



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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР
Н.А. Кострикова
18.05.2022

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине
программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
(приложение к рабочей программе дисциплины)

**ПРОЦЕССЫ ГЕНЕРАЦИИ ПАРА В СУДОВЫХ ПАРОВЫХ КОТЛАХ И
ДИСТИЛЛЯЦИОННЫХ ОПРЕСНИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ**

Группа научных специальностей
2.5 Машиностроение

Научная специальность

**2.5.20. СУДОВЫЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ
(ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)**

Отрасль науки: технические науки

Институт морских технологий, энергетики и строительства.

РАЗРАБОТЧИК	Кафедра энергетики
ВЕРСИЯ	1
ДАТА ВЫПУСКА	14.02.2022

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины **«Процессы генерации пара в судовых паровых котлах и дистилляционных опреснительных установках»** являются:

- формирование у аспирантов знаний о процессах гидродинамики и теплообмена в парожидкостной среде, имеющих место в судовых вспомогательных и главных паровых котлах, а также дистилляционных опреснительных установках, позволяющих определить размеры теплопередающей поверхностей и парового пространства этих аппаратов, повысить надёжность их работы, качество вырабатываемого пара (дистиллята);

- привитие навыков у обучающихся в организации экспериментальных исследований в этой области: выбор типа и масштаба экспериментальной установки, создание необходимых тепловых нагрузок и термостатирования экспериментального участка, обучение технике отбора и хранения представительных проб пара, дистиллята, конденсата и воды;

- ознакомление с методами измерения специфичными для исследования процессов генерации пара (структуры двухфазного потока, уровня кипящей жидкости и т.д.) и приёмами исследования отдельных процессов и экспериментальными установками.

В результате изучения дисциплины **«Процессы генерации пара в судовых паровых котлах и дистилляционных опреснительных установках»** аспирант должен:

Знать:

- конструкцию, рабочие процессы главных и вспомогательных двигателей и другого судового оборудования; технологию их обслуживания и эксплуатации, методы диагностирования их технического состояния; методы моделирования;

- влияние конструктивных параметров судовых котельных, паропроизводящих и опреснительных установок, их технического состояния и параметров окружающей среды на экономичность и надёжность их работы;

- пути интенсификации теплообмена при кипении воды в судовых котлах и дистилляционных опреснительных установках;

- способы повышения надёжности естественной и принудительной циркуляции;

- технику отбора и хранения представительных проб пара, дистиллята, конденсата и воды, а также методику определения действительного уровня кипящей воды по показаниям водоуказательной колонки;

- современные способы борьбы с отложениями на обогреваемых и необогреваемых поверхностях судовых котлов и опреснительных установок;

Фонд оценочных средств по дисциплине
«ПРОЦЕССЫ ГЕНЕРАЦИИ ПАРА В СУДОВЫХ ПАРОВЫХ КОТЛАХ И ДИСТИЛЛЯЦИОННЫХ ОПРЕСНИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ»

- методику расчета капельного уноса и паросепарационных устройств при проектировании судовых паровых котлов и опреснителей.

Уметь:

- анализировать различные варианты решения исследовательских и практических задач с учетом возможных преимуществ или недостатков реализации этих вариантов с учетом ограничений и располагаемых ресурсов;

- следовать нормам, принятым в научном общении в период работы в российских и международных исследовательских коллективах; осуществлять личностный выбор и оценивать последствия принятых решений с учетом ответственности перед собой, коллективом и обществом;

- применять теоретические и экспериментальные методы исследований, измерительно-диагностическую аппаратуру, исследовательские установки;

- анализировать существующие методы исследования, выявлять их недостатки и разрабатывать новые методы;

- анализировать влияние конструктивных параметров судовых котельных, паропроизводящих и опреснительных установок, их технического состояния и параметров окружающей среды на экономичность и надежность их работы;

- производить оптимизационные расчеты теплопередающих поверхностей нагрева и конденсации вакуумных утилизационных, и адиабатных опреснителей, а также судовых испарителей плёночного типа с компрессионным сжатием вторичного пара;

- определять полезный и движущий напоры циркуляции, рассчитывать производительность и гидравлические характеристики циркуляционных контуров судовых котлов;

- оценивать потенциальное количество накипи, образующееся в судовых опреснителях при различных условиях испарения морской воды;

- проектировать экспериментальные установки для изучения процессов генерации пара.

Владеть:

- навыками применения системы знаний при разработке программ и проведении научно-исследовательских работ.

- теоретическими и экспериментальными методами исследований, измерительно-диагностической аппаратурой; методами разработки новых исследовательских установок.

- навыками анализа существующих методов исследования и разработки новых методов;

Фонд оценочных средств по дисциплине
«ПРОЦЕССЫ ГЕНЕРАЦИИ ПАРА В СУДОВЫХ ПАРОВЫХ КОТЛАХ И ДИСТИЛЛЯЦИОННЫХ ОПРЕСНИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ»

- методами анализа влияния конструктивных и эксплуатационных факторов, технического состояния судовых котельных, паропроизводящих и опреснительных установок на параметры и надежность их работы.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины **«Процессы генерации пара в судовых паровых котлах и дистилляционных опреснительных установках»** используются:

- оценочные средства текущего контроля;

2.2 К оценочным средствам текущего контроля относятся:

- задания для самостоятельной работы.

2.3. К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине относятся:

- вопросы к зачету.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Задания для самостоятельной работы выполняются аспирантами индивидуально с целью приобретения умений применять теоретические модели на практике для решения прикладных задач. Индивидуальные задания выполняются в рамках предусмотренных программой типовых заданий для самостоятельной работы.

Перечень типовых индивидуальных заданий для самостоятельной работы приведен в Приложении 1. Пример содержания индивидуального задания приведён в Приложении 2

Краткая характеристика оценочных средств текущего контроля освоения дисциплины «Процессы генерации пара в судовых паровых котлах и дистилляционных опреснительных установках» в аспирантуре, а также формы их представления в Фонде оценочных средств приведена в Таблице 1.

Таблица 1 – «Процессы генерации пара в судовых паровых котлах и дистилляционных опреснительных установках»

Фонд оценочных средств по дисциплине
«ПРОЦЕССЫ ГЕНЕРАЦИИ ПАРА В СУДОВЫХ ПАРОВЫХ КОТЛАХ И ДИСТИЛЛЯЦИОННЫХ ОПРЕСНИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ»

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
Индивидуальные задания	Продукт самостоятельной работы аспиранта, представляющий собой завершенную учебно-исследовательскую работу по актуальным проблемам дисциплины, оформленную в соответствии с правилами представления результатов научно-исследовательской деятельности.	Перечень типовых индивидуальных заданий для практических занятий (Приложения 1, 2)

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточная аттестация по дисциплине «**Процессы генерации пара в судовых паровых котлах и дистилляционных опреснительных установках**» предусмотрена в форме зачета.

К зачету допускаются аспиранты, получившие положительную оценку по результатам аудиторных занятий и самостоятельной работы. Зачет по дисциплине проводится при условии выполнения индивидуального задания и плана самостоятельной работы. Перечень вопросов к зачету приведен в Приложении 3.

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 найти необходимую информацию, либо в состоянии находить	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать не-	Может найти, систематизировать необходимую информа-

Фонд оценочных средств по дисциплине
 «ПРОЦЕССЫ ГЕНЕРАЦИИ ПАРА В СУДОВЫХ ПАРОВЫХ КОТЛАХ И ДИСТИЛЛЯЦИОННЫХ ОПРЕСНИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ»

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи		обходимую информацию в рамках поставленной задачи	цию, 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 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

Фонд оценочных средств по дисциплине
«ПРОЦЕССЫ ГЕНЕРАЦИИ ПАРА В СУДОВЫХ ПАРОВЫХ КОТЛАХ И ДИСТИЛЛЯЦИОННЫХ ОПРЕСНИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ»

5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине **«Процессы генерации пара в судовых паровых котлах и дистилляционных опреснительных установках»** представляет собой образовательный компонент программы по подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности **2.5.20. Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)**.

Авторы фонда – А.В. Толмачев., к.т.н., доцент кафедры энергетики
А.Г. Филонов к.т.н., доцент кафедры энергетики

Фонд оценочных средств по дисциплине рассмотрен и одобрен на заседании кафедры энергетики (протокол № 3 от 14.02.2022 г.).

Заведующий кафедрой энергетики

д.т.н., профессор В.Ф. Белей

Согласовано:

Зам. директора по НиМД ИМТЭС

Е.С. Землякова

Начальник УПК ВНК

Н.Ю. Ключко

**ПЕРЕЧЕНЬ ТИПОВЫХ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ПРОЦЕССЫ ГЕНЕРАЦИИ ПАРА В СУДОВЫХ ПАРОВЫХ КОТЛАХ
И ДИСТИЛЛЯЦИОННЫХ ОПРЕСНИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ»**

1. Расчет теплообмена в парогенерирующих трубах судовых паровых котлов.
2. Расчет теплообмена при кипении морской воды и конденсации пара в судовых вакуумных утилизационных опреснителях и испарителях плёночного типа.
3. Определение движущего напора и тепловосприятий рядов подъёмных парогенерирующих труб судовых паровых котлов.
4. Расчет естественной циркуляции воды в судовых паровых котлах.
5. Построение гидравлических характеристик циркуляционных контуров судовых паровых котлов. Проверка надёжности контура циркуляции.
6. Определение основных характеристик гидродинамики водяного объёма при барботаже пара. Определение действительного, физического уровня воды в судовом паровом котле, опреснительной установке.
7. Определение конструктивных характеристик погруженного парораспределительного и потолочного пароприёмного дырчатых листов судовых паровых котлов.
8. Расчет капельного уноса в камерах испарения вакуумных утилизационных и адиабатных опреснителей. Определение теоретической и фактической влажности пара судового парового котла на различных режимах его работы.
9. Расчет гидродинамической устойчивости барботажного слоя в паропромывочном устройстве судовой опреснительной установки.
10. Расчет теоретической солёности дистиллята в судовых вакуумных утилизационных и адиабатных опреснителях.

**ПРИМЕР СОДЕРЖАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ПРОЦЕССЫ ГЕНЕРАЦИИ ПАРА В СУДОВЫХ ПАРОВЫХ КОТЛАХ
И ДИСТИЛЛЯЦИОННЫХ ОПРЕСНИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ»**

1. Для вспомогательного судового парового котла типа КАВ выполнить расчет погруженного и потолочного парораспределительного дырчатых щитов. Выполнить эскизы дырчатых щитов.
 2. Определить минимально-допустимый действительный и весовой уровни воды над 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 1. Длина и диаметр пароводяного коллектора котла выбираются по прототипу.

Таблица 1

Исходные данные для выполнения индивидуального задания

№ варианта	Паропроизводительность, т/ч	Рабочее давление пара в котле, МПа	Прототип
1	1,6	0,7	КАВ 1,6/7
2	1,7	0,8	КАВ 1,6/7
3	2,5	0,75	КАВ 2,5/7
4	3,0	0,85	КАВ 2,5/7
5	3,5	0,6	КАВ 4/7
6	4,0	0,65	КАВ 4/7
7	6,3	0,9	КАВ 6,3/7
8	6,5	1,0	КАВ 6,3/7
9	9,0	1,5	КАВ 10/16
10	10,0	1,6	КАВ 10/16
11	15,0	1,4	КАВ 16/16
12	16,0	1,6	КАВ 16/16

**ПЕРЕЧЕНЬ ТИПОВЫХ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ ДЛЯ ЗАЧЕТА ПО
ДИСЦИПЛИНЕ «ПРОЦЕССЫ ГЕНЕРАЦИИ ПАРА В СУДОВЫХ ПАРОВЫХ
КОТЛАХ И ДИСТИЛЛЯЦИОННЫХ ОПРЕСНИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ»**

1. Расчет теплообмена в парогенерирующих трубах судовых паровых котлов
2. Расчет теплообмена в парогенерирующих трубах судовых опреснителей.
3. Процесс барботажа пара через жидкость. Расчет основных характеристик барботажного слоя на пресной и солёной воде.
4. Особенности кипения перегретой морской воды в камерах испарения вакуумных адиабатных опреснителей.
5. Особенности пленочного испарения морской воды в судовых опреснителях с компрессионным сжатием вторичного пара.
6. Отложение примесей водного теплоносителя на обогреваемых поверхностях судовых котлов и опреснительных установок.
7. Унос капель кипящей воды насыщенным паром в судовых паровых котлах.
8. Унос капель кипящей воды вторичным паром в судовых опреснительных установках.
9. Паросепарационные устройства судовых паровых котлов. Методика расчета их эффективности.
10. Паросепарационные устройства судовых опреснителей. Методика расчета их эффективности.
11. Методы измерений в исследованиях процессов генерации пара. Измерительная техника, область её применения, преимущества и недостатки.
12. Техника отбора и хранения представительных проб пара, дистиллята, конденсата и воды.
13. Методика определения теоретической солёности дистиллята в судовых вакуумных утилизационных и адиабатных опреснителях.
14. Методика оценки потенциального количества накипи, образующегося в судовых опреснителях при различных условиях испарения морской воды.
15. Водопереточные устройства судовых опреснителей адиабатного типа. Методика определения их основных геометрических размеров.
16. Определение основных размеров камер испарения судовых опреснителей
17. Экспериментальные установки для исследования теплообмена в судовых паровых котлах и опреснителях. Методика проведения исследований.
18. Экспериментальные установки для исследования растворимости примесей в насыщенном паре. Методика проведения исследований.
19. Экспериментальные установки для исследования отложений примесей водного теплоносителя на обогреваемых поверхностях судовых котлов и опреснительных установок. Методика проведения исследований.
20. Экспериментальные установки для исследования капельного уноса в судовых опреснителях. Методика проведения исследований.
21. Экспериментальные установки для исследования эффективности паросепарационных устройств судовых опреснителей. Методика проведения исследований.