



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

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УРОПС

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

морских технологий, энергетики и строительства

РАЗРАБОТЧИК

кафедра энергетики

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/ индикаторами достижения компетенции
<p>ПК-4: Способен использовать современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах, планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, давать практические рекомендации по их внедрению в производство</p>	<p>ПК-4.2: Обосновывает выбор методов исследования процессов генерации пара в теплоэнергетических установках с использованием современных достижений науки и технологий с представлением результатов, рекомендуемых к практическому внедрению на производстве.</p>	<p>Методы исследования процессов генерации пара в теплоэнергетических установках</p>	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 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

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/ индикаторами достижения компетенции
			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.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- задание по расчетно-графической работе.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, относятся экзаменационные вопросы по дисциплине.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1 Тестовые задания по дисциплине представлены в Приложении № 1. Целью тестирования является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на занятиях и в процессе самостоятельной работы; проведение тестирования позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.

Оценивание осуществляется по следующим критериям, приведенным в таблице 2:

- «зачтено» – 41-100 % правильных ответов на заданные вопросы;
- «не зачтено» – 0-40 % правильных ответов.

3.2 Задание по расчетно-графической работе выдается студентам с целью контроля качества их самостоятельной работы. Расчетно-графическая работа предполагает выполнение задания, для которого разработано 15 вариантов. Типовое задание приведено в Приложении № 2. Вариант задания определяется преподавателем.

Выполненную работу студенты сдают на проверку преподавателю, который делает замечания и пишет рецензию. В случае отсутствия серьезных замечаний студент допускается к защите расчетно-графической работы. При наличии серьезных замечаний работа направляется на доработку. Консультации по выполнению расчетно-графической работы, её проверка и защита проводятся преподавателем в часы индивидуальных консультаций. Студент, самостоятельно выполнивший задание и обладающий полнотой знаний в отношении изучаемых объектов, получает оценку «зачтено». Система оценивания и критерии оценки расчетно-графической работы представлены в таблице 2.

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К экзамену допускаются студенты, получившие положительную оценку («зачтено») по результатам выполнения и защиты расчетно-графической работы и тестирования. Экзаменационный билет содержит два вопроса. Типовые экзаменационные вопросы приведены в Приложении № 3.

4.2 Экзаменационная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») является экспертной, зависит от уровня освоения студентом тем дисциплины (наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на экзаменационные вопросы) и выставляется в соответствии с критериями, указанными в таблице 2.

Универсальная система оценивания результатов обучения, приведенная в таблице 2, 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 – Система и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Критерий	«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 полной системой 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

5 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.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры энергетики (протокол № 4 от 29.03.2022).

Заведующий кафедрой



В.Ф. Белей

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Вариант 1

ПК-4: Способен использовать современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах, планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, давать практические рекомендации по их внедрению в производство.

Индикатор ПК-4.2: Обосновывает выбор методов исследования процессов генерации пара в теплоэнергетических установках с использованием современных достижений науки и технологий с представлением результатов, рекомендуемых к практическому внедрению на производстве.

Вопрос 1. На экспериментальных стендах для исследования процессов генерации пара НЕ применяют:

1. Высокочастотный обогрев	3. Обогрев с помощью пламени
2. Электроконтактный обогрев	4. Обогрев с помощью ТЭНов

Вопрос 2. Для хранения проб пара, конденсата обычно применяют:

1. Стеклоянную посуду	3. Пробоотборные ёмкости из малоуглеродистой стали
2. Посуду из полиэтилена	4. Медную посуду

Вопрос 3. Представительная проба из неподвижного парового объёма отбирается:

1. Статическим зондом	3. Цилиндрическим насадком
2. Динамическим зондом	4. Изокинетическим зондом

Вопрос 4. Принцип отбора представительной пробы из потока влажного пара изокинетическим зондом предусматривает:

1. Неравенство скоростей движения среды в потоке и в устье зонда $W_{пот} > W_{вх}$	3. Строгое равенство скоростей движения среды в потоке и в устье зонда $W_{пот} = W_{вх}$
2. Нестрогое равенство скоростей движения среды в потоке и в устье зонда $W_{пот} \leq W_{вх}$	4. Неравенство скоростей движения среды в потоке и в устье зонда $W_{пот} < W_{вх}$

Вопрос 5. Для измерения концентрации жидкой фазы в потоке влажного насыщенного пара применяют:

1. Солевой метод	3. Радиоизотопный метод
2. Просвечивание гамма-лучами	4. Электродиффузионный метод

Вопрос 6. Для измерения действительного, физического уровня жидкой фазы в экспериментальных стендах применяют:

1. Гидростатические измерители уровня	3. Электромагнитные измерители уровня
2. Электрические измерители уровня	4. Просвечивание гамма-лучами

Вопрос 7. Истинным объемным паросодержанием двухфазного парожидкостного потока в экспериментальной барботажной колонке называют:

1. Отношение массового расхода пара в данном сечении колонки к массовому расходу парожидкостной смеси	3. Отношение объемного расхода пара в данном сечении колонки к объемному расходу парожидкостной смеси
2. Отношение площади поперечного сечения, занятого паром, к полной площади поперечного сечения колонки	4. Произведение объемного расхода парожидкостной смеси в данном сечении на её массовую скорость

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

Вопрос 9. Высота барботажного слоя над погруженным парораспределительным дырчатым щитом определяется по формуле (где h_{yp} - весовой уровень над дырчатым щитом, $h_{пз}$ - высота переходной зоны, φ - истинное объемное паросодержание барботажного слоя):

1. $h = h_{yp}/(1 + \varphi) + h_{пз}/2$	3. $h = h_{yp}/(1 - \varphi) + h_{пз}/2$
2. $h = h_{yp}/(1 - \varphi) + 2h_{пз}$	4. $h = h_{yp}/(1 - \varphi) + h_{пз}$

Вопрос 10. Избирательный унос примесей насыщенным паром за счет растворимости имеет место:

1. При $P \geq 7,0$ МПа	3. При $P \geq 15,0$ МПа
2. При $P \leq 4,0$ МПа	4. При $P \leq 1,0$ МПа

Вопрос 11. Общая необходимая площадь сечения отверстий потолочного парораспределительного дырчатого щита в барабане котла зависит от (возможны два правильных ответа):

1. Уровня воды в барабане котла	3. Соле содержания испаряемой воды
2. Паропроизводительности котла	4. Давления пара

Вопрос 12. Влажность пара в барабане котла на входе в сепаратор рассчитывается по формуле (где: W - приведенная к «зеркалу испарения» скорость пара в барабане котла, м/с, $H_{сеп}$ - высота парового объема от «зеркала испарения» до жалюзийного сепаратора, M - коэффициент, учитывающий физические параметры пара и воды):

1. $\omega_{ex} = M \cdot \frac{W^{2,76}}{H_{сеп}^{2,3}}$	3. $\omega_{ex} = M \cdot \frac{W}{H_{сеп}^{2,3}}$
2. $\omega_{ex} = M \cdot \frac{W}{H_{сеп}}$	4. $\omega_{ex} = M \cdot \frac{W^{2,76}}{H_{сеп}}$

Вопрос 13. Для изучения паросепарационных процессов могут применять (несколько правильных ответов)

1. Барботажные пароводяные стенды	3. Статические стенды с упариванием раствора путём мгновенного вскипания
2. Статические стенды с упариванием рас-	4. Атмосферные водо-воздушные стенды

твора путём барботажа	
-----------------------	--

Вопрос 14. 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_u - потери на ускорение)

1. $\Delta P_{полн} = \Delta P_g + \Delta P_{тр} + \Delta P_u$	3. $\Delta P_{полн} = \Delta P_g + \Delta P_{тр}$
2. $\Delta P_{полн} = \Delta P_g \cdot \Delta P_{тр} \cdot \Delta P_u$	4. $\Delta P_{полн} = \Delta P_g + \Delta P_u$

Вопрос 15. Концентрация иона натрия в пробе пара, конденсата может определяться:

1. Фотоэлектрокалориметром	3. Пламенной фотометрией
2. Титрованием раствором Трилона Б	2. Титрованием раствором азотнокислой ртути

Вариант 2

ПК-4: Способен использовать современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах, планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, давать практические рекомендации по их внедрению в производство.

Индикатор ПК-4.2: Обосновывает выбор методов исследования процессов генерации пара в теплоэнергетических установках с использованием современных достижений науки и технологий с представлением результатов, рекомендуемых к практическому внедрению на производстве.

Вопрос 1. Масштабный эффект экспериментальной установки для исследования процессов генерации пара НЕ оказывает влияние на изучение:

1. Процессов барботажа пара через слой воды	3. Процессов растворимости примесей в воде и паре
2. Процессов капельного уноса	4. Процессов сепарации пара

Вопрос 2. К преимуществам компенсационного метода электрообогрева для снижения потерь тепла на экспериментальном участке стенда относят:

1. Большую инерционность системы	3. Вероятность отклонения температуры поверхности от температуры среды
2. Возможность регулирования величины тепловых потерь	4. Мощную тепловую изоляцию

Вопрос 3. При длительном хранении чистой пробы пара, конденсата, или дистиллята в закрытой стеклянной посуде происходит загрязнение пробы:

1. Ионами натрия	3. Ионами водорода
2. Бикарбонатом кальция	4. Хлоридами

Вопрос 4. Представительная проба из потока влажного пара отбирается:

1. Статическим зондом	3. Цилиндрическим насадком
2. Динамическим зондом	4. Изокинетическим зондом

Вопрос 5. В исследованиях поведения веществ, растворенных в воде, представительную пробу жидкой фазы отбирают:

1. Из зоны наименее активного перемешивания жидкой фазы	3. Из зоны неподвижной жидкой фазы
2. Случайным образом	4. Из зоны наиболее активного перемешивания жидкой фазы

Вопрос 6. При отборе пробы изокинетическим зондом из потока влажного пара обогащение пробы примесями происходит:

1. При неравенстве скоростей движения среды в потоке и в устье зонда $W_{пот} > W_{вх}$	3. При строгом равенстве скоростей движения среды в потоке и в устье зонда $W_{пот} = W_{вх}$
2. При нестрогом равенстве скоростей движения среды в потоке и в устье зонда $W_{пот} \geq W_{вх}$	4. При неравенстве скоростей движения среды в потоке и в устье зонда $W_{пот} < W_{вх}$

Вопрос 7. Для измерения весового уровня жидкой фазы в экспериментальных стендах применяют:

1. Гидростатические измерители уровня	3. Радиоизотопные уровнемеры
2. Ультразвуковые уровнемеры	4. Просвечивание гамма-лучами

Вопрос 8. Для измерения среднего паросодержания, поля концентраций фаз по сечению и длине экспериментального участка применяют:

1. Солевой метод	3. Радиоизотопный метод
2. Высокочастотный метод	4. Электродиффузионный метод

Вопрос 9. НЕ образуют твёрдые водонерастворимые отложения в экспериментальных установках:

1. Соединения меди	3. Хлорид натрия
2. Соединения кремниевой кислоты	4. Гидрокомплексы железа

Вопрос 10. На растворимость примесей в насыщенном паре НЕ влияет:

1. Природа примеси	3. Приведенная скорость пара
2. Давление пара	4. Высота парового объёма

Вопрос 11. Общий коэффициент уноса примеси с насыщенным паром определяется по формуле (где: ω - влажность пара, $\rho_{п}$, $\rho_{в}$ – плотности пара и воды, K_p – коэффициент уноса примеси насыщенным паром за счет непосредственной растворимости примеси в паре, n - координационное число примеси):

1. $K = K_p + \omega, \%$	3. $K = \frac{\rho_{в}}{\rho_{п}} \cdot 100, \%$
2. $K = \frac{\rho_{п}}{\rho_{в}} \cdot 100, \%$	4. $K = \left(\frac{\rho_{в}}{\rho_{п}}\right)^n \cdot 100, \%$

Вопрос 12. Для измерения распределения веществ между водой и паром за чет растворимости насыщенного пара применяют (несколько правильных ответов)

1. Просвечивание гамма-лучами	3. Радиоизотопный метод
2. Солевой метод	4. Электродиффузионный метод

Вопрос 13. Влажность пара по солевой методике может быть определена по формуле (где S_n и S_v – 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 14. Для идентификации режимов движения пароводяной смеси в обогреваемых парогенерирующих каналах могут применять:

1. Однолучевую схему измерения методом импульсной оптической голографии	3. Однолучевую схему измерения методом непрерывной оптической голографии
2. Двухлучевую схему измерения методом импульсной оптической голографии	4. Двухлучевую схему измерения методом непрерывной оптической голографии

Вопрос 15. Концентрация иона натрия в пробе пара, конденсата может определяться:

1. Фотоэлектрокалориметром	3. Потенциометрическим методом с помощью ионоселективного электрода
2. Титрованием раствором Трилона Б	2. Титрованием раствором азотной кислоты

Вариант 3

ПК-4: Способен использовать современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах, планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, давать практические рекомендации по их внедрению в производство.

Индикатор ПК-4.2: Обосновывает выбор методов исследования процессов генерации пара в теплоэнергетических установках с использованием современных достижений науки и технологий с представлением результатов, рекомендуемых к практическому внедрению на производстве.

Вопрос 1. Наименьшую плотность теплового потока при обогреве экспериментального участка обеспечивает:

1. Высокочастотный обогрев	3. Прямой нагрев электрическим током
2. Обогрев жидкостью, или паром	4. Излучение от твёрдого тела

Вопрос 2. Для снижения потерь тепла на экспериментальном участке стенда для исследования процессов генерации пара НЕ применяют:

1. Паровые рубашки	3. Обогрев током высокой частоты
2. Компенсационные электрические нагреватели	4. Теплоизоляционные оболочки

Вопрос 3. При длительном хранении пробы пара, конденсата, или дистиллята в открытой посуде в лаборатории происходит загрязнение пробы:

1. Углекислым газом	3. Атмосферной влагой
2. Частицами пыли	4. Оксидами азота

<i>Вопрос 4. Наименьшей сорбцией примесей из проб воды обладает:</i>	
1. Стеклянная посуда	3. Посуда из малоуглеродистой стали
2. Посуда из полиэтилена	4. Медная посуда

<i>Вопрос 5. Наименьшая погрешность при отборе представительной пробы из потока влажного пара наблюдается:</i>	
1. При использовании изокINETического зонда	3. При отборе пробы после полной конденсации всего потока пара
2. При использовании динамического зонда	4. При использовании цилиндрического насадка

<i>Вопрос 6. При отборе пробы изокINETическим зондом из потока влажного пара обеднение пробы примесями происходит:</i>	
1. При неравенстве скоростей движения среды в потоке и в устье зонда $W_{пот} > W_{вх}$	3. При строгом равенстве скоростей движения среды в потоке и в устье зонда $W_{пот} = W_{вх}$
2. При нестрогом равенстве скоростей движения среды в потоке и в устье зонда $W_{пот} \leq W_{вх}$	4. При неравенстве скоростей движения среды в потоке и в устье зонда $W_{пот} < W_{вх}$

<i>Вопрос 7. Действительный, физический уровень воды в экспериментальном барботажном стенде</i>	
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

<i>Вопрос 8. Для измерения среднего объёмного паросодержания в большом объёме двухфазного потока применяют:</i>	
1. Солевой метод	3. Радиоизотопный метод
2. Механический метод отсечки объёма из потока рабочей среды	4. Электродиффузионный метод

<i>Вопрос 9. В насыщенном паре лучше остальных примесей растворяется:</i>	
1. Хлорид натрия	3. Соединения кремниевой кислоты
2. Гидрокомплексы железа	4. Соединения меди

<i>Вопрос 10. Общая необходимая площадь сечения отверстий погруженного парораспределительного дырчатого щита зависит от... (несколько правильных ответов)</i>	
1. Уровня воды в барботажной колонке стенда	3. Солесодержания испаряемой воды
2. Приведенной скорости пара	4. Давления пара

<i>Вопрос 11. Расходным массовым паросодержанием двухфазного парожидкостного потока, двигающегося в вертикальном канале, называют:</i>	
1. Отношение массового расхода пара в	3. Отношение объёмного расхода пара в

данном сечении трубы к массовому расходу парожидкостной смеси	данном сечении трубы к объёмному расходу парожидкостной смеси
2. Отношение площади поперечного сечения, занятого паром, к полной площади поперечного сечения канала	4. Отношение площади поперечного сечения, занятого паром, к объёмному расходу парожидкостной смеси

Вопрос 12. Коэффициент уноса примеси насыщенным паром за счет непосредственной растворимости примеси в паре определяется по формуле (где: ω - влажность пара, $\rho_{\text{п}}$, $\rho_{\text{в}}$ – плотности пара и воды, K – общий коэффициент уноса примеси насыщенным паром, n - координационное число примеси):

1. $K_p = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{в}}} \cdot 100, \%$	3. $K_p = K + \omega \cdot 100, \%$
2. $K_p = \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{п}}} \cdot 100, \%$	4. $K_p = \left(\frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{п}}}\right)^n \cdot 100, \%$

Вопрос 13. Исследование отложений на поверхностях нагрева, работающих в условиях естественной циркуляции, производится (несколько правильных ответов)

1. На экспериментальных стендах с разомкнутой схемой парообразования	3. На экспериментальных стендах с замкнутой схемой парообразования
2. На атмосферных водо-воздушных стендах	4. На водо-воздушных стендах с избыточным давлением

Вопрос 14. Измерение расхода однофазного потока пара может производиться

1. Дроссельной диафрагмой и дифференциальным манометром	3. Электромагнитным расходомером.
2. Ультразвуковым методом.	4. Пневмометрическим методом

Вопрос 15. Концентрация соединений кремниевой кислоты в пробе пара, конденсата может определяться:

1. Фотоэлектрокалориметром	3. Потенциометрическим методом с помощью ионоселективного электрода
2. Пламенной фотометрией	2. Титрованием раствором азотнокислой ртути

Приложение № 2

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

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 П.1.

Таблица П.1 – Исходные данные для выполнения РГР

№ 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

Приложение № 3

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЭКЗАМЕН)
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Экспериментальные установки для исследования капельного уноса. Схемы установок. Методика проведения исследований. Преимущества и недостатки. Область применения получаемых результатов.

2. Солевой метод изучения структуры рабочей среды.

3. Статические и динамические методы исследования растворимости веществ в водяном теплоносителе при докритических и сверхкритических давлениях. Схемы установок. Методика проведения исследований. Преимущества и недостатки.

4. Техника отбора и хранения проб пара и воды. Отбор представительных проб пара из объёма и двухфазного потока.

5. Статические и динамические методы исследования растворимости веществ в насыщенном водяном паре и коэффициента распределения примесей Кр. Схемы установок. Методика проведения исследований. Преимущества и недостатки.

6. Адиабатные и теплоизоляционные оболочки экспериментальных установок. Принципиальные схемы. Преимущества и недостатки. Область применения.

7. Экспериментальные установки для исследования отложений примесей водного теплоносителя на поверхностях при естественной и принудительной циркуляции. Схемы установок. Методика проведения исследований. Преимущества и недостатки. Область применения получаемых результатов.

8. Радиоизотопный метод изучения структуры потока рабочей среды. Принципиальные схемы. Преимущества и недостатки. Область применения.

9. Экспериментальные установки прямоточного типа для исследования отложений примесей водного теплоносителя на обогреваемых поверхностях. Схемы установок. Методика проведения исследований. Преимущества и недостатки. Область применения получаемых результатов

10. Методы измерения физического и весового уровня воды в экспериментальных установках. Принципиальные схемы. Преимущества и недостатки. Область применения.

11. Экспериментальные методы исследования теплообмена при пузырьковом кипении. Принципиальные схемы. Методика проведения исследований. Преимущества и недостатки. Область применения получаемых результатов.

12. Измерение температуры потока и твёрдых тел в экспериментальных установках. Принципиальные схемы. Преимущества и недостатки. Область применения.

13. Экспериментальные установки для исследования напорного движения пароводяной смеси в вертикальных и наклонных трубах. Принципиальные схемы. Методика проведения исследований. Преимущества и недостатки. Область применения получаемых результатов.

14. Измерение расходов рабочей среды. Классификация и область применения. Принципиальные схемы. Преимущества и недостатки. Тепловые и тахометрические расходомеры. Измерение скорости в пограничном слое.

15. Экспериментальные установки для исследования эффективности паросепарационных устройств. Схемы установок. Методика проведения исследований. Преимущества и недостатки. Область применения получаемых результатов.

16. Оптические методы исследования структуры потока рабочего тела. Теневые и интерферометрические методы. Использование оптической голографии. Методика проведения исследований. Преимущества и недостатки. Область применения получаемых результатов.

17. Статические и динамические методы исследования растворимости веществ в перегретом водяном паре и коэффициента распределения примесей Кр при докритических и сверхкритических давлениях. Схемы установок. Методика проведения исследований. Преимущества и недостатки. Область применения получаемых результатов.

18. Методы обогрева экспериментальных установок. Классификация и область применения. Принципиальные схемы. Преимущества и недостатки.

19. Определение давлений и их перепадов. Классификация и область применения. Принципиальные схемы. Преимущества и недостатки. Измерение статического и динамического давления. Измерение вакуума.

20. Экспериментальные методы исследования теплообмена при плёночном кипении и критических тепловых нагрузок. Принципиальные схемы. Методика проведения исследований. Преимущества и недостатки. Область применения получаемых результатов.