



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)

**РЕЖИМЫ РАБОТЫ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

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-2 Способен технически обеспечить эксплуатацию основного и вспомогательного теплоэнергетического оборудования ТЭС</p>	<p>Режимы работы и эксплуатация тепловых электростанций</p>	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию режимов работы ТЭС их характеристики и пределы применения;</li> <li>- основные технологические операции по эксплуатации оборудования и правила эксплуатации;</li> <li>- условия применения различных режимов в практике эксплуатации;</li> <li>- основные источники информации по режимам работы основного оборудования ТЭС и распространению опыта эксплуатации;</li> <li>- условия обеспечения безопасной, экономической и безаварийной эксплуатации основного и вспомогательного оборудования;</li> <li>- основные ограничения, накладываемые на режимы работы;</li> <li>- способы повышения маневренности оборудования;</li> <li>- методы оптимального распределения нагрузки между агрегатами;</li> <li>- систему технической отчетности электростанций;</li> </ul> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планировать проведение плановых испытаний технологического оборудования теплоэнергетических объектов;</li> </ul> <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методиками испытаний и наладки технологического оборудования;</li> <li>- специальной терминологией в области режимов работы и эксплуатации;</li> <li>- информацией о технологических параметрах оборудования и допустимых пределах их отклонения.</li> </ul>

1.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

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

Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (зачета с оценкой) проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. В отдельных случаях (при непрохождении всех видов текущего контроля) зачет может быть проведен в виде тестирования.

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 полной 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 рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>3 Научное осмысление изучаемого явления, процес-</b>	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него све-	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставлен-	В состоянии осуществлять систематический и научно кор-	В состоянии осуществлять систематический и научно-

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>са, объекта</b>	дений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	ной информации	ректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	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-2: способен технически обеспечивать эксплуатацию основного и вспомогательного тепломеханического оборудования ТЭС

### Тестовые задания открытого типа:

1. Коэффициент неравномерности суточного графика электрической нагрузки  $\alpha$  равен \_\_\_\_\_ (написать формулу).

Ответ:  $\alpha = P_{\min} / P_{\max}$

2. Коэффициент плотности суточного графика электрической нагрузки  $\beta$  равен \_\_\_\_\_ (написать формулу).

Ответ:  $\beta = P_{\text{ср}} / P_{\max}$

3. Значение числа часов использования установленной мощности для базовых электростанций составляет \_\_\_\_\_ (указать диапазон).

Ответ: **5000 – 7500 часов**

4. Значение числа часов использования установленной мощности для полупиковых электростанций составляет \_\_\_\_\_ (указать диапазон).

Ответ: **2000 – 5000 часов**

5. Максимально достижимая мощность при ограничении тепловой нагрузки на ТЭЦ (в процентах от номинальной) для современных теплофикационных турбин составляет \_\_\_\_\_ % (указать диапазон).

Ответ: 110 – 125%

6. Удельный расход тепла на выработку электроэнергии для теплофикационного потока пара теплофикационной турбины составляет \_\_\_\_\_ Дж/Дж (написать формулу).

Ответ:  $q_{\text{т}} = \frac{1}{\eta_{\text{м}}\eta_{\text{т}}}, \text{ Дж/Дж}$

7. С промежуточным перегревом работают конденсационные турбины мощностью свыше \_\_\_\_\_ МВт.

Ответ: **свыше 150 МВт**

8. При увеличении давления пара перед турбиной термический КПД идеального цикла Ренкина \_\_\_\_\_ (указать степень изменения).

Ответ: *возрастает*

9. Работники ТЭС из числа оперативного, оперативно-ремонтного персонала и оперативных руководителей проверяются в контрольной противоаварийной тренировке \_\_\_\_\_ (указать периодичность).

Ответ: *1 раз в 3 месяца*

10. Если большинство участников контрольной противоаварийной тренировки получили неудовлетворительную оценку, то тренировка по этой же теме проводится вторично в течение следующих \_\_\_\_\_ дней.

Ответ: *10 дней*

11. Норма утечки теплоносителя при эксплуатации тепловых сетей составляет не более \_\_\_\_\_ % среднегодового объема воды в тепловой сети и присоединенных к ней системах теплоснабжения в час.

Ответ: *не более 0,25 %*

12. Периодичность визуального контроля масла на содержание механических примесей, шлама и воды в системах смазки вспомогательного оборудования с принудительной циркуляцией составляет: не реже \_\_\_\_\_.

Ответ: *не реже 1 раза в месяц*

13. Управление режимом работы тепловых энергоустановок организуется на основании \_\_\_\_\_ графиков.

Ответ: *суточных*

14. Программа выполнения переключений утверждается \_\_\_\_\_ руководителем организации (указать категорию руководителя).

Ответ: *техническим*

15. До допуска к самостоятельной работе или переходе на другую работу (должность), связанную с эксплуатацией тепловых энергоустановок, а также при перерыве в работе по специальности свыше 6 месяцев персонал предприятия проходит \_\_\_\_\_ (указать вид подготовки).

Ответ: *подготовку по новой должности*

16. Очередная проверка знаний персонала, принимающего непосредственное участие в эксплуатации тепловых энергоустановок, их наладке, регулировании, испытаниях проводится не реже \_\_\_\_\_.

Ответ: *не реже 1 раза в год*

17. Дублирование проходит персонал (указать 3 категории персонала):

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- 3) \_\_\_\_\_

Ответ: *1) оперативный; 2) оперативно-ремонтный; 3) оперативные руководители*

18. Организация проводит режимно-наладочные испытания и работы, по результатам которых составляются режимные карты, а также разрабатываются характеристики работы элементов системы теплоснабжения периодически, но не реже \_\_\_\_\_.

Ответ: *не реже 1 раза в 5 лет*

19. Энергетические характеристики паровых турбин формируются по \_\_\_\_\_ методу.

Ответ: *по физическому*

20. Основной энергетической характеристикой, определяющей экономичность работы турбоагрегата, является зависимость удельного расхода \_\_\_\_\_ брутто на выработку электроэнергии от \_\_\_\_\_ мощности турбины

Ответ: *теплоты ... от электрической*

21. Энергетическая характеристика оборудования – это комплекс зависимостей ТЭП его работы от нагрузки при \_\_\_\_\_ режимах работы, принятой тепловой схеме и \_\_\_\_\_ значениях внешних факторов

Ответ: *оптимальных ... и фиксированных*

22. При увеличении давления пара после турбины термический КПД идеального цикла Ренкина \_\_\_\_\_ (указать степень изменения КПД).

Ответ: *уменьшается*

23. Перед спуском работников в подземные сооружения обязательно производится анализ воздуха в них на содержание метана, углекислого газа и достаточность кислорода. Концентрация кислорода при этом должна быть не менее \_\_\_\_\_ %.

Ответ: 20%

24. Работники из числа оперативного, оперативно-ремонтного персонала, оперативных руководителей проверяются в контрольной противоаварийной тренировке \_\_\_\_\_ (указать периодичность).

Ответ: *1 раз в 3 месяца*

**Тестовые задания закрытого типа:**

25. Графики нагрузок бывают:

Указать правильные ответы.

- 1) **суточные**
- 2) **недельные**
- 3) **сезонные**
- 4) **годовые**
- 5) перспективные

26. Наиболее простыми и достаточно эффективными методами получения дополнительной мощности на паротурбинных установках являются:

Указать правильные ответы.

- 1) впрыск воды в первичный пароперегреватель
- 2) **отключение части регенеративных подогревателей (ПВД)**
- 3) **временное ограничение тепловой нагрузки ТЭЦ**
- 4) применение выносного водородного пароперегревателя

27. При осуществлении промежуточного перегрева пара в цикле паросиловой установки цикла Ренкина решаются задачи ...

Указать правильные ответы.

- 1) **уменьшение влажности пара в последних ступенях турбины, что способствует снижению эрозии лопаток и снижению потерь от влажности.**
- 2) **повышение термический КПД цикла**
- 3) повышение КПД котла
- 4) повышение механического КПД турбоустановки

28. Перед пуском котла после ремонта или длительного нахождения в резерве (более 3 суток) проверяется ...

Указать правильные ответы.

- 1) **исправность и готовность к включению вспомогательного оборудования**
- 2) **исправность контрольно-измерительных приборов, средств дистанционного управления арматурой и механизмами, авторегуляторов и защит**
- 3) проверка устройств защиты, блокировки и средств оперативной связи осуществляется только после капитального ремонта
- 4) проверяются только устройства защиты, блокировки и средства оперативной связи



29. Тепловые энергоустановки, принятые в эксплуатацию, могут находиться в следующих оперативных состояниях ...

Указать правильные ответы.

- 1) в работе
- 2) в резерве
- 3) в ремонте
- 4) на реконструкции
- 5) на консервации

30. Диспетчерские заявки делятся на следующие виды ...

Указать правильные ответы.

- 1) **плановые, соответствующие утвержденному плану ремонта и отключений**
- 2) **срочные – для проведения непланового и неотложного ремонта**
- 3) аварийные – для проведения отключений и ремонта в случае возникновения инцидента или аварии
- 4) по требованию – для отключения оборудования по требованию государственных контролирующих органов

31. Нормативно-техническая документация по топливоиспользованию разрабатывается для следующего оборудования:

Указать правильные ответы.

- 1) **для паротурбинных и газотурбинных ТЭС установленной электрической мощностью от 10 МВт и более;**
- 2) для всех ПТУ, ГТУ и котельных независимо от мощности и теплопроизводительности.
- 3) **котельных теплопроизводительностью от 50 Гкал/ч и выше.**
- 4) для всех производственных и отопительных котельных

32. Регенеративный подогрев питательной воды не осуществляется до температуры насыщения при давлении в котле, потому что ...

Указать правильный ответ.

- 1) это приведет к снижению термического КПД турбоустановки.
- 2) **это приведет к снижению КПД котла.**
- 3) это приведет к снижению выработки электроэнергии на тепловом потреблении.
- 4) это приведет к снижению внутреннего относительного КПД турбоустановки.

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

Учебным планом для студентов заочной формы обучения предусмотрено выполнение контрольной работы, которая представляет собой решение ряда задач, связанных с режимом работы котлов, турбин и энергоблоков в целом.

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.

### Задача №1.

По имеющимся суточным зимнему и летнему графикам электрической нагрузки энергосистемы без учета выходных дней построить годовой график нагрузок в зависимости от их продолжительности, приняв, что зимний график распространяется на 210 суток в году, а летний – на 155 суток.

*Варианты исходных данных к задаче:* длительность зимнего графика варьировать от 160 до 230 суток в году.

### Задача №2.

Для ГРЭС мощностью 2400 МВт с восемью газомазутными блоками 300 МВт сопоставить, какой из способов прохождения ночного провала графика до 50 % в течение 8 ч выгоднее – отключение части блоков или снижение нагрузки на всех блоках до технического минимума. При решении использовать опытные данные о расходе топлива на пуск, представленные на рисунке 1 и аппроксимируемые формулой  $\Delta B = a + k \cdot \tau$ , где  $\tau$  – продолжительность простоя блока, ч.

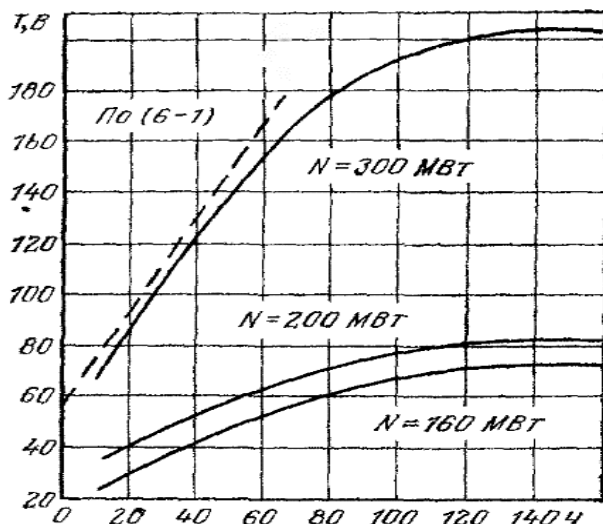


Рис. 1. Опытные данные о расходе топлива на пусковые операции в зависимости от продолжительности простоя для блоков мощностью 160, 200 и 300 МВт

Примечание. Рассчитать удельный расход топлива  $b_i$  на отпущенную единицу энергии, пользуясь приближенной формулой:

$$b_i = b_0 \left( \frac{N_0}{N_i} \right)^m$$

Таблица 4. Значения коэффициентов  $a$ ,  $k$ ,  $m$  и  $b_0$

Мощность блока, МВт	Тип блока	Тип котла	Топливо	Коэффициенты			
				$a \cdot 10^3$	$k \cdot 10^{-3}$	$b_0$ , г/(кВт·ч)	$m$
150	Моноблок	Барабанный	Газ, ма-	14	0,5	365	0,165
200			зут, твердое	24	0,5	342	0,160
300	Дубль-блок	Прямоточный	Мазут,	55	1,8	324	0,06
300			твердое	40	1,8	324	0,06

*Варианты исходных данных к задаче:* варианты для студентов отличаются типом блока (моноблок, дубль-блок), единичной мощностью турбин (150, 200 и 300 МВт), типом топлива. Остальные параметры выбираются студентами из таблицы 4, в соответствии с выданными исходными данными.

### Задача №3.

Для условий задачи №2, но при  $\tau = 24$  ч проверить, что целесообразнее – отключение части блоков или снижение их нагрузки.

Решение о способе прохождения периода низких нагрузок в данном случае должно приниматься с учетом надежности работы оборудования; вероятно, будет принята разгрузка блоков до технического минимума, и если этого будет недостаточно, то часть блоков будет отключена.

*Варианты исходных данных к задаче:* варианты для студентов отличаются временем отключения 50% блоков ТЭС ( $\tau$  изменяется от 10 до 24 ч).

### Задача №4.

Выявить возможность более рационального решения задачи №3 путем подбора вариантов по числу отключаемых блоков и нагрузке остающихся в работе.

Примечание. При отключении блоков встречаются дополнительные отрицательные явления, связанные с прохождением переходных режимов (пусковые операции), а также с увели-

чением числа выполняемых автоматических или ручных операций, каждая из которых имеет вероятность отказа (или ошибочных действий).

*Варианты исходных данных к задаче:* вариативность решения данной задачи определяется задачей №3.

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

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Режимы работы и эксплуатация ТЭС» 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