



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

Рабочая программа дисциплины  
программы подготовки научных и научно-педагогических кадров  
в аспирантуре ФГБОУ ВО «КГТУ»  
**ПРОЦЕССЫ ГЕНЕРАЦИИ ПАРА В СУДОВЫХ ПАРОВЫХ КОТЛАХ И  
ДИСТИЛЛЯЦИОННЫХ ОПРЕСНИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ**

Группа научных специальностей  
**2.5 Машиностроение**

**Научная специальность**

**2.5.20 СУДОВЫЕ 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 ЦЕЛИ 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 специфическими для исследования процессов генерации пара (структуры двухфазного потока, уровня кипящей жидкости и т.д.) и приёмами исследования отдельных процессов и экспериментальными установками.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «**Процессы генерации пара в судовых паровых котлах и дистилляционных опреснительных установках**» относится к образовательному компоненту «Дисциплины (модули) по выбору» программы аспирантуры по научной специальности **2.5.20. Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)**. Дисциплина направлена на подготовку аспирантов к научно-исследовательской деятельности, изучается на 3 курсе.

## 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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;
  - 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;

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

## **4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Тема 1. Теплообмен в парогенерирующих трубах судовых паровых котлов и в опреснительных установках**

Теплоотдача при пузырьковом кипении в условиях направленного движения жидкости. Влияние скорости жидкости и паросодержания потока на интенсивность теплообмена при пузырьковом кипении. Кризисы теплообмена. Температурный режим парогенерирующих труб и интенсивность теплоотдачи при ухудшенных режимах. Теплоотдача при кипении морской воды в вакуумных утилизационных опреснителях. Влияние гидродинамических характеристик парожидкостного потока на интенсивность кипения морской воды. Теплообмен при плёночном испарении морской воды. Методы интенсификации теплообмена при кипении пресной и морской воды в судовых котлах и опреснителях.

### **Тема 2. Гидродинамика потока рабочей среды в контурах с естественной и принудительной циркуляции**

Движущий и полезный напоры циркуляции. Высота точки закипания. Определение тепловосприятости и паропроизводительности рядов подъёмных труб. Расчет и построение гидравлических характеристик циркуляционных контуров. Проверка надёжности циркуляции воды при резких изменениях давления в котле, захвате пара опускными трубами, застое и опрокидывании циркуляции. Способы повышения надёжности естественной циркуляции. Гидравлический и тепловой режим парообразующих поверхностей нагрева котлов с принудительной циркуляцией. Влияние кратности циркуляции на расслоение двухфазного потока и надёжность работы парогенерирующих труб.

### **Тема 3. Барботаж пара через жидкость**

Механизм барботажа пара через слой пресной и солёной воды. Влияние основных параметров. Истинное объёмное паросодержание барботажного слоя. Работа погруженного парораспределительного дырчатого листа. Гидродинамическая устойчивость барботажного слоя в паропромывочных устройствах.

### **Тема 4. Отложение примесей водного теплоносителя на обогреваемых поверхностях судовых котлов и опреснительных установок**

Образование отложений на необогреваемых и обогреваемых поверхностях работающих в условиях естественной и принудительной циркуляции. Состав отложений и их распределение по пароводяному тракту котла. Факторы влияющие на состав, величину и

скорость отложений. Понятие о карбонатной системе морской воды. Механизм накипеобразования и виды накипи в судовых опреснителях. Методы предотвращения образования отложений в парогенерирующих трубах судовых котлов и от преснителей

#### **Тема 5. Унос капель кипящей воды насыщенным паром в судовых паровых котлах и опреснительных установках**

Распределение веществ между водой и насыщенным паром. Капельный унос и факторы влияющие на его величину (солесодержание испаряемой воды, давление пара, высота парового объема и скорость пара). Транспортируемый капельный унос и подброс. Определение зоны подброса. Зависимости для расчета капельного уноса на пресной и солёной воде в судовых паровых котлах и опреснителях при барботажном и безбарботажном кипении. Расчет капельного уноса в судовых испарителях плёночного типа

#### **Тема 6. Паросепарационные устройства судовых паровых котлов и опреснительных установок**

Сепараторы судовых паровых котлов и опреснителей применяемые для грубой и тонкой очистки пара. Конструктивные и режимные параметры влияющие на эффективность работы паросепарационных устройств. Зависимости для определения критической скорости пара в сепараторах и влажности пара после сепараторов при барботажном и безбарботажном кипении, плёночном испарении пресной и солёной воды.

#### **Тема 7. Методы измерений в исследованиях процессов генерации пара**

Измерение температуры потока и поверхности нагрева с помощью термопар и термометров сопротивления. Определение давлений среды и их перепадов. Измерение расходов и структуры потоков рабочей среды. Методы измерения весового и фактического уровня.

#### **Тема 8 Методы экспериментального исследования процессов генерации пара**

Экспериментальное изучение теплообмена в парогенерирующих трубах судовых паровых котлов и опреснителей. Методы исследования устойчивости напорного движения потока рабочей среды в парогенерирующих трубах. Экспериментальные установки для исследования капельного уноса и паросепарационных процессов. Выбор типа и масштаба экспериментальной установки.

### **5 ОБЪЕМ (ТРУДОЕМКОСТЬ ОСВОЕНИЯ)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, то есть 72 академических часов контактной работы (лекционных занятий) и самостоятельной учебной

работы аспиранта; работы, связанной с текущей и промежуточной аттестацией по дисциплине.

Распределение трудоемкости освоения дисциплины по семестрам ОП, темам и видам учебной работы аспиранта приведено ниже.

Форма промежуточной аттестации – зачет, 3 год обучения.

Таблица 1 - Объем (трудоёмкость освоения) в очной форме обучения и структура дисциплины

Номер и наименование темы, вид учебной работы	Объем учебной работы, ч				Всего
	Контактная работа			СР	
	Лекции	ЛЗ	ПЗ		
<b>3 год обучения, трудоемкость – 2 ЗЕТ (72 час.)</b>					
Тема 1. Теплообмен в парогенерирующих трубах судовых паровых котлов и в опреснительных установках.	1	-	1	5	7
Тема 2. Гидродинамика потока рабочей среды в контурах с естественной и принудительной циркуляции.	1	-	1	7	9
Тема 3. Барботаж пара через жидкость	1	-	1	7	9
Тема 4. Отложение примесей водного теплоносителя на обогреваемых поверхностях судовых котлов и опреснительных установок	1	-	1	7	9
Тема 5. Унос капель кипящей воды насыщенным паром в судовых паровых котлах и опреснительных установках.	2	-	1	7	10
Тема 6. Паросепарационные устройства судовых паровых котлов и опреснительных установок.	2	-	1	7	10
Тема 7. Методы измерений в исследованиях процессов генерации пара.	2	-	-	7	9
Тема 8 Методы экспериментального исследования процессов генерации пара.	2	-	-	7	9
<b>Учебные занятия</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>54</b>	<b>72</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>Зачет</b>				
<b>Итого по дисциплине</b>					<b>72</b>
<b>Итого по курсу</b>					<b>72</b>

*ЛЗ - лабораторные занятия, ПЗ – практические занятия, СР – самостоятельная работа*

## 6 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Таблица 2 - Объем (трудоёмкость освоения) и структура практических занятий

№ темы	Содержание практического занятия	Очная форма, ч
--------	----------------------------------	----------------

1	Расчет теплообмена в парогенерирующих трубах судовых паровых котлов. Расчет теплообмена при кипении морской воды и конденсации пара в судовых вакуумных утилизационных опреснителях и испарителях плёночного типа.	1
2	Определение движущего напора и тепловосприятий рядов подъёмных парогенерирующих труб судовых паровых котлов.	1
2	Расчет естественной циркуляции воды в судовых паровых котлах. Построение гидравлических характеристик циркуляционных контуров. Проверка надёжности контура циркуляции.	
3, 7	Определение основных характеристик гидродинамики водяного объёма при барботаже пара. Определение действительного, физического уровня воды в судовом паровом котле, опреснительной установке. Техника отбора и хранения представительных проб пара, дистиллята, конденсата и воды.	1
3	Определение конструктивных характеристик погруженного парораспределительного и потолочного пароприёмного дырчатых листов судовых паровых котлов.	1
5	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.	1
6	Расчет гидродинамической устойчивости барботажного слоя в паропромывочном устройстве судовой опреснительной установки.	1
6	Определение эффективности паросепарационных устройств судовых паровых котлов и опреснительных установок.	
ИТОГО :		6

## 7 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и формы СР

№ п/п	Виды (содержание) СР	Кол-во часов Очная форма	Формы контроля (аттестации)
1	Теплообмен в парогенерирующих трубах судовых паровых котлов и в опреснительных установках.	5	Текущий контроль, опрос

2	Гидродинамика потока рабочей среды в контурах с естественной и принудительной циркуляции.	7	Текущий контроль, опрос
3	Барботаж пара через жидкость	7	Текущий контроль, опрос
4	Отложение примесей водного теплоносителя на обогреваемых поверхностях судовых котлов и опреснительных установок	7	Текущий контроль, опрос
5	Унос капель кипящей воды насыщенным паром в судовых паровых котлах и опреснительных установках.	7	Текущий контроль, опрос
6	Паросепарационные устройства судовых паровых котлов и опреснительных установок.	7	Текущий контроль, опрос
7	Методы измерений в исследованиях процессов генерации пара.	7	Текущий контроль, опрос
8	Методы экспериментального исследования процессов генерации пара.	7	Текущий контроль, опрос
Итого		54	

**Примерные тематики научно-исследовательских, творческих работ и рефератов:**

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. 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. Техника отбора и хранения представительных проб пара, дистиллята, конденсата и воды.
8. Определение конструктивных характеристик погруженного парораспределительного и потолочного пароприёмного дырчатых листов судовых паровых котлов.
9. 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.
10. Расчет гидродинамической устойчивости барботажного слоя в паро-промывочном устройстве судовой опреснительной установки.



11. Определение эффективности паросепарационных устройств судовых паровых котлов и опреснительных установок.

## **7 УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТА**

### **Основная литература:**

1. Денисенко Н.И. Судовые котельные установки. Учебник для ВУЗов / Н.И. Денисенко, И.И. Костылев. – СПб.: «Элмор», 2005. - 208 с.
2. Корнилов Э.В. Вспомогательные, утилизационные, термомаслянные котлы морских судов / Э.В. Корнилов П.В. Бойко, Э.И. Голофастов. – Одесса: «Экспресс Реклама», 2008. - 240с.
3. Корнилов Э.В. Вспомогательные механизмы и судовые системы. Справочник / Э.В. Корнилов П.В. Бойко, Э.И. Голофастов. – Одесса: «Экспресс Реклама», 2009. - 290с.
4. Павленко Б.А. Утилизационные водоопреснительные установки морских судов / Б.А. Павленко, Э.В. Корнилов. - Одесса: «Феникс», 2003. - 69 с.
5. Слесаренко В.Н. Судовые опреснительные установки / В.Н. Слесаренко В.Н., В.В. Слесаренко.- Владивосток.: Морской государственный университет, 2001. - 447с.
6. Филонов А.Г. Влияние режимных и конструктивных параметров сепараторов судовых опреснителей на эффективность процессов тонкой очистки пара.: Дис. канд. техн. наук / А.Г. Филонов. - Калининград, 2000.- 242 с.
7. Лукин Г.Я. Исследование рабочих процессов в судовых опреснителях мгновенного вскипания и их разработка.: Дис. докт. техн. наук / Г.Я. Лукин. – Калининград, 1981. - 374 с.
8. Калашник В.В. Рециркуляция углекислоты для подавления накипеобразования в судовых опреснителях мгновенного вскипания.: Дис. на соиск. учен. степ. канд. тех. наук / В.В. Калашник. - Калининград, 1989.- 220 с.
9. Резник В.М. Исследование процесса адиабатного испарения в судовых опреснителях.: Дис. канд. техн. наук / В.М. Резник. - Калининград, 1979.- 220 с.
10. Тихонов В.М. Экспериментальное исследование уноса и сепарации капель в вакуумных опреснителях.: Дис. канд. техн. наук / В.М. Тихонов. -М., 1978.- 298 с.
11. Романов А.В. Исследование и научное обоснование направлений интенсификации теплообмена в судовых опреснительных установках.: Автореф. дис. канд. техн. наук / А.В. Романов. - Астрахань, 2007. - 20 с.
12. Макаревич А.В. Повышение надежности опреснительных установок мгновенного вскипания рыбоперерабатывающих судов.: Автореф. дис. канд. техн. наук / А.В. Макаревич. - Владивосток, 1989. - 16 с.
13. Филонов А.Г. Об эффективности работы погруженного парораспределительного щита при барботажном кипении /А.Г. Филонов // Известия КГТУ. - 2012. - № 25. – С.

185-191.5. Электротехнический справочник: в 3-х т. - Москва : Энергоатомиздат, 1985-. Т.3: В 2 кн.: Кн.1 : Производство и распределение электрической энергии, 7-е изд., испр. и доп. – 1988. - 880с.

14. Филонов А.Г. Экспериментальное исследование влияния солесодержания испаряемой воды на влажность пара при барботажном кипении /А.Г. Филонов / Известия КГТУ. - 2011. - № 21. – С. 121-126.

15. Филонов А.Г. К вопросу об определении солесодержания дистиллята при проектировании судовых опреснителей /В.М. Тихонов, А.Г. Филонов/ Известия КГТУ.- 2010.- № 18.- С. 241-244.

#### **Дополнительная литература**

1. Дементьев К.С. Проектирование судовых парогенераторов / К.С. Дементьев, В.А. Романов, А.С. Турлаков. – Л.: Судостроение, 1986. - 366 с.

2. Давыдов В.Г. Судовые опреснительные установки / В.Г. Давыдов, В.Ф. Диденко, В. А. Чистяков. – СПб.: СПбГМТУ, 1996.- 107 с.

3. Кутателадзе С.С. Гидродинамика газожидкостных систем С.С. Кутателадзе, Стырикович М.А. - М.: Энергия, 1976. - 296 с.

4. Кутепов А.М. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании / А.М. Кутепов, Л.С. Стерман, Н.Г. Стюшин. - М.: Высшая школа, 1986.- 448 с.

5. Стырикович М.А. Методы экспериментального изучения процессов генерации пара / М. А. Стырикович, М. И. Резников. - М. Энергия, 1977.- 279 с.

6. Якубовский Ю.В. Судовые опреснительные установки мгновенного вскипания: Учеб. пособие / Ю.В., Якубовский, В.Н. Стаценко., А.В. Макаревич. - Владивосток, 1990. - 91с.

7. Фока А.А Судовой механик: Справочник. Т.2. / Под ред. А.А. Фока.- Одесса: «Феникс», 2010. – 1033 с.

8. Тихонов В. М. Теплогенерирующие установки. Пример теплового расчета вакуум-ной утилизационной опреснительной установки типа "Д" : учеб. пособие для студ. судостр. факультета / КГТУ ; В. М. Тихонов. - Калининград : КГТУ, 2002. - 41 с.

9. Тихонов В. М. Теплогенерирующие установки. Пример теплового расчета опреснительной установки типа "П": учеб.-метод. пособие для студ. судостр. факультета / В. М. Тихонов. - Калининград : КГТУ, 2002. - 33 с

10. Тихонов В. М. Теплогенерирующие установки. Пример теплового расчета опреснительной установки типа "ИВС": учеб.-метод. пособие для студ. судостр. факультета / В. М. Тихонов ; КГТУ. - Калининград : КГТУ, 2002. – 30 с.

**8 ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Информационные технологии**

В ходе освоения дисциплины аспиранты используют возможности интерактивной коммуникации со всеми участниками и заинтересованными сторонами образовательного процесса, ресурсы и информационные технологии посредством электронной информационной образовательной среды университета. Аспирантам и научно-педагогическим работникам обеспечен доступ к ЭБС, наукометрическим базам данных и к полнотекстовым ресурсам, справочно-правовой системе «ГАРАНТ», профессиональной справочной системе «Техэксперт».

#### **Веб-сайты с электронными ресурсами по специальности:**

1. Программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: Консультант Плюс. Официальный сайт компании [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>, свободный (дата посещения 30.08.2022).

2. Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru>, свободный (дата посещения 30.08.2022).

3. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, свободный (дата посещения 30.08.2022)

4. Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт» [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://biblio-online.ru>, свободный (дата посещения 30.08.2022)

#### 5. Расчетные серверы

- Расчетный сервер «Национальный Исследовательский Университет МЭИ».

[http://tw.t.mpei.ac.ru/ОСНКОВ/VPU\\_Book\\_New/mas/index.html](http://tw.t.mpei.ac.ru/ОСНКОВ/VPU_Book_New/mas/index.html).

- Расчетный сервер Free Calc Com

<http://www.freecalc.com/>

### **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для лекционных занятий предусмотрена аудитория по адресу: г. Калининград, Профессора Баранова, 43, УК № 1, ауд. 432Б - учебная аудитория для проведения для проведения занятий лекционного типа, педагогической практики, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория оснащена специализированной (учебной) мебелью (учебная доска, стол преподавателя, парты, стулья). Имеется мультимедийная проекционная техника, профессиональные плакаты, информационные материалы, 13 персональных компьютеров, подключение к сети Интернет с типовым ПО на всех ПК:

1. Операционная система Windows XP (получаемая по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V0948021.

2. Офисное приложение MS Office Standard 2003 (получаемое по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V0948021.

3. Kaspersky Endpoint Security (17E0-190201-091470-333-1032).

4. Google Chrome (GNU).

Для лекционных занятий предусмотрен также учебный класс лаборатории судовых и стационарных энергетических установок по адресу г. Калининград, ул. Калязинская, 4, УК №3, б/н К (кафедра энергетики), – учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

В учебном классе и лаборатории судовых и стационарных энергетических установок установлены: специализированная (учебная) мебель - учебная доска, стол преподавателя, парты, стулья, телевизор. Комплекты плакатов и схем конструкций судовых ДВС, судовых котлов и опреснителей, судового вспомогательного оборудования, судового валопровода. Стенды: судового двигателя 6NVD 26.A2 (300 л.с.) с гидротормозом; судового двигателя 3NVD24 с гидротормозом. Действующий насосный стенд для снятия характеристик насосов. Полномасштабный разрезанный макет газотурбинного двигателя ДТ-4 (16000 л.с.). Полномасштабный макет огнетрубного котла КАВ – 0,5/5. Макеты судовых дизель-генераторов. Полномасштабные макеты и демонстрационные стенды судовых ДВС и их узлов. Макет пластинчатого пароводяного подогревателя. Баллоны пускового воздуха, действующие поршневые компрессоры пускового воздуха. Циркуляционные насосы системы охлаждения стендов судовых двигателей.

Расходная емкость топлива с весовым измерителем расхода топлива. Полномасштабные макеты судовых насосов, сепаратора топлива, поршневого компрессора, судового вентилятора. Мостовой кран для выполнения монтажных и ремонтных работ. Экспериментальный стенд для исследования капельного уноса и сепарации пара в судовых паровых котлах и опреснительных установках, макеты судовых паросепарационных устройств. Дистиллятор. Вытяжные шкафы. Ионмер ЭВ-74 с набором селективных электродов, пламенный анализатор жидкостей ПАЖ-2, солемер КМ-140. Шесть комплексных лабораторий для анализа воды СКЛАВ. Комплексная лаборатория для анализа топлив и масел СКЛАМТ.

Для самостоятельной работы аспирантов используется помещение для самостоятельной работы по адресу г. Калининград, Советский проспект, 1, ГУК, ауд. 155б. Помещение оснащено столами и стульями, имеется 10 компьютеров с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации, комплект лицензионного программного обеспечения.

Типовое ПО на всех ПК:

1. Операционная система Windows XP (получаемая по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V6465252 );

2. Офисное приложение MS Office 2010 ((получаемое по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V6465252 );
3. Kaspersky Endpoint Security (17E0-210119-091510-800-717);
4. Google Chrome (GNU).

## **10 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ**

Оценочные средства по дисциплине представляются в виде фонда оценочных средств (ФОС). Требования к структуре и содержанию ФОС по дисциплине определяются Положением по ФОС.

## **11 ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ И ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Основными видами учебной деятельности в ходе изучения курса являются лекции, и самостоятельная работа аспирантов, консультирование по отдельным темам дисциплины. При подготовке лекционного материала преподаватель обязан руководствоваться рабочей программой по дисциплине. При чтении лекций преподаватель имеет право самостоятельно выбирать формы и методы изложения материала, которые будут способствовать качественному его усвоению. При этом преподаватель в установленном порядке может использовать технические средства обучения, имеющиеся на кафедре и в вузе.

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых изучается основной систематизированный материал. В ходе лекционного занятия аспиранту следует вести конспект лекции, который должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников литературы по темам, выводы по каждому вопросу. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным и дополнительным литературным источникам. Если вопросы по лекционному материалу сохраняются после работы с литературой, необходимо обратиться к лектору за разъяснениями.

Самостоятельная работа аспиранта играет определяющую роль в развитии способности самостоятельно решать исследовательские задачи. В качестве форм самостоятельной работы при изучении дисциплины предлагаются: работа с научной и учебной литературой; конспектирование текста; решение задач и упражнений; углубленное изучение вопросов по тематике лекционных и практических занятий; подготовка к аттестации. При выполнении самостоятельной работы аспиранту следует сконцентрироваться на: получении навыков научно-исследовательской работы на основании анализа текстов литературных источников и применения различных методов исследования; выработке умения критически подходить к изучаемому материалу.

В процессе работы с учебной и научной литературой аспирант может: делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике); составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора); готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы).

## **12 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

При изучении дисциплины аспирант должен добросовестно посещать лекции, вести конспект лекций.

Учебным планом предусмотрена самостоятельная работа аспирантов. Эта работа предполагает:

- изучение лекционного материала;
- работа с научной и учебной литературой;
- углубленное изучение вопросов по тематике лекционных занятий;
- написание реферата;
- подготовка к зачету.

Аспирант обязан в полном объеме использовать время самостоятельной работы, предусмотренное настоящей рабочей программой, для изучения соответствующих разделов дисциплины, и своевременно обращаться к преподавателю в случае возникновения затруднений при выполнении самостоятельной работы.

Содержание внеаудиторной самостоятельной работы и распределение объема на нее определяется по темам дисциплины согласно тематическому плану рабочей программы.

### **13 СВЕДЕНИЯ О РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ И ЕЕ СОГЛАСОВАНИИ.**

Рабочая программа дисциплины «**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 программы – А.Г. Филонов, к.т.н., доцент, доцент кафедры энергетики

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры энергетики (протокол 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