



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)
**«МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ГЕНЕРАЦИИ ПАРА
В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ»**

основной профессиональной образовательной программы магистратуры
по направлению подготовки

13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

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-2 Способен обосновывать выбор методов повышения эффективности и надёжности технологии производства тепловой и электрической энергии дизельных электрических станций.	Методы исследования процессов генерации пара в тепло-энергетических установках	<u>Знать:</u> - теоретические и экспериментальные методы исследований процессов генерации пара, применяемые измерительно-диагностическую аппаратуру и исследовательские экспериментальные установки; - пути интенсификации теплообмена при кипении воды в парогенерирующих трубах паровых котлов, испарителей и дистилляционных опреснительных установках; способы повышения надёжности естественной и принудительной циркуляции; - современные способы борьбы с отложениями на обогреваемых и необогреваемых поверхностях котлов и испарительных установок; - методику расчета капельного уноса и паросепарационных устройств при проектировании парогенерирующего оборудования теплоэнергетики. <u>Уметь:</u> - анализировать существующие методы исследований процессов генерации пара, выявлять их недостатки и разрабатывать новые; - проектировать экспериментальные установки для изучения процессов генерации пара; - анализировать влияние конструктивных и режимных параметров парогенерирующего оборудования, их технического состояния и параметров окружающей среды на экономичность и надёжность их работы; - определять полезный и движущий напоры циркуляции, рассчитывать производительность и гидравлические характеристики циркуляционных

		контуров паровых котлов; - производить измерения влажности пара в парогенераторах, испарителях и камерах испарения опреснительных установок и определять эффективность их паросепарационных устройств. <u>Владеть:</u> - теоретическими и экспериментальными методами исследований процессов генерации пара, методами разработки новых исследовательских установок; - методиками расчета основных характеристик гидродинамики водяного объема при барботаже пара и определения эффективности паросепарационных устройств парогенерирующего оборудования теплоэнергетики; - техникой отбора и хранения представительных проб пара, дистиллята, конденсата и воды, методикой определения действительного уровня.
--	--	--

1.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типов;
- задание по контрольной работе (для студентов заочной формы обучения);

Промежуточная аттестация в форме экзамена проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. В отдельных случаях (при не прохождении всех видов текущего контроля) экзамен может быть проведен в виде тестирования. . Оценивание результатов сдачи экзамена («зачтено» или «не зачтено») осуществляется в соответствии с критериями, указанными в таблице 2.

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 (таблица 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 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 задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы 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 открытого и 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). Для заданий открытого типа 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

2.1. Тестовые задания

Компетенция ПК-2: Способен обосновывать выбор методов повышения эффективности и надёжности технологии производства тепловой и электрической энергии дизельных электрических станций.

Тестовые задания открытого типа:

1. Для хранения проб пара, конденсата обычно применяют:

Ответ: Посуду из полиэтилена

2. Для измерения концентрации жидкой фазы в потоке влажного насыщенного пара применяют:

Ответ: Солевой метод

3. Избирательный унос примесей насыщенным паром за счет растворимости имеет место при давлениях пара:

Ответ: Свыше 7,0 МПа

4. При длительном хранении чистой пробы пара, конденсата, или дистиллята в закрытой стеклянной посуде происходит загрязнение пробы катионами:

Ответ: Натрия

5. Для измерения весового уровня жидкой фазы в экспериментальных стендах применяют:

Ответ: Гидростатические измерители уровня

6. При длительном хранении пробы пара, конденсата, или дистиллята в открытой посуде в лаборатории происходит загрязнение пробы:

Ответ: Углекислым газом

7. В насыщенном паре лучше остальных примесей растворяется:

Ответ: Гидрокомплексы железа

8. Концентрация соединений кремниевой кислоты в пробе пара, конденсата на ТЭС обычно определяется:

Ответ: Фотоэлектрокалориметром

9. Представительная проба из неподвижного парового объёма отбирается:

Ответ: Статическим зондом

10.

Ответ:

11. Наименьшей сорбцией примесей из проб воды обладает химическая посуда изготовленная из :

Ответ: Полиэтилена

12. Истинным объемным паросодержанием двухфазного парожидкостного потока в экспериментальной барботажной колонке φ называют:

Ответ: Отношение площади поперечного сечения, занятого паром, к полной площади поперечного сечения колонки

13. Концентрация иона натрия в пробе пара, конденсата на ТЭС может определяться:

Ответ: Пламенной фотометрией

14. К преимуществам компенсационного метода электрообогрева для снижения потерь тепла на экспериментальном участке стенда относят:

Ответ: Возможность регулирования величины тепловых потерь через изоляцию

15. Для измерения действительного, физического уровня жидкой фазы в экспериментальных стендах применяют:

Ответ: Просвечивание гамма-лучами

16. Представительная проба из потока влажного пара отбирается:

Ответ: Изокинетическим зондом

17. В исследованиях поведения веществ, растворенных в воде, представительную пробу жидкой фазы отбирают из зоны:

Ответ: наиболее активного перемешивания жидкой фазы

18. Расходным массовым паросодержанием двухфазного парожидкостного потока, двигающегося в вертикальном канале, называют:

Ответ: Отношение массового расхода пара в данном сечении канала к массовому расходу парожидкостной смеси

19. Измерение расхода однофазного потока пара на экспериментальных стендах обычно производится

Ответ: Дроссельной диафрагмой и дифференциальным манометром

20. Активность иона натрия в пробе пара, конденсата на ТЭС может определяться:

Ответ: Иономером

21. Наименьшая погрешность при отборе представительной пробы из потока влажного пара наблюдается:

Ответ: При отборе пробы после полной конденсации всего потока пара

22. Для измерения среднего объёмного паросодержания в большом объёме двухфазного потока применяют:

Ответ: Механический метод отсечки объёма из потока рабочей среды

23. Наименьшую плотность теплового потока при обогреве экспериментального участка обеспечивает:

Ответ: Излучение от твёрдого тела

Тестовые задания закрытого типа:

24. Полная потеря напора однофазного потока, определяемая для вертикальных и горизонтальных труб, рассчитывается по формуле (где ΔP_g - гидравлические потери напора, $\Delta P_{тр}$ - потери на трение, ΔP_y - потери на ускорение)	
1. $\Delta P_{полн} = \Delta P_g + \Delta P_{тр} + \Delta P_y$	3. $\Delta P_{полн} = \Delta P_g + \Delta P_{тр}$
2. $\Delta P_{полн} = \Delta P_g \cdot \Delta P_{тр} \cdot \Delta P_y$	4. $\Delta P_{полн} = \Delta P_g + \Delta P_y$

25. НЕ образуют твёрдые водонерастворимые отложения в экспериментальных установках:	
1. Соединения меди	3. Хлорид натрия
2. Соединения кремниевой кислоты	4. Гидрокомплексы железа

26. Действительный, физический уровень воды в экспериментальном барботажном стенде	
1. Меньше весового уровня воды в стенде, измеряемого водоуказательной колонкой	3. Больше весового уровня воды в стенде, измеряемого водоуказательной колонкой
2. Может быть больше, или меньше весового уровня воды в стенде, измеряемого водоуказательной колонкой в зависимости от режима работы котла	4. Равен весовому уровню воды в стенде, измеряемого водоуказательной колонкой

27. На растворимость примесей в насыщенном паре НЕ влияет:	
1. Природа примеси	3. Приведенная скорость пара
2. Давление пара	4. Высота парового объёма

28. Общий коэффициент уноса примеси с насыщенным паром определяется по формуле (где: ω - влажность пара, $\rho_{\text{п}}$, $\rho_{\text{в}}$ – плотности пара и воды, $K_{\text{р}}$ – коэффициент уноса примеси насыщенным паром за счет непосредственной растворимости примеси в паре, n - координационное число примеси):	
1. $K = K_{\text{р}} + \omega, \%$	3. $K = \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{п}}} \cdot 100, \%$
2. $K = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{в}}} \cdot 100, \%$	4. $K = \left(\frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{п}}}\right)^n \cdot 100, \%$

29. Влажность пара по солевой методике может быть определена по формуле (где $S_{\text{п}}$ и $S_{\text{в}}$ – солесодержание проб пара и испаряемой воды):	
1. $\omega = (S_{\text{п}}/S_{\text{в}}) \cdot 100, \%$	3. $\omega = (S_{\text{п}}/S_{\text{в}}) \cdot 100, \%$
2. $\omega = S_{\text{п}}/(S_{\text{п}}+S_{\text{в}}) \cdot 100, \%$	4. $\omega = S_{\text{в}}/(S_{\text{п}}+S_{\text{в}}) \cdot 100, \%$

Вопрос 8. Основными факторами, влияющими на загрязнение насыщенного пара примесями являются (несколько правильных ответов)	
1. Капельный унос	3. Унос шлама
2. Растворимость в паре минеральных примесей	4. Растворимость в паре органических примесей

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

3.1. Типовые задания по контрольной работе

(для студентов заочной формы обучения)

Задание по контрольной работе выдается студентам заочной формы обучения с целью контроля качества их самостоятельной работы. Контрольная работа предполагает выполнение расчетного задания.

Расчетное задание

1. Для парового котла НД/СД выполнить расчет погруженного и потолочного парораспределительных дырчатых щитов. Выполнить эскизы дырчатых щитов. Радиус отверстий принять 5 мм.

2. Определить минимально-допустимый действительный и весовой уровни воды над погруженным дырчатым листом при работе котла на воде докритического и закритического солесодержания.

3. Построить графики:

- изменения истинного объёмного паросодержания по высоте барботажного слоя;
- изменения влажности пара от высоты парового объёма при работе котла на номинальной нагрузке на воде докритического и закритического солесодержания.
- изменения влажности пара на входе в потолочный дырчатый щит в зависимости от нагрузки котла (приведенной скорости пара) на воде докритического и закритического солесодержания. Исходные данные выбираются из таблицы 3.

Таблица 3 – Исходные данные для выполнения расчетного задания

№ варианта	Паропроизводительность, т/ч	Рабочее давление пара в котле, МПа	Внутренний диаметр барабана, мм	Длина барабана, м
1	1,6	0,7	800	2,5
2	2,5	0,75	800	3,0
3	4,0	0,65	850	3,5
4	6,5	1,0	900	3,5
5	9,0	1,5	1000	4,5
6	10,0	1,6	1000	4,5
7	15,0	1,4	1200	5,0

8	16,0	1,6	1200	5,0
9	18,0	1,8	1200	6,0
10	20,0	2,0	1300	8,0
11	25,0	2,5	1300	8,0
12	30,0	3,0	1400	10,0
13	35,0	3,0	1400	10,0
14	50,0	4,0	1500	12,0
15	75,0	4,0	1500	15,0

Оценивание результатов сдачи контрольной работы («зачтено» или «не зачтено») осуществляется в соответствии с критериями, указанными в таблице 4.

Таблица 4 – Система оценок и критерии оценивания расчётного задания

Система оценок		Критерий
«отлично»	Зачтено	Методика и порядок расчёта верные. Ошибки отсутствуют, либо имеются несущественные вычислительные ошибки
«хорошо»		Методика и порядок расчёта верные. Имеются вычислительные ошибки, обусловленные невнимательностью при расчётах, которые не привели к существенному искажению результата
«удовлетворительно»		Имеются незначительные ошибки в методологии, ошибки в промежуточных расчётах, обусловленные неполным пониманием принципа расчёта, при этом конечный результат имеет приемлемые отклонения
«не удовлетворительно»	Не зачтено	Применена неверная методология, нарушен порядок расчёта, имеется серьёзная системная ошибка, обусловленная непониманием принципа расчёта и приведшие к ошибочному результату

4 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

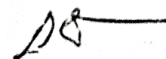
Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Методы исследования процессов генерации пара в теплоэнергетических установках» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

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

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен заведующим кафедрой энергетики.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен заведующим кафедрой энергетики

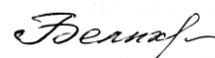
Заведующий кафедрой



В.Ф. Белей

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен методической комиссией института морских технологий, энергетики и строительства протокол № 6 от 26.08.2025.

Председатель методической комиссии ИМТЭС



О.А. Белых