



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)
ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
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
ПК-1 Способен проектировать элементы, тепловые схемы и компоновочные решения основного и вспомогательного оборудования котельных, центральных тепловых пунктов и теплоэлектроцентралей	Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные уравнения процессов в оборудовании; - конструкции и характеристики вспомогательного теплообменного оборудования котельных, центральных тепловых пунктов и ТЭС; - принцип действия и алгоритмы управления оборудованием; <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации вспомогательного теплообменного оборудования; <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками выбора, расчета и испытаний вспомогательного теплообменного оборудования котельных, центральных тепловых пунктов и ТЭС.

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 расчетно-графической 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»		
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	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
2 Работа с информацией	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 и систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	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

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
				поставленной задачи
4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	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. Регенеративные подогреватели, которые могут использоваться на ТЭС в качестве смешивающих – это _____ (по величине давления).

Ответ: *подогреватели низкого давления*

2. Регенеративные подогреватели могут устанавливаться каскадно (один над другим) для уменьшения количества перекачивающих насосов для подогревателей _____ (класс давления) _____ (указать тип подогревателей).

Ответ: ***ПНД смешивающего типа***

3. Для отопления жилых поселков на КЭС устанавливаются сетевые подогреватели теплопроизводительностью не более _____ МВт.

Ответ: ***20 МВт***

4. Величина выпара термического деаэратора на 1 тонну деаэрируемой воды должна составлять от _____ до _____ кг.

Ответ: ***от 1 до 3 кг***

5. Лучше всего удаляют из воды CO_2 деаэраторы _____ типа.

Ответ: ***барботажного*** типа

6. Требование к предельному содержанию свободной углекислоты (CO_2) после деаэратора: _____

Ответ: ***CO_2 должна отсутствовать.***

7. Предельное значение показателя рН для питательной воды после деаэратора составляет _____.

Ответ: ***9,1 ± 0,10***

8. Рабочее давление термических деаэраторов атмосферного типа составляет _____ МПа.

Ответ: ***0,12 МПа***

9. Включение испарителей в тепловую схему по схеме «без потерь потенциала» означает, что не снижается _____.

Ответ: *выработка электроэнергии на тепловом потреблении*

10. Сосуды и аппараты подлежат проверке как на статическую, так и на динамическую прочность, если сосуды и аппараты работают при циклическом нагружении и число циклов за срок службы превышает _____.

Ответ: *1000*

11. «Правила устройства и безопасной эксплуатации (ПУБЭ) паровых и водогрейных котлов» и «ПУБЭ трубопроводов пара и горячей воды» Ростехнадзора распространяются на на оборудование, в котором рабочее избыточное давление среды превышает _____ МПа или температура воды выше _____ °С.

Ответ: *0,07 МПа ... 115 °С.*

12. Запуск центробежного насоса нужно производить на _____ задвижку на нагнетании.

Ответ: *на закрытую*

13. При расчете на прочность для отверстий, имеющих резьбу, диаметр отверстия принимается равным _____.

Ответ: *среднему диаметру резьбы*

14. Трубки подогревателей высокого давления крепятся к подводящим и отводящим коллекторам посредством _____.

Ответ: *посредством сварки*

15. Бóльший температурный напор в регенеративных подогревателях (при прочих равных условиях) выбирается для _____ топлива.

Ответ: *для дешевого*

16. Случаи, когда разрешается регулировать расход задвижкой: _____.

Ответ: *регулировать расход задвижкой запрещается*

17. Указатели уровня относятся к _____ арматуре (указать тип арматуры).

Ответ: *контрольной*

18. При последовательном соединении участков и неизменном статическом сопротивлении всей сети новая характеристика получается путем _____ динамических сопротивлений участков при заданной подаче (указать математическую операцию).

Ответ: *суммированием*

19. Дроссельное регулирование характеристики сети осуществляется дросселированием потока жидкости на _____ насоса (указать сторону насоса).

Ответ: *на нагнетании*

20. В качестве привода питательного насоса с потребляемой мощностью более 12 МВт целесообразно применять _____.

Ответ: *паровую турбину*

21. Для предотвращения или уменьшения помпажа на насосах с западающей характеристикой применяют установку _____ с линией _____.

Ответ: *обратных клапанов с линией рециркуляции*

22. К электродам электрофильтров подводится выпрямленный электрический ток напряжением _____.

Ответ: *50–80 кВ*

23. Для обеспечения устойчивой естественной циркуляции в греющей секции и уменьшения выбросов капельной влаги в паровое пространство уровень воды в корпусе испарителя поддерживается выше верхней трубной доски греющей секции на _____ мм.

Ответ: *150 – 200 мм*

24. Для предотвращения вскипания нагреваемой среды и гидравлических ударов в поверхностных регенеративных подогревателях давление нагреваемой воды должно быть _____ давления пара.

Ответ: *выше*

Тестовые задания закрытого типа:

25. Классификация регенеративных подогревателей по принципу организации использования теплоты.

Указать правильные ответы.

- 1) **поверхностные;**
- 2) кипящие;
- 3) каскадные;
- 4) **смешивающие.**

26. Деаэраторы на ТЭС выполняют функции ...

Указать правильные ответы.

- 1) **удаление из воды растворенных агрессивных газов;**
- 2) **регенеративный подогрев основного конденсата;**
- 3) вывод из основного конденсата солей жесткости непрерывной продувкой.
- 4) **являются местом сбора и хранения запаса питательной воды;**

27. Термические деаэраторы, в зависимости от рабочего давления согласно ГОСТ 16860-77, делятся на следующие типы ...

Указать правильные ответы.

- 1) **вакуумные;**
- 2) **атмосферные**
- 3) низкого давления;
- 4) **повышенного давления.**

28. По способу создания поверхности контакта фаз деаэраторы подразделяются на ...

Указать правильные ответы.

- 1) **струйные;**
- 2) канальные;
- 3) **пленочные;**
- 4) **барботажные.**

29. Пароводяные потери на ТЭЦ будут меньше при отпуске пара промышленным потребителям ...

Указать правильный ответ.

- 1) от производственного отбора
- 2) **от испарителя, питаемого от производственного отбора**
- 3) от редуционно-охладительной установки

30. Вторичный пар термических испарителей на ТЭС используется ...
Указать правильные ответы.

- 1) для восполнения потерь воды и пара в цикле станции;
- 2) для отпуска пара внешним потребителям;
- 3) для турбопривода вспомогательных механизмов.

31. Регулирующие устройства тягодутьевых машин, изменяющие характеристику машин.
Указать правильные ответы.

- 1) поворотные рабочие лопатки осевых машин;
- 2) дроссельные шиберы, устанавливаемые в любой точке газовоздушного тракта;
- 3) применение передач с изменяемой частотой вращения (гидромукфы, электромагнитные муфты).

32. Отверстия в стенках сосудов укрепляют с помощью...
Указать правильные ответы.

- 1) утолщенного штуцера
- 2) накладки
- 3) выпущенного внутрь разгруженного штуцера
- 4) ребер жесткости

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

Учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графической работы (РГР). РГР направлена на закрепление полученных теоретических знаний и приобретение умений и навыков в области выполнения тепловых расчетов тепломеханического оборудования. По результатам защиты РГР выставляется оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»). Критерии выставления оценки представлены в таблице 2.

Методическое сопровождение выполнения РГР осуществляет преподаватель. Самостоятельная проработка материалов РГР осуществляется студентами на основании учебно-методических материалов, опубликованных в ЭИОС:

1. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций. Испарители: учебно-методическое пособие по курсовой работе / С.В. Кункевич, Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018. – 77 с.

2. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций. Регенеративные подогреватели: учебно-методическое пособие по курсовой работе / С.В. Кункевич, Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019. – 64 с.

Для студентов предлагаются расчетные задания по следующим темам:

- тепловой расчет испарителя кипящего типа;
- тепловой расчет подогревателя высокого давления;

Темы расчетно-графической работы (испаритель, ПВД) равномерно распределяются между студентами. Исходные данные выдаются преподавателем индивидуально или в соответствии с типовыми перечнями, приведенными ниже.

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

Расчетно-графические работы включают в себя:

Тепловой расчёт испарителя кипящего типа

Исходными данными к поверочному расчёту являются геометрические параметры испарителя, параметры греющего пара и основного конденсата турбоустановки, температура и качество питательной воды испарителя.

№	Тип испарителя	Давление в отборе 1, МПа, Ротб1	Давление в отборе 2, МПа, Ротб2	Расход основного конденсата, кг/с, Гок	Солесодержание питательной воды, мг/кг, Спв	Количество испарительных трубок, шт, z	Длина испарительных труб, мм, Lтр	Внутренний диаметр корпуса испарителя, мм, Dвн	Диаметр греющей секции испарителя, мм, Dгрс	Кол-во опускающих труб, шт, n оп тр
1	И-120	0,525	0,202	100	300	876	1 600	2 000	1 700	6
2	И-250	0,368	0,141	200	400	1 763	1 610	2 800	2 400	9
3	И-350	0,42	0,161	300	500	1 764	2 290	2 800	2 400	9
4	И-600	0,473	0,182	400	600	1 764	3 580	2 800	2 400	9
5	И-1000	0,555	0,092	500	700	2 726	3 590	3 400	3 000	12
6	И-120	0,21	0,081	100	300	876	1 600	2 000	1 700	6
7	И-250	0,263	0,101	200	400	1 763	1 610	2 800	2 400	9
8	И-350	0,47	0,162	350	600	1 764	2 290	2 800	2 400	9

Результаты РГР представляются в виде:

1) пояснительной записки, включающей разделы:

- оглавление;
- введение;
- краткое описание рассчитываемой испарительной установки со схемой её включения;
- конечные результаты расчёта в табличном виде со всеми промежуточными итерациями;

– итоговый лист с результатами расчёта, содержащий:

Результаты теплового расчёта:

- производительность испарителя;
- давление вторичного пара;
- температурный напор испарителя;
- коэффициент теплопередачи;
- скорость циркуляции в греющей секции.

Результаты расчёта качества дистиллята:

- солесодержание питательной воды испарителя;
- солесодержание концентрата;
- солесодержание дистиллята при одноступенчатой промывке;
- солесодержание дистиллята при двухступенчатой промывке.

– список использованной литературы, программных средств и различных интернет-ресурсов;

2) графической части на листе формата А1, на котором необходимо изобразить продольный и поперечный разрезы рассчитываемого испарителя в сечении по усмотрению преподавателя. На чертёж переносятся основные геометрические параметры испарителя и результаты расчёта (с итогового листа пояснительной записки).

Тепловой расчёт подогревателя высокого давления

1. Исходные данные:

1.1. Место установки ПВД : ПВД №8 блока К-500-240.

1.2. Давление греющего пара, R_p , МПа.

1.3. Температура греющего пара, t_p , °С.

1.4. Расход питательной воды, $G_{пв}$, кг/с.

1.5. Температура ПВ на входе в ОК, $t_{1в}$, °С.

1.6. Температура конденсата на выходе ОК, $t_{1ок}$, °С.

1.7. Недоохлаждение пара на выходе ОП, $t_{et_оп}$, °С.

№ п/п	R_p	t_p	$G_{пв}$	$t_{1в}$	$t_{1ок}$	$t_{et_оп}$
1	3,5	280	350	170	185	12
2	3,7	286	360	180	195	13
3	3,9	292	370	190	205	14
4	4,1	304	380	200	215	15
5	4,3	310	390	210	225	16
6	3,5	285	350	175	190	12
7	4,3	290	400	185	200	13
8	3,7	300	350	205	220	15

2. Пояснительная записка, включающая разделы:

2.1. Оглавление.

2.2. Введение.

2.3. Краткое описание рассчитываемого подогревателя высокого давления со схемой его включения.

2.4. Результаты расчёта в табличном виде со всеми промежуточными итерациями.

2.5. Итоговый лист с результатами расчёта, содержащий (в соответствии с МП):

- результаты теплового расчёта по балансовым уравнениям;
- результаты теплового расчёта по уравнениям теплопередачи.

2.6. Список использованной литературы, программных средств и различных интернет-ресурсов.

3. *Графическая часть РГР* на листе формата А2, на котором необходимо изобразить продольный и поперечный разрезы рассчитываемого ПВД в сечении по усмотрению преподавателя. На чертёж переносятся основные геометрические параметры ПВД и результаты расчёта (с итогового листа пояснительной записки).

4. *Требования к выполнению РГР:*

4.1. Графики выполняются на миллиметровой бумаге и подшиваются к пояснительной записке.

4.2. Расчёты выполняются в системе СИ.

4.3. Чертежи и пояснительная записка выполняется в соответствии с ГОСТами ЕСКД.

4.4. Объём пояснительной записки – не более 60 стр.

4 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций» 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