



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе дисциплины)  
**« ТЕПЛОВЫЕ И АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ »**

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
**13.03.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Профиль программы  
**«ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ»**

ИНСТИТУТ  
РАЗРАБОТЧИК

морских технологий, энергетики и строительства  
кафедра энергетики

# 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

## 1.1 Результаты освоения дисциплины

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными компетенциями

Код и наименование компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями
<p>ПК-1: Способен проектировать элементы, тепловые схемы и компоновочные решения основного и вспомогательного оборудования котельных, центральных тепловых пунктов и теплоэлектроцентралей</p> <p>ПК-2: Способен технически обеспечивать эксплуатацию основного и вспомогательного тепломеханического оборудования ТЭС</p>	<p>Тепловые и атомные электростанции</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- о современных методах проектирования и эксплуатации теплоэнергетического оборудования, позволяющих реализовывать эффективные и экономичные технологии, обеспечивающие высокие показатели надежности и безопасности ТЭС и АЭС;</li> <li>- требования к установкам, производящим тепло и электроэнергию;</li> <li>- показатели тепловой и общей экономичности ТЭС и АЭС;</li> <li>- технологические схемы производства электрической и тепловой энергии;</li> <li>- основные конструктивные характеристики тепломеханического и вспомогательного оборудования и систем ТЭС и АЭС;</li> <li>- методы расчета тепловых схем ТЭС и АЭС;</li> <li>- основные источники научно-технической информации по оборудованию, системам и технологическим решениям тепловых и атомных электростанций;</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать тепломеханическое и вспомогательное оборудование, системы и технологические решения ТЭС и АЭС;</li> <li>- определять показатели тепловой и общей экономичности ТЭС и АЭС;</li> <li>- использовать программы расчетов характеристик оборудования;</li> <li>- анализировать информацию о новых разработках оборудова-</li> </ul>

		<p>ния и систем ТЭС и АЭС и методах расчета;  <i>Владеть:</i>                  - методами надежной и экономической эксплуатации оборудования и систем ТЭС и АЭС.                  - методами оценки основных технико-экономических показателей теплоэнергетических установок ТЭС и АЭС;                  - методами расчета тепловых схем ТЭС и АЭС</p>
--	--	---

1.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типов;
- контрольная работа (для заочной формы обучения).

К оценочным средствам для промежуточной аттестации относятся:

- типовые задания по курсовому проекту;
- экзаменационные задания по дисциплине, представленные в виде тестовых заданий

закрытого и открытого типов.

1.3 Критерии оценки результатов освоения дисциплины

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 – балльную/процентную систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (табл. 2).

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно- корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной знаний и системным взглядом на изучаемый объект
<b>2 Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию	Может найти необходимую информацию в рам-	Может найти, интерпретировать и система-	Может найти, систематизировать необходимую ин-

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	цию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	как поставленной задачи	тизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	формацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
<b>4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

1.4 Оценивание тестовых заданий закрытого типа осуществляется по системе зачтено/ не зачтено («зачтено» – 41-100% правильных ответов; «не зачтено» – 0-40 % правильных ответов) или пятибалльной системе (оценка «неудовлетворительно» – 0-40 % правильных ответов; оценка «удовлетворительно» – 41-60 % правильных ответов; оценка «хорошо» – 61-80% правильных ответов; оценка «отлично» – 81-100 % правильных ответов).

Тестовые задания открытого типа оцениваются по системе «зачтено/ не зачтено». Оценивается верность ответа по существу вопроса, при этом не учитывается порядок слов в словосочетании, верность окончаний, падежи.

## 2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Компетенция ПК-1: Способен проектировать элементы, тепловые схемы и компоновочные решения основного и вспомогательного оборудования котельных, центральных тепловых пунктов и теплоэлектроцентралей.

### Тестовые задания открытого типа:

1. Наибольший КПД по выработке электрической энергии имеют \_\_\_\_\_

**Ответ: ТЭС с ПГУ**

2. Температура наружного воздуха, при которой отключают отопительную тепловую нагрузку ТЭЦ составляет примерно: \_\_\_\_\_ °С

**Ответ: (8 – 10)**

3. Турбины с производственным и теплофикационными отборами пара обычно устанавливают на: \_\_\_\_\_

**Ответ: ТЭЦ**

4. Применение паропреобразователей на ТЭС позволяет: \_\_\_\_\_

**Ответ: Улучшить водно-химический режим ТЭС**

5. Применение регенеративного подогрева питательной воды на паротурбинной ТЭС увеличивает термический КПД цикла паротурбинной ТЭС на \_\_\_\_\_ % по сравнению со схемой ТЭС без регенерации

**Ответ: 7-12**

6. Зимний суточный график электрических нагрузок ТЭС имеет: \_\_\_\_\_ максимума электрической нагрузки

**Ответ: Два (2)**

7. КПД нетто ТЭС по выработке электрической энергии \_\_\_\_\_, чем КПД брутто ТЭС по выработке электрической энергии

**Ответ: Меньше**

8. Процесс перехода вещества из парообразного состояния в жидкое называется: \_\_\_\_\_

**Ответ: конденсация**

9. Конденсационные турбоустановки обычно устанавливают на: \_\_\_\_\_

**Ответ: КЭС**

10. С увеличением количества ступеней испарительной установки ТЭС её тепловая экономичность: \_\_\_\_\_

**Ответ: Увеличивается**

11. Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии на ТЭС позволяет увеличить: \_\_\_\_\_

**Ответ: Коэффициент использования теплоты топлива сжигаемого на ТЭС**

12. КПД нетто ТЭС по выработке электрической энергии учитывает: \_\_\_\_\_

**Ответ: Удельный расход электрической энергии на собственные нужды ТЭС**

**Тестовые задания закрытого типа:**

1. Мощность электропривода питательного насоса парового котла определяется по формуле

$$1. N_{\text{э}} = \frac{\eta_{\text{нас}} \cdot Q}{H} \cdot k_q \cdot k_h \cdot k_{\text{э}}$$

$$3. N_{\text{э}} = \frac{Q \cdot H}{\eta_{\text{нас}}} \cdot k_q \cdot k_h \cdot k_{\text{э}}$$

$$2. N_{\text{э}} = \frac{n \cdot H}{\eta_{\text{нас}}} \cdot k_q \cdot k_h \cdot k_{\text{э}}$$

2. Тепловая экономичность котла-утилизатора на ТЭС с ПГУ в первом приближении при его выборе оценивается:

**1. Степенью использования теплоты уходящих газов**

3. Площадь поверхности теплообмена котла-утилизатора и его аэродинамическим сопротивлением

2. Стоимостью, габаритами и массой, котла-утилизатора

3. Исходно-нормативный удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии  $b_{ин}^{\text{э}}$  это:

**1. Удельный расход условного топлива на выработку 1 кВт·часа определяемый по нормативным характеристикам энергетического оборудования ТЭС для данного режима работы оборудования при постоянных внешних факторах.**

3. Удельный расход условного топлива на выработку 1 кВт·часа определяемый по нормативным характеристикам энергетического оборудования ТЭС с учетом отклонения внешних факторов.

2. Фактический удельный расход условного топлива на выработку 1 кВт·часа определяемый по результатам тепловых испытаний

4. Установленная электрическая мощность проектируемой ТЭС определяется:

**1. Вечерним пиком зимнего суточного графика электрической нагрузки**

3. Утренним пиком зимнего суточного графика электрической нагрузки

2. Вечерним пиком летнего суточного графика электрической нагрузки

Компетенция ПК-2: Способен технически обеспечивать эксплуатацию основного и вспомогательного тепломеханического оборудования ТЭС

**Тестовые задания открытого типа:**

1. Зимний суточный график электрических нагрузок ТЭС имеет: \_\_\_\_\_  
максимума электрической нагрузки

**Ответ: два (2)**

2. Турбины с противодавлением обычно устанавливают на: \_\_\_\_\_

**Ответ: ТЭЦ**

3. На атомных электростанциях с реактором типа ВВЭР перегрев пара происходит в \_\_\_\_\_

**Ответ: выносном сепараторе-пароперегревателе**

4. В качестве паропреобразователей на ТЭЦ обычно применяют \_\_\_\_\_

**Ответ: Испарители кипящего типа «И»**

5. В открытой системе горячего водоснабжения разбор горячей воды абонентами осуществляется: \_\_\_\_\_

**Ответ: Непосредственно из тепловой сети**

6. Умягчение воды для подпитки тепловой сети производится: \_\_\_\_\_

**Ответ: Натрий-катионированием**

7. На ТЭЦ и РТС регулирование отпуска тепла осуществляется: \_\_\_\_\_

**Ответ: Путём количественного и качественного регулирования**

8. Наименьшую температуру циркуляционной воды на входе в конденсаторы ТЭС с ПТУ обеспечивает: \_\_\_\_\_ система охлаждения конденсаторов ПТУ

**Ответ: Проточная**

9. КПД брутто ТЭЦ по выработке тепловой энергии \_\_\_\_\_, чем КПД нетто ТЭЦ по отпуску тепловой энергии

**Ответ: Больше**

10. Турбины работающие на ухудшенном вакууме в конденсаторе обычно устанавливают на: \_\_\_\_\_

**Ответ: ТЭЦ**

11. Для питания многоступенчатой испарительной установки кипящего типа наиболее энергоэкономичной является: \_\_\_\_\_ схема питания

**Ответ: Последовательная**

12. Наибольшей эффективностью обладает \_\_\_\_\_ система охлаждения конденсаторов ТЭС

**Ответ: Проточная**

### **Тестовые задания закрытого типа:**

1. . В башенной охладительной градирне отвод тепла от циркуляционной воды происходит

**1. За счет испарения циркуляционной воды и теплообмена между наружным воздухом и циркуляционной водой**

2. Только за счет теплообмена между наружным воздухом и циркуляционной водой

3. Только за счет испарения

## циркуляционной воды

2. Наименьший КПД по выработке электрической энергии имеют:

1. АЭС
2. ТЭС с паротурбинными установками
3. ТЭС с ПГУ

3 Введение промежуточного перегрева пара на паротурбинных ТЭС позволяет :

1. **Повысить степень сухости пара в конце расширения в ЦНД до 0,86-0,88**
2. Снизить удельный расход тепла на выработку 1 кВт·часа..
3. Повысить КПД по отпуску тепла.

4. В конденсационном отделении главного корпуса блочной паротурбинной ТЭС обычно устанавливают

1. ПВД, ПВД, конденсатор
2. Деаэратор, питательные насосы
3. Деаэратор, питательные насосы

### 3 ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ, КУРСОВУЮ РАБОТУ/КУРСОВОЙ ПРОЕКТ, РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКУЮ РАБОТУ

3.1 Учебным планом предусмотрено выполнение контрольной работы (для заочной формы обучения). Контрольная работа выполняется в виде реферата и ответов на два вопроса. Выполненную контрольную работу студенты сдают на проверку преподавателю, который делает замечания и пишет рецензию. В случае отсутствия серьезных замечаний студент допускается к защите контрольной работы. Студент, самостоятельно выполнивший задание и обладающий полнотой знаний в отношении изучаемых объектов, получает оценку «зачтено». Система оценивания и критерии оценки контрольной работы представлены в таблице 2.

**Задание:** Принципиальная тепловая схема турбоустановки и режимы её работы.

Содержание:

1. Описание принципиальной тепловой схемы турбоустановки
2. Конструкция и принцип работы турбоустановки.
3. Основные технические характеристики турбоустановки.
4. Возможные режимы работы турбоустановки. Диаграмма режимов работы.
5. Состав основного и вспомогательного оборудования турбоустановки и его характеристики.
6. Параметры пара и воды турбоустановки на различных режимах работы.
7. Список использованных источников

Варианты заданий представлены в таблице 3, варианты контрольных вопросов – в

таблице 4.

Таблица 3 - Варианты заданий на контрольную работу

№ варианта	Тип турбоустановки	№ варианта	Тип турбоустановки
1	ПТ- 135/165-130/15	12	К- 300-240-3
2	ПТ- 80/100-130	13	К- 210-130-3.
3	Т- 175/210-130	14	К- 500-166
4	ПТ- 110/120-130	15	К- 800-240-4
5	ПТ- 60-90/13	16	К- 1000-60/300
6	Т- 185/220-130-2	17	К- 500-240-4.
7	Т- 180/210-130-	18	К- 1200/240
8	Т- 250/300-240-3	19	ПТ- 140/165-130/15
9	Р- 50-130/13	20	ТК- 450/500-60
10	Р- 100-130/15	21	Тп-115/125-130
11	Т-100-130	22	Т-120/130-130

Контрольные вопросы:

1. Регулируемые отборы пара. Типы отборов, назначение.
2. Подогреватели высокого давления.
3. Производственный отбор пара. Параметры отборов, назначение.
4. Теплофикационные отборы пара. Параметры отборов, назначение.
5. Подогреватели низкого давления. Типы ПНД, назначение, принципиальная схема.
6. Нерегулируемые отборы пара. Типы отборов, Параметры отборов, назначение.
7. Охладители уплотнений. Типы охладителей, назначение, принципиальная схема.
8. Регенеративные отборы пара. Типы отборов, Параметры отборов, назначение.
9. Охладители эжекторов. Типы охладителей, назначение, принципиальная схема.
10. Деаэраторы питательной воды. Типы ДПВ, назначение, принципиальная схема.
11. Конденсатоочистка. Состав, назначение, принципиальная схема.
12. Встроенный теплофикационный пучок трубок, назначение, принцип и режимы работы.
13. Сепараторы-пароперегреватели, назначение, принципиальные схемы.
14. Расширители продувки. Типы расширителей, назначение, принципиальная схема.
15. Деаэратор подпиточной воды, назначение, принципиальная схема.
16. Дренажный, бустерный, питательный насосы. Назначение, основные

характеристики насосов.

17. Сетевой, конденсатный, циркуляционный насосы. Назначение, основные характеристики насосов.

18. Промежуточные пароперегреватели. Типы ПП, назначение, принцип работы.

19. Парогенераторы АЭС. Типы ПГ, принципиальные схемы, основные характеристики

20. Паропреобразователи. Типы ПНД, назначение, принципиальные схемы, основные характеристики.

Таблица 4 – Варианты вопросов

<b>Номер варианта</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
Номера вопросов	2, 15	1, 20	3, 19	4, 18	5, 17	6, 16	7, 15	1, 8	9, 14	10, 13	11, 5
<b>Номер варианта</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>
Номера вопросов	12, 3	2, 11	3, 10	1, 14	5, 16	6, 20	7, 19	4, 13	8, 15	10, 17	9, 18

3.2. Курсовой проект позволяет студентам углубить и закрепить полученные в процессе изучения дисциплины знания в области расчета принципиальной тепловой схемы ТЭС, выбора основного и вспомогательного оборудования и определения технико-экономических показателей ТЭС.

Тема курсового проекта: Расчет принципиальной тепловой схемы ТЭС с заданной турбоустановкой.

Содержание расчетно-пояснительной записки:

1. Описание принципиальной тепловой схемы паротурбинной установки.
2. Составить баланс основных потоков пара и воды.
3. Определить состояния пара и воды в системе регенерации. Составление сводной таблицы параметров пара и воды в паротурбинной установке.
4. Выполнить расчет водоподогревательной установки сетевой воды.
5. Выполнить расчет расширителей непрерывной продувки.
6. Выполнить расчет подогревателей высокого давления.
7. Выполнить расчет деаэрата избыточного давления.
8. Выполнить расчет подогревателей низкого давления.
9. Определить расход пара на турбину и её мощность.

10. Определить технико-экономические показатели паротурбинной установки.

11. Произвести выбор вспомогательного оборудования турбинного отделения ТЭС.

Графическая часть курсового проекта: тепловая схема ПТУ с проставленными параметрами и расходами пара, воды и конденсата (один лист формата 841x594).

Исходные данные для расчета тепловой схемы турбоустановки представлены на примере турбоустановки ПТ-135/165-130/15 ПО ТМЗ в таблице 5

Таблица 5 – Исходные данные для расчета

$D_0 = 197,3 \text{ кг/с}$	$N_3 = 133685 \text{ кВт}$	$N_3^{МАКС} = 165000 \text{ кВт}$
$D_{II} = 63,9 \text{ кг/с}$	$D_{II}^{МАКС} = 108,33 \text{ кг/с}$	$t_{B1} = 20^\circ\text{C}$
$G_{OB} = 3444,5 \text{ кг/с}$	$Q_{OT}^T = 586 \text{ Гкал/ч}$	$D_{BC} = 34,9 \text{ кг/с}$
$D_{HC} = 40,4 \text{ кг/с}$	$Q_{OT}^{МАКС} = 586 \text{ Гкал/ч}$	

В таблице 6 представлены типы рассчитываемых турбоустановок, которые выбираются в зависимости от номера варианта.

Таблица 6 – Варианты заданий на курсовой проект

№ варианта	Тип турбоустановки	№ варианта	Тип турбоустановки
1	ПТ- 135/165-130/15 (конденсационный режим)	12	ПТ- 135/165-130/15 (теплофикационный режим)
2	ПТ- 80/100-130/13 (конденсационный режим)	13	ПТ- 80/100-130/13 (теплофикационный режим)
3	Т- 175/210-130 (конденсационный режим)	14	Т- 175/210-130 (теплофикационный режим)
4	ПТ- 110/120-130 (конденсационный режим)	15	ПТ- 110/120-130 (теплофикационный режим)
5	ПТ- 60-90/13 (конденсационный режим)	16	ПТ- 60-90/13 (теплофикационный режим)
6	Т- 185/220-130-2 (конденсационный режим)	17	Т- 185/220-130-2 (теплофикационный режим)
7	Т- 180/210-130-1 (конденсационный режим)	18	Т- 180/210-130-1 (теплофикационный режим)
8	Т- 250/300-240-3	19	Т- 250/300-240-3

	(конденсационный режим)		(теплофикационный режим)
9	Р- 50-130/13 (теплофикационный режим с производственным отбором пара)	20	Р- 100-130/15 (теплофикационный режим с производственным отбором пара)
10	ПТ- 110/120-130 (теплофикационный режим с производственным отбором пара)	21	ПТ- 135/165-130/15 (теплофикационный режим с производственным отбором пара)
11	ПТ- 60-90/13 (теплофикационный режим с производственным отбором пара)	22	ПТ- 80/100-130/13 (теплофикационный режим с производственным отбором пара)

**4 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ**

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Тепловые и атомные электростанции» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (профиль Тепловые электрические станции).

Преподаватель-разработчик – к.т.н., доц. А. Г. Филонов.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен заведующим кафедрой энергетики.

Заведующий кафедрой



В. Ф. Белей

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен методической комиссией ИМТЭС (протокол № 8 от 26.08.2024 г).

Председатель методической комиссии ИМТЭС



О.А. Бельх