжения; выбор основного оборудования котельных.

## Раздел 7 Нагнетательные машины электростанций.

Вспомогательное оборудование тепловых электростанций: 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 8 Системы теплоснабжения. Основное теплофикационное оборудование.

Тема 1 Источники тепловой энергии для систем теплоснабжения, топлива, топливные ресурсы: состав и основные характеристики твердого топлива; условное топливо; приведенные характеристики; классификация топлив; нетрадиционные источники тепловой энергии; вторичные тепловые энергоисточники. Классификация систем теплоснабжения. Системы источников теплоты, энергетическая эффективность теплофикации. Районные и промышленные отопительные котельные.

Тема 2 Схемы теплоснабжения от водогрейной и паровой котельной. Основное оборудование паровых и водогрейных котельных, центральные тепловые пункты (ЦТП). Современные направления развития энергетики.

### 4.3 Лекции, лабораторные и практические занятия

Таблица 4

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

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций, лабораторных и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Раздел 1 Энергоресурсы и их использование. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии		ОК-7; ОПК-1; ПК-3		<b>0,5</b>
	Тема 1 Энергоресурсы и их использование. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии	Лекция № 1 Энергоресурсы и их использование. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии	ОК-7; ОПК-1; ПК-3		0,5
2.	Раздел 2 Основные положения технической термодинамики		ОК-7; ОПК-1; ПК-3		<b>4,5</b>
	Тема 2. Основные понятия и определения. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики.	Лекция № 2 Основные понятия и определения. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Уравнение состояния идеального газа. Первый закон термодинамики.	ОК-7; ОПК-1; ПК-3		0,5
		Лабораторная работа № 1 Определение теплоемкости воздуха при постоянном давлении.	ОК-7; ОПК-1; ПК-3	защита лабораторных работ	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций, лабораторных и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Практическое занятие № 1 Уравнение состояния идеального газа. Первый закон термодинамики.		защита практической работы, решение и защита задач.	2
3.	Раздел 3. Основы теории теплообмена		ОК-7; ОПК-1; ПК-3		<b>1,5</b>
	Тема 3. Основы положения теплообмена. Теплопроводность	Лекция № 3 Основы положения теплообмена. Теплопроводность. Основные положения теории подобия и ее применение для описания теплоотдачи. Теплообмен излучением. Теплопередача	ОК-7; ОПК-1; ПК-3		0,5
		Практическое занятие №2. Теплопроводность цилиндра.	ОК-7; ОПК-1; ПК-3	защита практической работы, решение и защита задач.	1
4.	Раздел 4. Циклы основных тепловых электрических станций		ОК-7; ОПК-1; ПК-3		<b>1,5</b>
	Тема 4. Цикл Ренкина для ТЭС.	Лекция № 4 Цикл Ренкина для ТЭС. Циклы газотурбинных, парогазотурбинных установок.	ОК-7; ОПК-1; ПК-3		0,5
		Практическое занятие № 3 Расчет цикла Ренкина.	ОК-7; ОПК-1; ПК-3	защита практической работы, решение и защита задач.	1
5	Раздел 5. Гидроэлектростанции. Ветровая и солнечная энергетика		ОК-7; ОПК-1; ПК-3		<b>3,5</b>
	Тема 5. Гидроэлектростанции. Ветровая и солнечная энергетика	Лекция № 5 Состав и компоновка основных сооружений ГЭС. Гидроэнергетика малых гидроэлектростанций. Солнечные энергетические установки: системы солнечного теплоснабжения. Ветроэнергетика.	ОК-7; ОПК-1; ПК-3		0,5
		Лабораторная работа № 2 Расчет солнечной энергетической установки.	ОК-7; ОПК-1; ПК-3	защита лабораторной работы	2
		Практическое занятие №4. Расчет цикла газотурбинных, парогазотурбинных установок.	ОК-7; ОПК-1; ПК-3	защита практической работы, решение и защита задач.	1

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций, лабораторных и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
6	Раздел 6. Основное оборудование тепловых электрических станций		ОК-7; ОПК-1; ПК-3		1,5
	Тема 6 Энергетические паровые и водогрейные котлы	Лекция № 6 Типы котлов; принципиальные схемы котлов и их основные характеристики; тепловой баланс и КПД котла; компоновка и конструкции котлов; водоподготовка.	ОК-7; ОПК-1; ПК-3		0,5
		Практическое занятие № 5 Тепловой баланс котельной установки. Тепловой расчет котла.	ОК-7; ОПК-1; ПК-3	защита практической работы, решение и защита задач.	1
7.	Раздел 7. Нагнетательные машины электростанций		ОК-7; ОПК-1; ПК-3		1,5
	Тема 7 Выбор основного и вспомогательного оборудования ТЭС.	Лекция № 7 Назначение, принцип работы, схемы включения и конструкции теплообменных аппаратов, Назначение, принцип работы, схемы включения и конструкции деаэраторов, охладителей пара и дренажа, испарителей и паропреобразователей	ОК-7; ОПК-1; ПК-3		0,5
		Практическое занятие № 6. Схемы включения теплообменных аппаратов.	ОК-7; ОПК-1; ПК-3	защита практической работы, решение и защита задач.	1
8.	Раздел 8 Системы теплоснабжения. Основное теплофикационное оборудование		ОК-7; ОПК-1; ПК-3		1,5
	Тема 8 Источники тепловой энергии для систем теплоснабжения	Лекция № 8 Источники тепловой энергии для систем теплоснабжения Районные и промышленные отопительные котельные	ОК-7; ОПК-1; ПК-3		0,5
		Практическое занятие № 7 Определение расходов теплоносителя в тепловых сетях. Гидравлический расчет тепловых сетей.	ОК-7; ОПК-1; ПК-3	защита практической работы, решение и защита задач.	1

#### 4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

##### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1 Энергоресурсы и их использование. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии		
1.	Тема 1 Энергоресурсы и их использование. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии	Основы энерготехнологии и вторичные энергетические ресурсы. Возобновляемые и Невозобновляемые источники энергии (ОК-7; ПК-3)
Раздел 2 Основные положения технической термодинамики		
2.	Тема 2. Основные понятия и определения. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики.	Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах. Параметры рабочего тела. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. (ОК-7; ОПК-1; ПК-3)
Раздел 3 Основы теории теплообмена		
3.	Тема 3. Основы положения теплообмена. Теплопроводность	Основные понятия и определения теории теплообмена. Конвективный теплообмен. Основы расчета теплообменных аппаратов. Теплопроводность. Теплопередача. (ОК-7; ОПК-1; ПК-3)
Раздел 4 «Циклы основных тепловых электрических станций»		
4.	Тема 4. Цикл Ренкина для ТЭС.	Тепловые электрические станции: принципиальные тепловые схемы. (ОК-7; ОПК-1; ПК-3)
Раздел 5 «Гидроэлектростанции. Ветровая и солнечная энергетика»		
5.	Тема 5. Гидроэлектростанции.	Основное энергетическое (технологическое) оборудование ГЭС. Оценка потенциала солнечной энергии. Типы солнечных коллекторов, принципы их действия и методы расчетов. Характеристики ветра, запасы энергии ветра и возможности ее использования. Ветровой кадастр России. Классификация ветроустановок. (ОК-7; ОПК-1; ПК-3)
Раздел 6 «Основное оборудование тепловых электрических станций»		
6.	Тема 6 Энергетические паровые и водогрейные котлы	Коэффициент полезного действия (КПД) энергоустановки. (ОК-7; ОПК-1; ПК-3)
Раздел 7 «Нагнетательные машины электростанций»		
7.	Тема 7 Вспомогательное оборудование тепловых электростанций	Расчетное определение потерь теплоты котла. Расчет температуры на входе из топки. (ОК-7; ОПК-1; ПК-3)
Раздел 8 «Системы теплоснабжения. Основное теплофикационное оборудование»		
	Тема 8 Схемы теплоснабжения от водогрейной и паровой котельной.	Системы источников теплоты, энергетическая эффективность теплофикации. Расчет тепловых потерь трубопроводов тепловых сетей. (ОК-7; ОПК-1; ПК-3)

## 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. Не-возобновляемые и возобновляемые источники энергии	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций.
2.	Тема 2. Основные понятия и определения. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики.	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций.
		ЛР	Работа в команде при выполнении лабораторных работ.
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания
3.	Тема 3. Основы положения теплообмена. Теплопроводность	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций.
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания
4.	Тема 4. Цикл Ренкина для ТЭС.	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций.
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания
5.	Тема 5. Гидроэлектростанции. Солнечные энергетические установки. Ветроэнергетика.	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций.
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания
		ЛР	Работа в команде при выполнении лабораторных работ.
6.	Тема 6 Энергетические паровые и водогрейные котлы	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций.
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания
7.	Тема 7. Выбор основного и вспомогательного оборудования ТЭС.	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания
8.	Тема 8 Источники тепловой энергии для систем теплоснабжения	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания

## 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

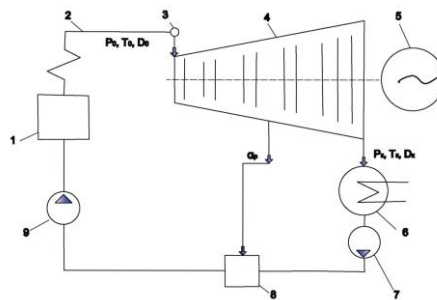
#### 6.1.1. Реферат

Темы реферата:

1. Паросиловые установки.
2. Паротурбинные установки.

*Пример условия одной из типовых заданий реферата.*

Задание. Определить расход пара и термический КПД паротурбинной электростанции мощностью  $N = 12$  МВт с начальными параметрами пара  $p = 3,5$  МПа;  $t_0 = 435$  °С; давление в конденсаторе  $p_k = 5$  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

### 6.1.2. 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; устройство и принцип действия теплогенерирующего и теплоиспользующего оборудования; уметь применять средства измерения основных теплофизических параметров; использовать нормативные и справочные документы. Формируемые компетенции: ОК-7; ОПК-1; ПК-3.

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 № 5

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?

### 6.1.3. 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 2 лабораторных работ. Формируемые компетенции: ОК-7; ОПК-1; ПК-3.

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 № 5 «Изучение устройства и работы солнечной батареи»**

1. Какой физический эффект используется для работы полупроводникового солнечного элемента?
2. Как устроен полупроводниковый солнечный элемент.
3. Какие токи протекают через освещенный *p-n* переход.
4. Назовите основные характеристики солнечного элемента.
5. Методика определения параметров эквивалентной схемы.

### 6.1.4. 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: ОК-7; ОПК-1; ПК-3.

Пример условия одной из типовых задач приведен ниже.

Задача

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

Вопросы:

1. 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?

### 6.1.5. Перечень вопросов к экзамену по дисциплине

1. Что такое термодинамическая система? Рабочее тело?
2. Перечислите основные параметры рабочего тела.
3. Термодинамические диаграммы и изображение термодинамических процессов в них.
4. Приведите и поясните расчетные аналитическую форму записи первого закона термодинамики.
5. Приведите частные формулировки второго закона термодинамики.
6. Назовите основные термодинамические процессы и изобразите их в термодинамических диаграммах.
7. Поясните различие между соплом (конфузором) и диффузором. Приведите примеры их применения в технике.
8. Назовите циклы, которые осуществляются в поршневых двигателях внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установках (ГТУ).
9. Что такое термический КПД цикла теплового двигателя? От чего зависит термический КПД теплового двигателя?
10. Изобразите цикл Ренкина паротурбинной установки в  $T_s$  – диаграмме, покажите пути повышения его термического КПД?
11. Назовите виды теплообмена. Приведите примеры из техники, где имеют место эти виды теплообмена.
12. Запишите основные уравнения, по которым производится расчет видов теплообмена.
13. Назовите несколько способов интенсификации теплопередачи.
14. Теплообменные аппараты. Напишите уравнения, используемые для расчета этих аппаратов.
15. Виды расчета теплообменных аппаратов, приведите примеры их использования в энергетике.
16. Классификация тепловых электрических станций.
17. Назовите условия, которые являются основополагающими при выборе типа электростанции.
18. Приведите простейшие (принципиальные) схемы КЭС и ТЭЦ.
19. Тепловые потери и электрический КПД тепловых электростанций.
20. Назовите показатели тепловой экономичности ТЭЦ.
21. Покажите на примере влияния начальных и конечных параметров пара на экономичность тепловых электростанций.
22. Приведите простейшую схему теплофикационной установки.
23. Назовите основное энергетическое оборудование ТЭС. Что является критерием правильности выбора состава, типа и мощности этого оборудования.
24. Назовите типы насосов, применяемых на ТЭС.
25. Назначение, принципы работы теплообменных аппаратов, деаэраторов и охладителей пара на ТЭС.
26. Назовите типы систем теплоснабжения. Покажите преимущества и недостатки каждого типа.

27. Покажите на примере влияние выбросов тепловых электростанций на экологию.
28. Покажите преимущества атомных электростанции перед тепловыми.
29. Приведите принципиальные тепловые схемы АЭС.
30. Назовите типы реакторов для АЭС, а также основные отличия и особенности этих типов.
31. В чем преимущества реакторов на быстрых нейтронах перед реакторами на тепловых нейтронах?
32. Что такое «тепловая мощность» АЭС?
33. Покажите перспективы использования водных ресурсов для строительства малых ГЭС, приливных электростанции (ПЭС) и волновых энергоустановок.
34. Как решаются экологические проблемы при комплексном использовании водных ресурсов?
35. Приведите примеры использования солнечных энергетических установок для систем теплоснабжения.
36. Геотермальная энергия. Приведите принципиальные схемы ГеоТЭС.
37. Приведите примеры использования солнечных энергетических установок для систем энергоснабжения.
38. Энергия ветра. Основные узлы ветроэнергетических установок.
39. Покажите принципиальную тепловую схему электростанции на биомассе.
40. Какие безразмерные параметры принято применять для характеристики циклов поршневых ДВС? Что такое степень сжатия?
41. Проведите классификацию паровых турбин по: назначению, конструктивному выполнению, принципу действия, давлению.
42. Что называют располагаемым теплоперепадом паротурбиной установки?
43. Изобразите и объясните цикл Ренкина на перегретом паре.
44. Для чего служит деаэрактор в паровой теплосиловой установке?
45. Что такое теплофикация? Что дает теплофикационный цикл работы электростанций по сравнению с конденсационным циклом?
46. Как удаляется растворённый в питательной воде воздух? Почему это необходимо?
47. Перечислите направления использования ГТУ.
48. Изобразите и прокомментируйте цикл простейшей ГТУ на  $T-s$  диаграмме.
49. Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Основные понятия и определения.
50. Запасы и ресурсы источников энергии. Структура мирового энергопотребления.
51. Динамика роста потребления энергоресурсов и развития энергетического хозяйства, экологические проблемы энергетики.
52. Что такое аккумулятор тепловой энергии, как он устроен?
53. Солнечные системы для получения электроэнергии. Концентраторы солнечной энергии.
54. Приведите схему фотоэлектрического преобразователя солнечной энергии и объясните принцип ее действия.
55. Чем обусловлен интерес к водородной энергетике? Какие существуют методы получения водорода из воды?

56. Изобразите принципиальное устройство топливного элемента, работающего на водороде, и поясните принцип его действия.
57. Основные принципы использования энергии воды. Мощность водяного потока.
58. Что называется малой гидроэнергетикой, какие присущи ей специфические особенности?
59. Назовите отличительный признак МГЭС от традиционных ГЭС.
60. Дайте классификацию вторичных энергоресурсов (ВЭР). Приведите примеры использования ВЭР в утилизационных энергетических установках.

## **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 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 системы. 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.

### **6.2.2. 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.

Таблица 8

### Критерии оценивания защиты лабораторных работ

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	«отлично» – студент излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; правильно формулирует основные законы гидравлики; 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 опуски, 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.

### 6.2.3. Критерии оценки выполнения и защиты реферата

Студенты самостоятельно выполняют реферат и представляют его в печатном виде на листах формата А4. Реферата 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 реферата является обязательным элементом, влияющим на допуск, к сдаче экзамена по дисциплине. При получении неудовлетворительной оценки по реферату он подлежит исправлению и повторной сдаче.

Таблица 9

### Критерии оценивания реферата

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

#### 6.2.4. Критерии оценивания индивидуальных задач

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

Таблица 10

##### Критерии оценивания индивидуальных задач

Оценка	Критерии оценивания
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 оценивания промежуточного контроля (экзамен)

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

Экзамен 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 общекультурных и профессиональных компетенций, знания и умения студента оцениваются в соответствии с традиционной технологией.

Таблица 11

##### Критерии оценивания результатов промежуточного контроля

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.
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 дисциплины.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	«удовлетворительно» – 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.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	«неудовлетворительно» – студент не освоил значительную часть содержания дисциплины; допускает существенные ошибки в изложении материала; практические навыки не сформированы; не умеет выделить главное и сделать выводы.

## **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. М.: Издательство Перо 2015 г. – 665 с.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Александров, А. А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок. [текст] 2-е изд., стер. М.: Изд-во МЭИ. 2006.- 158 с.
2. Амерханов, Р.А., Бессараб, А.С., Драганов, Б.Х., Рудобашта, С.П., Шишко, Г.Г. Теплоэнергетические установки и системы сельского хозяйства. Под ред. д-ра техн. наук Б.Х. Драганова. [текст] М.: Колос Пресс. 2002. – 424 с.
3. Быстрицкий, Г.Ф., Гасангаджиев Г.Г., Кожиченков В.С.. Общая энергетика (Производство тепловой и электрической энергии): учебник /— М.: КНОРУС, 2013. — 408 с. — (Бакалавриат).
4. Данилов, О.Л., Горяев, А.Б., Яковлев И.В. и др. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. Под ред. А.В. Клименко. [текст] М.: Изд. дом МЭИ. 2010. – 424 с.
5. Ляшков В.М. Тепловые двигатели и нагнетатели: учебное пособие. [текст] – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 124 с.
6. Нащокин, В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. Учебник. [текст] М.: Книга по требованию. 2013. – 496 с.

### **7.3 Нормативные правовые акты**

1. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
2. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Дата актуализации: 16.01.2015.

### **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 «Расчет солнечной энергетической установки» (Осмонов О. М.).

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

1. <https://www.viessmann.ru/ru/kontakty-viessmann.html>-Завод Viessmann в РФ. Энергетическое оборудование (открытый доступ).
2. <http://nzeo.ru/shop/kotly-vodogreynye?> "Новоалтайский завод энергетического оборудования" (открытый доступ).
3. <http://rucont.ru> Электронно-библиотечная система (открытый доступ).

4. <http://www.electrolhbrary.hnfo> Электронная электротехническая библиотека (открытый доступ).
5. <http://library.timacad.ru/node> Электронно-библиотечная система (открытый доступ).
6. <http://elib.timacad.ru/> Электронно- библиотечная система (открытый доступ).

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 11

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Разделы 1-8	V-TEST	контролирующая	ФГБОУ ВПО МГАУ	2004
2	Разделы 1-8	Microsoft Office Word	оформительская	Microsoft	2013

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

Таблица 12

### 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
Корпус кафедры ТГ и ЭОП, 16 аудитория ( ул. Тимирязевская, д. 51)	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)
Корпус кафедры ТГ и ЭОП, 6 аудитория ( ул. Тимирязевская, д. 51)	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)
Корпус кафедры ТГ и ЭОП, 2 аудитория ( ул. Тимирязевская, д. 51)	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) 6
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, Читальные залы библиотеки	
Общежитие № 4,5,8,11. Комнаты для само-подготовки	

## 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 списке 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;
- ✓ реферат выполнять после изложения соответствующих тем;
- ✓ перед выполнением лабораторных работ ознакомиться с методическими указаниями по их выполнению;
- ✓ для допуска к экзамену студенту необходимо выполнить и успешно сдать реферат, отчеты по всем лабораторным работам, а также выполнить весь объем самостоятельной работы, практические работы.
- ✓ при подготовке к экзамену 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, реферат) 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, иллюстрируется 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 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:**

Канатников Ю.А. \_\_\_\_\_  
(подпись)

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

Бабичева Е.Л. \_\_\_\_\_  
(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины ЭБ1.В.07 «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» (академический бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий (разработчики – Канатников Юрий Алексеевич, ст. преподавателем кафедры ТГ и ЭОП, Осмонов Орозмамат Мамасалиевич, д.т.н., профессор кафедры ТГ и ЭОП и Бабичева Елена Леонидовна, ст. преподаватель 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 вариативной части учебного цикла – Б1.
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» закреплено 3 компетенции. Дисциплина «Общая энергетика» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.
5. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.
6. Общая трудоёмкость дисциплины «Общая энергетика» составляет 3 зачётных единицы (108 часов).
7. 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.
8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.
9. Программа дисциплины «Общая энергетика» предполагает занятия в интерактивной форме.
10. 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».
11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (выполнение и защита лабораторных работ, опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления, выполнение реферата 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 вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника».
12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.
13. 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».
14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Общая энергетика» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.
15. 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 Канатниковым Ю. А., ст. преподавателем кафедры ТГ и ЭОП, Осмоновым О.М., д.т.н., профессором кафедры ТГ и ЭОП и Бабичевой Е.Л., ст. преподавателем 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. кафедры Электроснабжение и электротехника имени академика И.А. Будзко ФГБОУ ВО г. Москвы «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат технических наук \_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.  
(подпись)