

**Компонент ОПОП 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»  
специализация Техническое обслуживание и ремонт судовых энергетических установок**

**Б1.О.26**  
шифр дисциплины

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Дисциплины  
(модуля)**

**Судовые котельные и паропроизводящие установки**

---

Разработчик:  
Мальшев В.С.  
ФИО  
доцент  
должность

канд. техн. наук, доцент  
ученая степень, звание

Утверждено на заседании кафедры  
Судовых энергетических установок и  
судоремонта  
наименование кафедры

протокол № 09 от 27 марта 2024 г.

Заведующий кафедрой  
СЭУ и С

  
подпись Сергеев К.О.  
ФИО

**Мурманск  
2024**

## Пояснительная записка

Объем дисциплины **4 з.е.**

- 1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой**

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Соответствие Кодексу ПДНВ
<p><b>УК-2</b> Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p>	<p>ИД-1УК-2 Понимает основы проектного управления, учитывает требования к проектам и их результатам ИД-2 УК-2 Разрабатывает и управляет проектом в избранной профессиональной сфере на всех этапах его жизненного цикла с учетом рисков проекта ИД-3УК-2 Обосновывает практическую значимость проектных решений</p>	<p><b>Знать:</b> основы проектного управления <b>Уметь:</b> управлять проектом в избранной профессиональной сфере <b>Владеть:</b> выбором и обоснованием оптимальных решений поставленных задач</p>	
<p><b>ОПК-2</b> Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, аналитические методы в профессиональной деятельности</p>	<p>ИД-1опк-2 Способен применять основные законы термодинамики для оптимизации циклов тепловых двигателей. ИД-2опк-2 Способен применять законы теплообмена для при эксплуатации судовых котельных и паропроизводящих установок.</p>	<p><b>Знать:</b> основные законы естественнонаучных дисциплин, связанных с профессиональной деятельностью <b>Уметь:</b> навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин, связанных с профессиональной деятельностью. <b>Владеть:</b> применять основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельности</p>	
<p><b>ОПК-3</b> Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные</p>	<p>ИД-1 опк-3 Способен проводить метрологические измерения параметров работы котельных установок. ИД-2 опк-3. Способен проводить исследования процессов работы</p>	<p><b>Знать:</b> способы измерений, записи и хранения результатов наблюдений, методы обработки и применения экспериментальных данных <b>Уметь:</b> обрабатывать экспериментальные данные, интерпретировать и профессионально</p>	

	теплотехнического оборудования.	представлять полученные результаты <b>Владеть:</b> навыками работы с измерительными приборами и инструментами	
ПК-1 Способен выполнять безопасные и аварийные процедуры эксплуатации двигательной установки, включая системы управления	ИД-1 ПК-1 Знает и способен выполнять процедуры пуска и остановки котельного оборудования в строгом соответствии с Правилами технической эксплуатации судовых технических средств.. ИД-2 ПК-2 Способен нести самостоятельное вахтенное обслуживание. ИД-3 ПК-3 Способен выполнять противоаварийные процедуры в нештатных и аварийных ситуациях.	<b>Знать:</b> принципы безопасных процедур эксплуатации механизмов двигательной установки и систем управления ею <b>Уметь:</b> идентифицировать ситуации, требующие применения аварийной процедуры эксплуатации двигательной установки <b>Владеть:</b> навыками эксплуатации двигательной установки в аварийных ситуациях	
ПК-2 Способен осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для причинения повреждений следующим механизмам и системам: 1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы; 2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы; 3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции	ИД-1 ПК-1 Знает правила и владеет навыками обслуживания судовых паровых котлов. ИД-2 ПК-2 Умеет пользоваться установленными на СПК системами автоматики управления. ИД-3 ПК-3 Умеет оперативно идентифицировать неисправности в работе котельных и паропроизводящих установок.	<b>Знать:</b> правила и обладает навыками подготовки к эксплуатации и эксплуатации парового котла и связанных с ним вспомогательных механизмов и паровых систем <b>Уметь:</b> идентифицировать неисправности в системах управления и механизмах, включая: 2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы. <b>Владеть:</b> способностью принимать меры для предотвращения причинения повреждении системам управления и механизмам, включая: 2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы	
ПК15 Способен разработать проекты объектов	ИД-1 ПК-15 Способен проводить модернизационные	<b>Знать:</b> физико-технические, механико-технологические,	

профессиональной деятельности с учетом физико-технических, механико-технологических, эстетических, экологических, эргономических и экономических требований, в том числе с использованием информационных технологий	мероприятия по повышению экономичности и экологической чистоты работающего оборудования котельных.	эстетические, экологические требования к разрабатываемым проектам., <b>Уметь:</b> разработать проекты объектов профессиональной деятельности с учетом, в том числе эргономических и экономических требований . <b>Владеть:</b> технологиями и способами использования информационных технологий	
---	--	---	--

## 2. Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1.** Введение. Цели и задачи дисциплины. Требования классификационных обществ. Эволюция, современное состояние и перспективы развития судовых парознергетических установок. Котельная установка морского судна. Потребители пара. Состав и основные системы котельной установки. Понятие о судовом котле: основные элементы котла, принцип его действия, классификация судовых котлов и парогенераторов. Сравнительные и эксплуатационные характеристики котлов. Показатели экономичности, надежности.

**Тема 2.** Конструкции котлов и их элементов. Классификация судовых котлов, типы и назначение котельных и паропроизводящих установок. Принцип действия и рабочие процессы котлов. Конструкции котлов, их систем и элементов. Вспомогательные котлы отечественной и зарубежной постройки: водотрубные, газотрубные и газоводотрубные. Комбинированные судовые котлы. Высоконапорные, двухконтурные и прямоточные котлы. Конструкции и характеристики современных утилизационных котлов

**Тема 3.** Конструкции узлов и элементов СПК. Пароперегреватели СПК. Хвостовые поверхности нагрева: экономайзеры, воздухоподогреватели. Трубопроводы, арматура и другие вспомогательные элементы котла. Конструктивные особенности клапанов: главных стопорных, питательных, предохранительных и других. Водоуказательные приборы, контрольно-измерительные приборы. Опоры, каркас и обшивка котла. Тепловая изоляция. Системы обдувки поверхностей нагрева котлов.

**Тема 4.** Топливо для судовых котлов. Основы теории топочных процессов. Виды топлива, его элементный состав, характеристики горючих элементов. Требования к топливу. Теплота сгорания, формула Д.И.Менделеева. Характеристики жидких котельных топлив, их классификация и марки. Прием, хранение и расходование топлива на судне. Продукты полного и неполного сгорания топлива. Закон Гесса. Основы теории и материальный баланс процесса горения органического топлива: расход воздуха и коэффициент избытка воздуха, объем продуктов сгорания. Газовый анализ. Энтальпия продуктов сгорания, диаграмма «энтальпия-температура». Основы теории топочных процессов: скорость реакции горения, закон действующих масс, химическое равновесие и его зависимость от давления и температуры. Диссоциация продуктов сгорания, адиабатная и теоретическая температуры горения. Зависимость скорости реакции от температуры, энергия активации, цепные реакции. Кинетическое и диффузионное горение. Турбулентная диффузия. Факторы, определяющие скорость распространения пламени. Устойчивость процесса горения, температуры воспламенения и потухания горючей смеси. Механизм выгорания капли жидкого топлива. Сжигание жидкого топлива в факеле, особенности факельного процесса горения

**Тема 5.** Топочные устройства котлов: классификация, конструктивные особенности и характеристики топочных устройств. Распыливание жидких топлив. Характеристики форсунок: подача, глубина регулирования, качество распыливания. Форсунок: классификация, устройство, принципы действия. Методы интенсификации процесса сжигания топлива. Способы регулирования подачи топлива в СПК.

**Тема 6.** Тепловой баланс судового котла. Располагаемая теплота, полезно используемая теплота, коэффициент полезного действия и расход топлива. КПД-брутто и КПД-нетто котла. Уравнения прямого и обратного теплового баланса. Потери теплоты. Факторы, влияющие на величину тепловых потерь. Потери с уходящими газами, температура точки росы. Коэффициент сохранения теплоты. Пути снижения тепловых потерь. Уравнение теплового баланса утилизационного котла, коэффициенты: утилизации и использования теплоты. Последовательность расчета предварительного и окончательного теплового баланса котла. Невязка теплового баланса.

**Тема 7.** Теплообмен в судовых котлах. Понятие о теплообмене. Теплообмен в топке. Полезное тепловыделение в топке, тепловое напряжение топочного объема. Излучающая способность продуктов сгорания. Степень черноты факела и топки. Коэффициент тепловой эффективности поверхностей нагрева. Эффективность работы лучевоспринимающих поверхностей нагрева. Количество теплоты, передаваемое в топке. Конвективные поверхности нагрева. Уравнения: теплопередачи и теплового баланса. Коэффициент теплопередачи, термические сопротивления. Коэффициенты загрязнения, полноты омывания и тепловой эффективности конвективных поверхностей нагрева.

**Тема 8.** Газодинамические характеристики судовых котлов, их характеристики. Газовоздушные тракты СПК. Аэродинамические и газодинамические характеристики котлов. Виды сопротивлений в газовоздушном тракте котла. Сопротивления: трения, местные, при поперечном омывании пучков труб, на создание ускорения. Самотяга в газоходах котла. Сопротивление воздухонаправляющих устройств. Газодинамическое сопротивление утилизационных котлов. Тягодутьевые устройства и расходы энергии на их привод. Способы подачи воздуха и удаления газов, уравновешенная тяга. Характеристика вентилятора и газовоздушного тракта. Регулирование подачи воздуха.

**Тема 9.** Парообразование и циркуляция в СПК. Процесс парообразования. Кипение в большом объеме и при вынужденном течении в трубах. Режимы течения пароводяной смеси в трубах. Кризисы теплообмена. Естественная циркуляция. Условия надежной работы парообразующих труб. Движущий и полезный напоры, скорость и кратность циркуляции. Характеристики двухфазного потока. Явления застоя и опрокидывания циркуляции, кавитация. Характеристики надежности циркуляции. Расчет тепловых нагрузок отдельных рядов труб. Построение циркуляционных характеристик. Причины нарушения естественной циркуляции. Тепловая разверка, коэффициенты: тепловой неравномерности, гидравлической разверки, конструктивной нетождественности. Способы уменьшения тепловой разверки. Пульсации среды в трубах, вибрации в прямоточных котлах. Определение гидродинамических сопротивлений пароводяного тракта котлов.

**Тема 10.** Водные режимы и обеспечение чистоты пара. Коррозия в СПК. Основные показатели качества воды, используемой в судовых котлах. Загрязнения котловой воды. Водоподготовка и докотловая обработка воды. Накипеобразование на поверхностях нагрева, первичная накипь и шлам, вторичная накипь. Основные процессы, приводящие к образованию накипи и шлама. Основные накипеобразователи. Виды накипи и ее влияние на эксплуатационные характеристики котлов. Внутрикотловая обработка воды. Влияние чистоты пара на надежность и экономичность. Капельный, избирательный и механический унос, загрязнение пара. Факторы, влияющие на влажность пара. Способы повышения чистоты пара, работа паросепарирующих устройств. Продувание паровых котлов. Классификация коррозионных разрушений. Влияние внешних и внутренних факторов на скорость коррозии. Коррозия по пароводяной стороне котла: кислородная, подшламовая, межкристаллитная, пароводяная. Высокотемпературная и низкотемпературная коррозия со стороны газового тракта котла. Нормы и контроль качества питательной и котловой воды.

**Тема 11.** Материалы для постройки и ремонта котлов. Расчет прочности. Требования РМРС. Условия работы и требования, предъявляемые к материалам для постройки и ремонта котлов. Основные марки материалов, изменение свойств материалов в процессе работы. Марки сталей, используемых в котлостроении. Расчет на прочность основных элементов котла. Выбор допускаемых напряжений и коэффициентов прочности. Расчет цилиндрических барабанов, труб и штуцеров. Виды освидетельствования котлов РМРС. Гидравлические испытания, настройка предохранительных клапанов.

**Тема 12.** Основные сведения об автоматизации котельных установок. Эксплуатационные

режимы работы судовых паровых котлов Нестационарные процессы и динамические характеристики котлов. Регулируемые параметры. Системы автоматического регулирования процесса питания, температуры пара. Системы сигнализации и защиты котлов

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)**

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных, практических работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

### **4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

### **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)**

#### **Основная литература**

1. Костылев И.И. Судовые котельные установки./С-Петербург. Судостроение, 2006 г.
2. Эйтвид Л.В. Парогенераторы промысловых судов./М.: Лег. и пищ. пром., 1981 г.
3. Пушкин Н.И., Волков Д.И. Судовые парогенераторы. - Учебник. Судостроение, , 1977 г.
4. Бузник В.М. Судовые парогенераторы. – Судостроение, 1970
5. Енин В.И., Денисенко Н.И., Костылев И.И. Судовые котельные установки: Учеб. Для вузов, М.: Транспорт, 1993
6. Правила технической эксплуатации судовых вспомогательных паровых котлов. С-Пб, Гипрорыбфлот. Гипрорыбфлот С.-Петербург: Гипрорыбфлот - Сервис – SPSL – “Русская панорама”, 1999 г.
7. Правила технической эксплуатации судовых технических средств и конструкций. РД 31.21.30-97. Санкт-Петербург: ЗАО ЦНИИМФ – «Санкт-Петербургская типография №6», 1997 г.
8. Ильин А.К. Практикум по паровым котлам промысловых судов: Учеб. Пособие./ А.К. Ильин.- Москва, «Пищевая промышленность», 1978г.
9. Дементьев К.С., Романов В.А., Турлаков А.С., Волков Д.И. Проектирование судовых парогенераторов: Учебник.- Л.: Судостроение, 1986 г.
10. Тепловой расчет котельных агрегатов. (Нормативный метод). Под ред. В.В. Митора, И.Е. Дубовской, Н.В. Кузнецова, Э.С. Карасиной.- М.: Энергия, 1973 г.
11. Гидравлический расчет котельных агрегатов. (Нормативный метод). Под ред. Балдина О.М., Локшин В.А., Петерсон Д.Ф. и др.- М.: Энергия, 1978 г.

### Дополнительная литература

1. Судовые котельные и паропроизводящие установки Мельник С.Н. [Электронный ресурс] Методические указания к самостоятельной работе для курсантов (студентов) специальности 26.05.06 "Эксплуатация судовых энергетических установок"

М-во образования и науки, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т", Каф. СЭУ - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 113 Кб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2018. - Доступ из локальной сети МГТУ

2. Пименов В.А. Методические указания к индивидуальным занятиям по курсу «Судовые котельные установки и их эксплуатация» для курсантов дневной формы обучения по спец. 1403 «Эксплуатация судовых энергетических установок»./Мурманск: МВИМУ, 1994г.

3. Мельник С.Н. Проверочный тепловой расчет вспомогательного парового котла. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки» для курсантов (студентов), обучающихся по специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»./ Мурманск, Издательство МГТУ, (электронный ресурс), 2020 г., 38 с.

### 6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1) Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации- URL: <http://pravo.gov.ru>

2) Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - URL: <http://window.edu.ru>

3) Справочно-правовая система. Консультант Плюс - URL: <http://www.consultant.ru/>

### 7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1) *Офисный пакет Microsoft Office 2007*

2) *Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader*

3) . *Электронно-библиотечная система ЭБС - <http://www.rucont.ru/>*

4). *ЭБС издательства "ЛАНЬ" - <http://e.lanbook.com>*

5. *ЭБС BOOK.ru - <http://book.ru/>*

6. *ЭБС ibooks.ru - <http://ibooks.ru/>*

7. *ЭБС znanium.com издательства "ИНФРА-М" - <http://www.znaniium.com>*

8. *ЭБС НИТУ "МИСИС" - <http://lib.misis.ru/registr.html>*

### 8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)** представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;

- лабораторию СПК.

Не допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.





### Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	2
	<b>Очная форма</b>
1	Устройство котла КВВА 1,5/5
2	Регулирование топливной форсунки котла и построение расходной характеристики
3	Регулирование автоматики котла КВВА 1,5/5
4	Устройство котла КВА 0,6/5
5	Газовый анализ
6	Теплотехнические испытания котла.
	<b>Заочная форма</b>
1	Устройство котла КВВА 1,5/5

### Перечень практических занятий по формам обучения

№ п/п	Темы практических занятий
1	2
	<b>Очная форма</b>
1	Конструкция главных паровых котлов.
2	Конструкция вспомогательных паровых котлов
3	Топочные устройства котлов
4	Внутри и вне коллекторная арматура котла
5	Система внутри и вне котловой водоподготовки котла КВВА 1,5/5
6	Топливная система котлов
7	Системы питания котлов
8	Паровая система главных и вспомогательных котлов
	<b>Заочная форма</b>
1	Конструкция главных судовых котлов
2	Конструкция вспомогательных автоматизированных котлов

### Перечень примерных тем курсовой работы /курсового проекта

№ п/п	Темы курсовой работы /проекта
1	2
1	ПРОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО КОТЛА
2	
3	