



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)  
**КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ПАРОГЕНЕРАТОРЫ**

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>Котельные установки и парогенераторы</p>	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– классификацию, конструкцию и принцип работы паровых котлов и парогенераторов;</li> <li>– гидродинамику рабочей среды в поверхностях нагрева;</li> <li>– тепловой режим трубных обогреваемых поверхностей;</li> <li>– технологические процессы, связанные с организацией сжигания топлив и образования вредных веществ;</li> <li>– современные методы проектирования и эксплуатации паровых котлов и парогенераторов, позволяющих реализовать эффективные и экономичные технологии, обеспечивающие высокие показатели надёжности и безопасности ТЭС;</li> </ul> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– читать чертежи и принципиальные схемы котлоагрегатов и парогенераторов.</li> <li>– выполнять тепловые расчёты поверхностей нагрева основных узлов и деталей котлоагрегата;</li> <li>– использовать современные информационные ресурсы и программное обеспечение для выполнения необходимых расчетов.</li> </ul> <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами оценки эффективности и надёжности работы котлоагрегата;</li> <li>– методами выполнения расчётов газоздушных сопротивлений и теплообмена в котельных установках и парогенераторах;</li> <li>– методами выполнения расчётов на прочность основных узлов и деталей котлоагрегатов;</li> <li>– принципами выбора типа котлоагрегата для</li> </ul>

Код и наименование компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями
		сжигания заданного топлива; – навыками работы с конструкторской и технической документацией.

1.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типов.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации относятся:

- типовые задания по курсовой работе;
- 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 / Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«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 полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
<b>2 Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	рамках поставленной задачи		задачи	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» – менее 40 % правильных ответов) или пятибалльной системе (оценка «неудовлетворительно» - менее 40 % правильных ответов; оценка «удовлетворительно» - от 41 до 60 % правильных ответов; оценка «хорошо» - от 61 до 80% правильных ответов; оценка «отлично» - от 81 до 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. Во вторичном перегревателе пара с газовой стороны превалирует \_\_\_\_\_ теплообмен (указать тип теплообмена).

Ответ: *конвективный*

2. К котлам среднего давления в соответствии с ГОСТ 23172-78 относятся стационарные паровые котлы давлением от \_\_\_\_\_ до \_\_\_\_\_ МПа.

Ответ: *от 1 до 10 МПа*

3. Зона котла СКД, где по мере получения теплоты рабочее тело плавно, изменяя физические характеристики, переходит из состояния воды в состояние пара называется \_\_\_\_\_

Ответ: *зоной фазового перехода*

4. При тепловом расчете энергетических котлов используется \_\_\_\_\_ теплота сгорания топлива (указать вид теплоты)

Ответ: *низшая*

5. Температурой вспышки считается такая температура, при которой пары мазута над поверхностью жидкой фазы воспламеняются при поднесении источника огня на время \_\_\_\_\_.

Ответ: *менее 5 секунд.*

6. Ко внешнему балласту твёрдого и жидкого топлива относятся \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.

Ответ: *влага и зола*

7. Формула определения коэффициента полезного действия котла «нетто» \_\_\_\_\_.

Ответ:  $\eta_k = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6) - q_{c.n.}$

8. Формула определения коэффициента полезного действия котла «брутто» \_\_\_\_\_.

Ответ:  $\eta_k = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6)$

9. Оптимальный избыток воздуха в топке по минимуму тепловых потерь  $\alpha_T^{opt}$  больше критического избытка воздуха  $\alpha_{кр}$  при сжигании \_\_\_\_\_ топлива (указать вид топлива).

Ответ: *твердого*

10. В полезно использованное количество теплоты парового котла не входит тепловосприятие \_\_\_\_\_ (указать поверхность нагрева).

Ответ: *воздухоподогревателя*

11. При определении химического недожога в котле учитываются следующие горючие компоненты: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.

Ответ: *монооксид углерода CO, водород H<sub>2</sub> и метан CH<sub>4</sub>*

12. Потери в котле, которые принято распределять пропорционально величине тепловосприятия каждой из поверхностей нагрева котла и учитывать через коэффициент сохранения теплоты (доля полезного тепловосприятия) – называются \_\_\_\_\_.

Ответ: *потери через ограждающие конструкции*

13. Невязка тепловосприятий поверхностей нагрева после теплового расчёта котла не должна превышать \_\_\_\_\_ % от \_\_\_\_\_ теплоты (указать вид теплоты).

Ответ:  $\pm 0,5\%$  *от располагаемой теплоты  $Q_p^p$*

14. Наиболее точным способом расчёта КПД котла является метод \_\_\_\_\_ баланса.

Ответ: *обратного баланса*

15. Термин, обозначающий неравномерность расхода среды между трубами в элементе котла, вызванную неодинаковыми гидравлическими характеристиками труб называется \_\_\_\_\_.

Ответ: *гидравлическая разверка*

16. Для предотвращения шлакования стен топки с твёрдым шлакоудалением аэродинамика топочного объёма должна быть так организована, чтобы вблизи настенных экранов температура газов была не выше характерной температуры золы \_\_\_\_\_.

Ответ: *температуры  $t_d$*

17. Время вентиляции топки и газоходов, включая рециркуляционные, парового котла перед пуском из холодного состояния составляет \_\_\_\_\_.

Ответ: *не менее 10 минут*

18. Котёл должен быть немедленно остановлен и отключён действием защит или персоналом в случае, если давление в барабане котла поднялось выше разрешенного на \_\_\_\_\_ % и продолжает расти.

Ответ: *10%*

19. Разница в номинальной производительности отдельных форсунок в комплекте, устанавливаемом на мазутный котёл, должна быть \_\_\_\_\_ %.

Ответ: *не более 1,5%*

20. Режимно-наладочные испытания котлов, работающих на жидком и газообразном топливе, проводятся не реже \_\_\_\_\_.

Ответ: *1 раза в 3 года*

21. Перед пуском котла после ремонта или длительного нахождения в резерве более \_\_\_\_\_ суток производится проверка устройств защиты, блокировки и средств оперативной связи, исправность и готовность к включению вспомогательного оборудования.

Ответ: *более 3 суток*

22. Тепловые энергоустановки, принятые в эксплуатацию, могут находиться в следующих оперативных состояниях: в работе, в резерве, в ремонте и \_\_\_\_\_.

Ответ: *на консервации*

23. Гидравлические испытания паровых котлов проводятся в следующих случаях: после монтажа, после проведения ремонта, а также периодически не реже \_\_\_\_\_, если иное не предусмотрено инструкцией по эксплуатации.

Ответ: *не реже 1 раза в 8 лет*

24. Минимальное значение пробного давления при гидравлическом испытании котлов при рабочем давлении более 0,5 МПа принимается \_\_\_\_\_ от рабочего, но не менее рабочего плюс \_\_\_\_\_ МПа.

Ответ: *1,25 от рабочего, ... плюс 0,3 МПа*

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

25. Различие в понятиях «котёл» и «котельная установка».

Указать правильный ответ.

- 1) в паровом котле, в отличие от котельной установки, может отсутствовать экономайзер
- 2) котельная установка включает в себя паровой котёл и соответствующее вспомогательное оборудование**
- 3) котельная установка – стационарно смонтированный котёл, а собственно паровой котел может быть в транспортабельном исполнении

26. Следующие устройства не имеют топок для сжигания органического топлива (ГОСТ 23172-78 Котлы стационарные. Термины и определения).

Указать правильные ответы.

- 1) прямоточный котел;
- 2) парогенератор;**
- 3) котел-утилизатор;**
- 4) барабанный котел.

27. Элементы барабанного котла, входящие в замкнутый циркуляционный контур.

Указать правильные ответы.

- 1) барабан;**
- 2) необогреваемые опускные трубы;**
- 3) коллекторы экранов;**
- 4) экономайзер;
- 5) обогреваемые подъемные трубы.**

28. Объёмная теплота сгорания газообразного топлива определяется ...

Указать правильный ответ.

- 1) как сумма теплоты сгорания входящих в его состав различных горючих газовых компонентов ( $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $CO$  и т.д.) с учетом их процентного содержания;**

- 2) аналогично жидкому топливу – в зависимости от элементарного процентного состава топлива (С, Н, N, S и т.д.);
- 3) как по составу горючих газовых компонентов, так и по элементарному составу топлива.
- 4) с учетом теплоты сгорания органической серы.

29. Рабочая масса топлива – это...

Указать правильный ответ.

**1) процентное содержание химических элементов и негорючих веществ в топливе, поступающем на электростанцию;**

2) суммарная масса топлива на электростанции (включая склады твёрдого и жидкого топлива, плюс масса топлива в котельной в бункерах пыли);

3) масса топлива  $B_p$ , рассчитанная с учётом механического недожога  $q_4$ .

4) процентное содержание горючих химических элементов в топливе без учета золы и влаги.

30. Составляющие механического недожога топлива.

Указать правильные ответы.

**1) при сжигании твёрдого топлива – из частиц топлива вместе с уносом дымовыми газами;**

**2) при сжигании мазута и газа – из коксового остатка после испарения капель мазута и сажевых частиц;**

**3) при сжигании твёрдого топлива – из частиц топлива вместе со шлаком;**

4) из частичек золы для твёрдого и жидкого топлив.

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

Учебным планом предусмотрено выполнение курсового проекта. Курсовой проект направлен на закрепление полученных теоретических знаний и приобретение умений и навыков в области выполнения тепловых расчетов паровых и водогрейных котлов.

По результатам защиты курсового проекта выставляется оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»). Критерии выставления оценки представлены в таблице 2.

Курсовой проект включает в себя:

- получение задания, подбор литературы, изучение конструкции, выбор основных характеристик.
- расчёт объёмов и энтальпии продуктов сгорания, построение  $J - t$  диаграммы.
- составление теплового баланса и определение расхода топлива.
- расчёт топки.

- расчет фестона.
- расчёт пароперегревателя.
- расчёт экономайзера и воздухоподогревателя.
- газодинамический расчёт.
- расчёт деталей и узлов котлоагрегата на прочность.
- оформление расчётно-пояснительной записки.
- оформление графической части.

Графическая часть проекта состоит из двух листов формата А1 (594x841), где котлоагрегат вычерчивается в двух проекциях, характеризующих конструкцию котла согласно ЕСКД.

Для выполнения аналитической и расчётной части курсового проекта рекомендуется специальная литература. Курсовой проект выполняется студентами в рамках самостоятельной работы. Текущий контроль осуществляется во время консультаций, лабораторных работ и на практических занятиях. Основная цель этой работы – углубление знаний, полученных студентами на лекциях и лабораторных занятиях. Задание на курсовое проектирование выдается после успешного выполнения студентом лабораторного практикума. После выполнения курсового проекта преподаватель принимает защиту пояснительной записки и графической части.

Приблизительные темы (варианты) курсовых проектов:

1. Тепловой и аэродинамический расчеты барабанного котла с естественной циркуляцией, прототип К-50-40-1. Марка топлива: уголь Красноярский, СС, Р. Паропроизводительность 49 т/ч, давление перегретого пара 3,9 МПа, температура перегретого пара 440°C, температура питательной воды 140°C.
2. Тепловой и аэродинамический расчеты барабанного котла с естественной циркуляцией, прототип ТП-35У. Марка топлива: уголь Донецкий, Т, Р. Паропроизводительность 35 т/ч, давление перегретого пара 4,0 МПа, температура перегретого пара 440°C, температура питательной воды 120°C.
3. Тепловой и аэродинамический расчеты барабанного котла с естественной циркуляцией, прототип Б-35-40. Марка топлива: мазут М-40 малосернистый. Паропроизводительность 34 т/ч, давление перегретого пара 3,9 МПа, температура перегретого пара 445°C, температура питательной воды 125°C.
4. Тепловой и аэродинамический расчеты барабанного котла с естественной циркуляцией, прототип Б-35-40. Марка топлива: мазут М-100 высокосернистый.

- Паропроизводительность 36 т/ч, давление перегретого пара 3,9 МПа, температура перегретого пара 440°C, температура питательной воды 135°C.
5. Тепловой и аэродинамический расчеты барабанного котла с естественной циркуляцией, прототип К-50-40-1. Марка топлива: мазут М-100 высокосернистый. Паропроизводительность 50 т/ч, давление перегретого пара 3,7 МПа, температура перегретого пара 440°C, температура питательной воды 130°C.
  6. Тепловой и аэродинамический расчеты барабанного котла с естественной циркуляцией, прототип БКЗ-75-39 ФБ. Марка топлива: мазут М-40 сернистый. Паропроизводительность 74 т/ч, давление перегретого пара 3,9 МПа, температура перегретого пара 440°C, температура питательной воды 140°C.
  7. Тепловой и аэродинамический расчеты барабанного котла с естественной циркуляцией, прототип БМ-35М. Марка топлива: мазут М-100 высокосернистый. Паропроизводительность 34 т/ч, давление перегретого пара 4,0 МПа, температура перегретого пара 445°C, температура питательной воды 140°C.
  8. Тепловой и аэродинамический расчеты барабанного котла с естественной циркуляцией, прототип ТП-35У. Марка топлива: бурый уголь, Бурятия, Гусиноозерское м/р БЗ, Р.
  9. Тепловой и аэродинамический расчеты барабанного котла с естественной циркуляцией, прототип БКЗ-75-39 ФБ. Марка топлива: уголь Красноярский, СС, Р. Паропроизводительность 74 т/ч, давление перегретого пара 3,7 МПа, температура перегретого пара 420°C, температура питательной воды 130°C.
  10. Тепловой и аэродинамический расчеты барабанного котла с естественной циркуляцией, прототип ТП-35У. Марка топлива: уголь Донецкий Т, Р. Паропроизводительность 35 т/ч, давление перегретого пара 3,9 МПа, температура перегретого пара 430°C, температура питательной воды 135°C.

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

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» 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. С. В. Кункевич

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