

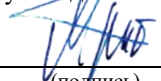


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»

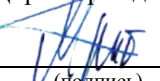
Руководитель ОП

  
Грибиниченко М.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

« 1 » августа 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор отделения ММТиТ

  
Грибиниченко М.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

« 1 » августа 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Судовые котельные и паропроизводящие установки

**Специальность 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок**

Специализация «Эксплуатация корабельных дизельных и дизель-электрических энергетических установок»

**Форма подготовки очная**

курс 5 семестр 9

лекции 36 час.

практические занятия 36 час.

лабораторные работы 36 час.

в том числе с использованием МАО лек. 18 / пр. 18 /лаб. 00 час.

всего часов аудиторной нагрузки 108 час.

в том числе с использованием МАО 36 час.

самостоятельная работа 72 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

контрольные работы не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект: 9 семестр

зачет не предусмотрен

экзамен 9 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 15.03.2018 №192

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Судовой энергетики и автоматики протокол № 9 от «11» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой: Грибиниченко М.В.

Составитель: Клименюк И.В.

**Владивосток**  
**2019**

**I. Рабочая программа пересмотрена и утверждена на заседании *Отделения машиностроения, морской техники и транспорта* Протокол от « 14 » мая 2021 г. № 9**

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС Политехнического института (Школы):**

Протокол от « 24 » июня 2021 г. № 13

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ:**

Протокол от « 15 » июля 2021 г. № 08-21

**II. Рабочая программа пересмотрена и утверждена на заседании *Отделения машиностроения, морской техники и транспорта* Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_**

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС Политехнического института (Школы):**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**III. Рабочая программа пересмотрена и утверждена на заседании *Отделения машиностроения, морской техники и транспорта* Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_**

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС Политехнического института (Школы):**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**IV. Рабочая программа пересмотрена и утверждена на заседании *Отделения машиностроения, морской техники и транспорта* Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_**

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС Политехнического института (Школы):**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**V. Рабочая программа пересмотрена и утверждена на заседании *Отделения машиностроения, морской техники и транспорта* Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_**

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС Политехнического института (Школы):**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины «Судовые котельные и паропроизводящие установки»**

Рабочая программа дисциплины разработана для студентов, обучающихся по специальности 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок, специализация «Эксплуатация корабельных дизельных и дизель-электрических энергетических установок» и включена в обязательные дисциплины вариативной части Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана (индекс Б1.В.11).

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 180 часа (5 зачётных единиц). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часов, в том числе 18 часов в интерактивной форме), лабораторные занятия (36 часов), практические занятия (36 часов, в том числе 18 часов в интерактивной форме) и самостоятельная работа студента (72 часа, в том числе 36 часов на подготовку к экзамену). Дисциплина реализуется на 5-ом курсе в 9-ом семестре. Форма контроля – экзамен.

Содержание дисциплины «Судовые котельные и паропроизводящие установки» охватывает следующий круг вопросов: основные понятия и термины судовых котельных и паропроизводящих установок, назначение судовых котельных и паропроизводящих установок, техническое обслуживание и ремонт судовых котельных и паропроизводящих установок.

**Цели** освоения дисциплины «Судовые котельные и паропроизводящие установки»:

1) изучение устройства судовых котельных и паропроизводящих установок, а также систем и механизмов их обслуживающих;

2) усвоение теории физических и тепловых процессов, методов обеспечения надежности и прочности деталей и узлов турбин.

**Задачи:**

1) формирование знаний обучающихся во взаимосвязи элементов тепловой схемы паропроизводящей установки и особенностей конструкций

котлоагрегатов, вспомогательного оборудования и систем, их обслуживающих;

2) подготовка обучающихся в качестве инженеров-механиков по эксплуатации и ремонту судовых энергетических установок и их элементов (главных и вспомогательных) в соответствии с требованиями Российского морского регистра судоходства (Регистр).

Для успешного изучения дисциплины «Судовые котельные и паропроизводящие установки» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

способность и готовность к самостоятельному обучению в новых условиях производственной деятельности с умением установления приоритетов для достижения цели в разумное время;

умение работать с информацией из различных источников.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций:

<b>Задача профессиональной деятельности</b>	<b>Объекты или область знания</b>	<b>Код и наименование профессиональной компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>
<b>Тип задач профессиональной деятельности: эксплуатационно-технологический и сервисный</b>			
Техническая эксплуатация судов и судового энергетического оборудования. Техническое наблюдение за судном, проведение испытаний и определение работоспособности судового оборудования. Организация безопасного ведения работ по монтажу и наладке судовых технических средств. Выбор оборудования, элементов и систем	Судно; судовое энергетическое оборудование; средства автоматизации судовых энергетических установок; энергетические установки кораблей военно-морского флота; энергетические установки кораблей и судов федеральных органов исполнительной власти; энергетические установки буровых платформ, плавучих	ПК-2 Организация технического обслуживания судов	ПК-2.1 Осуществление технической политики организации в части выполнения системы управления безопасностью
			ПК-2.2 Составление планов ремонта, технического обслуживания, снабжения и оснащения судов новым оборудованием
			ПК-2.3 Контроль выполнения смет технического обслуживания и ремонта судовых устройств и механизмов, конструкций судов, спасательных, противопожарных и защитных средств

оборудования для замены в процессе эксплуатации судов.	дизельных электростанций; газотурбокомпрессорные установки; судоремонтные и судостроительные предприятия		
--	--	--	--

## 2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётных единицы (180 академических часов).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные занятия
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

## Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации, текущего контроля успеваемости
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Тема 1-15	9	36	36	36		36	36	УО-1, ПР-5 / Экзамен
	Итого:		36	36	36		36	36	

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 часов, в том числе 18 часов в интерактивной форме)**

## **Тема 1. Общие сведения о судовых котлах (2 часа)**

Предмет и задачи курса. Структура дисциплины и ее роль в подготовке инженера-механика по судовой энергетике. Назначение, принцип действия и место котла в судовой энергетической установке. Принципиальная схема котла. Основные и дополнительные поверхности нагрева котла. Принципиальная схема пароэнергетического комплекса. Системы котельной установки. Классификация судовых котлов. Основные характеристики судовых котлов. Требования, предъявляемые к судовым котлам.

## **Тема 2. Конструктивные особенности и принцип действия котлов различных типов (4 часа, в том числе 4 часа в интерактивной форме - Проблемная лекция)**

Конструкция и принцип действия огнетрубных котлов. Устройство главного водотрубного судового котла с естественной циркуляцией. Конструкция и принцип действия секционных котлов. Конструкция и принцип действия трехколлекторных двухпроточных водотрубных котлов. Конструкция и принцип действия водотрубного котла шахтного типа. Конструкция и принцип действия прямоточного котла. Конструкция и принцип действия котла с принудительной циркуляцией малой кратности. Конструкция и принцип действия котла с многократной принудительной циркуляцией. Конструкция и принцип действия высоконапорного котла. Конструкция и принцип действия комбинированного котла. Конструкция и принцип действия утилизационного котла.

## **Тема 3. Топливо и продукты сгорания (2 часа)**

Естественные и искусственные виды топлива. Элементарный состав жидкого топлива. Массы топлива. Теплота сгорания топлива. Определение низшей теплоты сгорания расчетным путем. Характеристики жидкого топлива. Требования, предъявляемые к судовым топливам. Реакции горения

и определение теоретически необходимого количества воздуха для сгорания топлива. Коэффициент избытка воздуха. Расчет теоретического объема продуктов сгорания. Определение действительных объемов продуктов сгорания. Энтальпия продуктов сгорания и построение диаграммы (J-t) при постоянном коэффициенте избытка воздуха. Определение объема продуктов сгорания и коэффициента избытка воздуха по данным газового анализа.

#### **Тема 4. Тепловой баланс котла (2 часа)**

Составление теплового баланса котла без воздухоподогревателя. Уравнения тепловых балансов котла с газовым и паровым воздухоподогревателем. КПД котла. Потери теплоты. Тепловые потери с уходящими газами. Тепловые потери от химической неполноты сгорания топлива. Тепловые потери от механического недожога. Тепловые потери в окружающую среду. Факторы, влияющие на потери теплоты. Определение КПД методами прямого и обратного балансов.

#### **Тема 5. Топочные устройства (2 часа, в том числе 2 часа в интерактивной форме - Проблемная лекция)**

Механизм горения топлива. Типы топочных процессов. Конструкция и типы форсунок, используемых в судовых котлах. Конструкция воздухонаправляющих устройств. Способы изменения расхода топлива, подаваемого в топку.

#### **Тема 6. Топки судовых котлов (2 часа)**

Компоновка и типы топок судовых котлов. Требования, предъявляемые к топкам судовых котлов. Физическая модель теплообмена излучением в топке. Вывод уравнения теплообмена в топке котла. Определение теоретической температуры горения, средней теплоемкости продуктов сгорания, коэффициента  $M$ , степени черноты и лучевоспринимающей поверхности при расчете теплообмена в топке.

#### **Тема 7. Конвективные поверхности нагрева судовых котлов (2 часа)**

Конвективные поверхности нагрева судовых котлов. Основные уравнения теплообмена в конвективных поверхностях нагрева котла. Определение

коэффициента теплопередачи конвективных поверхностей нагрева. Общий вид критериальных уравнений, используемые для расчета конвективных поверхностей нагрева котла. Критериальные уравнения для расчета теплоотдачи при поперечном омывании пучков труб. Критериальные уравнения для расчета теплоотдачи при движении среды внутри труб. Расчет коэффициента теплоотдачи при кипении воды. Определение коэффициента теплоотдачи излучением от продуктов сгорания при расчете конвективных поверхностей нагрева. Определение температурного напора.

### **Тема 8. Аэродинамика потока в газовоздушном тракте (2 часа)**

Цель аэродинамического расчета котла. Полное аэродинамическое сопротивление котла. Сопротивление трения. Сопротивление трения при продольно обтекании труб и каналов. Сопротивление поперечно-омываемых гладкотрубных пучков труб. Местные сопротивления. Определение местных сопротивлений при изменении сечения каналов и повороте в пучках труб. Сопротивление топочных устройств. Самотяга и определение мощности котельного вентилятора

### **Тема 9. Процессы гидродинамики в парогенераторе (4 часа, в том числе 4 часа в интерактивной форме - Проблемная лекция)**

Основные характеристики двухфазного потока. Режимы течения двухфазного потока и их влияние на температурный режим работы труб. Кризисы теплообмена. Гидравлическое сопротивление движению потока в трубах.

Сущность и значение циркуляции. Основы теории естественной циркуляции. Кратность и скорость циркуляции. Движущий напор циркуляции. Высота точки закипания. Полезный напор циркуляции. Основные уравнения циркуляции.

Показатели надежности естественной циркуляции судовых котлов. Застой и опрокидывание циркуляции. Расслоение потока пароводяной смеси в наклонных трубах. Предельно допустимое значение кратности циркуляции. Кавитация во входном сечении опускных труб.



Гидродинамика в параллельно включенных трубах с принудительным движением среды. Тепловая разверка и факторы, на нее влияющие. Гидродинамика потока в парообразующих трубах.

### **Тема 10. Конструкция котлов (2 часа)**

Деление котла на конструктивные элементы. Конструкции стен котлов. Передний фронт. Задний фронт. Боковая стена стороны экрана. Боковая стена стороны газохода. Боковые стены между нижними коллекторами. Фундаменты и опоры. Изоляция. Конструкция кирпичной кладки. Конструкция изоляции коллекторов. Конструкция изоляции наружных стен. Гарнитура. Схема размещения гарнитуры. Арматура. Классификация арматуры.

### **Тема 11. Материалы и расчет прочности элементов котла (2 часа)**

Стали, применяемые в судовом парогенераторостроении, их прочностные характеристики. Допускаемые напряжения. Требования, предъявляемые к котельным сталям. Расчетное давление. Расчетная температура. Расчет прочности основных элементов котла. Огнеупорные, теплоизоляционные и уплотнительные материалы.

### **Тема 12. Основы проектирования котлов с естественной циркуляцией воды (4 часа, в том числе 4 часа в интерактивной форме - Проблемная лекция)**

Задание на проектирование. Определение объемов, энтальпий воздуха и продуктов сгорания. Составление предварительного теплового баланса. Основы проектирования и тепловой расчет топки. Компоновка и методика теплового расчета парообразующих поверхностей. Компоновка и методика теплового расчета пароперегревателя. Компоновка и методика теплового расчета пароперегревателя. Компоновка и методика теплового расчета экономайзера. Компоновка и методика теплового расчета воздухоподогревателя.

**Тема 13. Работа котлов на долевых нагрузках (2 часа, в том числе 2 часа в интерактивной форме - Проблемная лекция)**

Влияние нагрузки котла на температуру продуктов сгорания. Влияние нагрузки котла на температуру перегретого пара. Влияние нагрузки на тепловые потери, КПД и паропроизводительность котла. Влияние коэффициента избытка воздуха на характеристики котла.

**Тема 14. Водный режим и водоподготовка (2 часа, в том числе 2 часа в интерактивной форме - Проблемная лекция)**

Основные показатели качества воды. Накипе- и шламообразование. Коррозия пароводяного тракта котла. Загрязнение пара и причины его вызывающие. Методы получения чистого пара. Гидродинамика потока в пароводяном коллекторе. Организация процесса сепарации пара. Водный режим, продувка котла. Докотловая обработка питательной и добавочной воды.

**Тема 15. Техническое обслуживание котельных установок (2 часа)**

Основы технической эксплуатации. Подготовка к действию и подъем пара. Режимы работы. Неполадки в работе и их устранение. Осмотр котлов. Технический надзор и освидетельствование котлов. Уход за арматурой. Вывод из действия. Теплотехнические и теплохимические испытания котлов. Очистка котлов и их систем. Хранение котельных установок.

**II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ (72 часа, в том числе 18 часов в интерактивной форме)**

**Практические занятия (36 часов, в том числе 18 часов в интерактивной форме)**

**Занятие 1. Расчет объемов и энтальпии продуктов сгорания (4 часа, в том числе 4 часа в интерактивной форме - Дифференцированные индивидуальные задания)**

1. Определение теплотворной способности топлива;

2. Расчет количества воздуха, необходимого для горения;
3. Расчет состава и объема продуктов сгорания;
4. Расчет энтальпии продуктов сгорания, построение диаграммы  $J=f(t)$ .

### **Занятие 2. Тепловой баланс котла (4 часа)**

1. Тепловой баланс водотрубного котла с естественной циркуляцией;
2. Тепловой баланс утилизационного котла;
3. Определение тепловых потерь;
4. Расчет КПД по прямому и обратному тепловому балансу.

### **Занятие 3. Тепловой расчет топки (4 часа)**

1. Определение объема топки;
2. Теплообмен излучением в топке;
3. Расчет тепловосприятости радиационных поверхностей в топке.

### **Занятие 4. Расчет конвективных поверхностей нагрева (12 часов, , в том числе 12 часов в интерактивной форме - Дифференцированные индивидуальные задания)**

1. Геометрические характеристики. Скорости продуктов сгорания и рабочей среды;
2. Теплообмен в конвективных поверхностях нагрева;
3. Расчет температурного напора;
4. Тепловой и конструктивный расчет парообразующих поверхностей нагрева;
5. Тепловой и конструктивный расчет пароперегревателя;
6. Тепловой и конструктивный расчет экономайзера;
7. Тепловой и конструктивный расчет воздухоподогревателя;

### **Занятие 5. Аэродинамический расчет котлов (4 часа)**

1. Определение сопротивления трения и местных сопротивлений;
2. Определение сопротивлений при движении потока газо-воздухопроводах;
3. Расчет самотяги и определение мощности котельного вентилятора.

### **Занятие 6. Расчет гидродинамики котла (4 часа)**

1. Расчет перепадов давления при движении однофазной среды;
2. Расчет характеристик двухфазной среды;
3. Расчет естественной циркуляции в водотрубных котлах.

### **Занятие 7. Расчет прочности основных элементов котла (4 часа, в том числе 2 часа в интерактивной форме - Дифференцированные индивидуальные задания)**

1. Расчет цилиндрических коллекторов;
2. Расчет выпуклых и плоских днищ;
3. Расчет неукрепленных и укрепленных отверстий;
4. Расчет болтов и шпилек разъемных соединений.

### **Лабораторные работы (36 часов)**

Лабораторная работа 1. Состав и назначение котельной установки (4 часа).

Лабораторная работа 2. Определение физических характеристик топлива (8 часов).

Лабораторная работа 3. Теплотехнические испытания котла (8 часов).

Лабораторная работа 4. Топочные устройства котлов (8 часов).

Лабораторная работа 5. Арматура и внутриколлекторные устройства котлов (8 часов).

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки» включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

№	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	2 неделя	Конспект	2	ПР-7 Конспект
2.	4 неделя	Конспект, Контрольный опрос, Отчет к лаб. работе №1	5	ПР-7 Конспект, УО-1 Собеседование ПР-6 Лаб. работа
3.	6 неделя	Конспект	2	ПР-7 Конспект
4.	8 неделя	Конспект, Контрольный опрос, Отчет к лаб. работе №2	5	ПР-7 Конспект, УО-1 Собеседование ПР-6 Лаб. работа
5.	10 неделя	Конспект	2	ПР-7 Конспект
6.	12 неделя	Конспект, Контрольный опрос, Отчет к лаб. работе №3	5	ПР-7 Конспект, УО-1 Собеседование ПР-6 Лаб. работа
7.	14 неделя	Конспект, Отчет к лаб. работе №4 Курсовой проект	5	ПР-7 Конспект, ПР-6 Лаб. работа ПР-5 Курсовой проект
8.	16 неделя	Конспект, Контрольный опрос, Отчет к лаб. работе №5	5	ПР-7 Конспект, УО-1 Собеседование ПР-6 Лаб. работа
9.	18 неделя	Конспект, Контрольный опрос, Курсовой проект	5	ПР-7 Конспект, УО-1 Собеседование ПР-5 Курсовой проект
10.		Экзамен	36	УО-1 Собеседование

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Общие сведения о судовых котлах. Конструктивные особенности и принцип действия котлов различных типов.	ПК-2.1 Осуществление технической политики организации в части выполнения системы управления безопасностью	Знание нормативно-правовые акты РФ в области водного транспорта	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 1-14
			Умение осуществлять анализ поступающих дополнений и измерений нормативных документов по организации технического обслуживания судовых технических средств	ПР-6 лабораторная работа	Вопросы к экзамену 1-14
			Обладание навыками выполнения анализа общего технического состояния судов, его соответствия международным конвенциям и национальным требованиям	ПР-5 курсовой проект	Вопросы к экзамену 1-14
2	Топливо и продукты сгорания. Тепловой баланс котла.	ПК-2.2 Составление планов ремонта, технического обслуживания, снабжения и оснащения судов новым оборудованием	Знание основные положения о сроках и нормах выполнения текущего ремонта судовых технических средств	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 15-25
			Умение определять перечень материалов, необходимых для технического обслуживания и ремонта судов	ПР-6 лабораторная работа	Вопросы к экзамену 15-25
			Владеет навыками формирования графика докования судов и контроль его выполнения	ПР-5 курсовой проект	Вопросы к экзамену 15-25
3	Топочные устройства. Топки судовых котлов. Конвективные поверхности нагрева судовых котлов.	ПК-2.3 Контроль выполнения смет технического обслуживания и ремонта судовых устройств и механизмов, конструкций судов, спасательных, противопожарных и защитных средств	Знание норм расходования материалов и средств на плановые ремонтные работы	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 26-42
			Умение формировать судовые заявки на текущий ремонт судовых технических средств и конструкций судов	ПР-6 лабораторная работа	Вопросы к экзамену 26-42
			Владение навыками ведения оперативного учета расходования средств на техническое обслуживание судов	ПР-5 курсовой проект	Вопросы к экзамену 26-42
4	Аэродинамика потока в газоздушном тракте. Процессы гидродинамики в	ПК-2.1 Осуществление технической политики организации в части выполнения системы управления безопасностью	Знание нормативно-правовые акты РФ в области водного транспорта	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 43-58
			Умение осуществлять анализ поступающих дополнений и измерений нормативных документов по организации технического обслуживания судовых технических средств	ПР-6 лабораторная работа	Вопросы к экзамену 43-58
			Обладание навыками выполнения анализа общего	ПР-5 курсовой	Вопросы к

	парогенераторе.		технического состояния судов, его соответствия международным конвенциям и национальным требованиям	проект	экзамену 43-58
5	Конструкция котлов. Материалы и расчет прочности основных элементов котла. Основы проектирования котлов с естественной циркуляцией воды.	ПК-2.2 Составление планов ремонта, технического обслуживания, снабжения и оснащения судов новым оборудованием	Знание основные положения о сроках и нормах выполнения текущего ремонта судовых технических средств	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 59-72
			Умение определять перечень материалов, необходимых для технического обслуживания и ремонта судов	ПР-6 лабораторная работа	Вопросы к экзамену 59-72
			Владет навыками формирования графика докования судов и контроль его выполнения	ПР-5 курсовой проект	Вопросы к экзамену 59-72
6	Работа котлов на долевых нагрузках. Водный режим и водоподготовка. Техническое обслуживание котельных установок	ПК-2.3 Контроль выполнения смет технического обслуживания и ремонта судовых устройств и механизмов, конструкций судов, спасательных, противопожарных и защитных средств	Знание норм расходования материалов и средств на плановые ремонтные работы	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 73-85
			Умение формировать судовые заявки на текущий ремонт судовых технических средств и конструкций судов	ПР-6 лабораторная работа	Вопросы к экзамену 73-85
			Владение навыками ведения оперативного учета расходования средств на техническое обслуживание судов	ПР-5 курсовой проект	Вопросы к экзамену 73-85

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Золотонос, Я.Д. Трубчатые теплообменники. Моделирование, расчет : монография / Я.Д. Золотонос, А.Г. Багоутдинова, А.Я. Золотонос. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-3411-4. — Текст: электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112678>

2. Елистратов, С. Л. Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие / С. Л. Елистратов, Ю. И. Шаров. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 102 с. — ISBN 978-5-7782-3442-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91226.html>

3. Тарасюк, В. М. Эксплуатация котлов : практическое пособие для оператора котельной / В. М. Тарасюк ; под редакцией Б. А. Соколова. — Москва : ЭНАС, 2015. — 272 с. — ISBN 978-5-4248-0076-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/76955.html>

### **Дополнительная литература**

1. Гусаров А.Б. Особенности устройства и эксплуатации паровых котлов корабельных КТЭУ. – Владивосток: ДВГТУ, 2006. – 125 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:392567&theme=FEFU>

2. Хряпченков А.С. Судовые вспомогательные и утилизационные котлы. – Л.: Судостроение, 1988. – 296 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:393118&theme=FEFU>

3. Енин В.И., Денисенко Н.И., Костылев И.И. Судовые котельные установки. – М.: Транспорт, 1993. – 216 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:382735&theme=FEFU>



## **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение:

1. Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т. д).
2. MathCAD.
3. AutoCAD
4. Программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующие информационно-справочные системы:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань».
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks».
4. Электронно-библиотечная система «Znanium»

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение теоретического материала производится в соответствии с РПД по лекциям, учебникам, методической и справочной литературе. Список литературы представлен в разделе РПД «Список учебной литературы и информационно-методическое обеспечение дисциплины».

По каждой теме дисциплины «Судовые котельные и паропроизводящие установки» предполагается проведение аудиторных лекционных занятий, аудиторных практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы студента. Время аудиторных занятий и самостоятельной работы студента определяется согласно рабочему учебному плану данной дисциплины.

Планирование времени на изучение дисциплины производится в соответствии с планом-графиком выполнения самостоятельной работы студентов по данной дисциплине. В плане отражены виды самостоятельной работы для всех разделов дисциплины, указаны примерные нормы времени на выполнение и сроки сдачи заданий.

*Рекомендации по работе на лекциях и ведению конспекта.* Основы знаний закладываются на лекциях, им принадлежит ведущая роль в учебном процессе. На лекциях дается самое важное, основное в изучаемой дисциплине. Основные задачи, стоящие перед лектором: помочь студентам понять основы и усвоить материал на самой лекции, дать указания на то, что требует наибольшего внимания, учить правильному мышлению и создавать ясное представление о методологии изучаемой науки.

Лекции являются эффективным видом занятий для формирования у студентов способности быстро воспринимать новые факты, идеи, обобщать их, а также самостоятельно мыслить.

Студенту следует научиться понимать и основную идею лекции, а также, следуя за лектором, участвовать в усвоении новых мыслей. Но для этого надо быть подготовленным к восприятию очередной темы. Подготовленным можно считать такого студента, который, присутствуя на лекции, усвоил ее содержание, а перед лекцией припомнил материал раздела, излагаемого на ней или просмотрел свой конспект, или учебник.

Перед лекцией необходимо прочитывать конспект предыдущей лекции, а после окончания крупного раздела курса рекомендуется проработать его по конспектам и учебникам.

Перед каждой лекцией необходимо просматривать содержание предстоящей лекции по учебнику с тем, чтобы лучше воспринять материал лекции. В этом случае предмет усваивается настолько, что перед экзаменом остается сделать немного для закрепления знаний.

Важно помнить, что ни одна дисциплина не может быть изучена в необходимом объеме только по конспектам. Для хорошего усвоения курса

нужна систематическая работа с учебной и научной литературой, а конспект может лишь облегчить понимание и усвоение материала.

Основная задача при слушании лекции – учиться мыслить, понимать идеи, излагаемые лектором. Для лучшего усвоения теоретического материала рекомендуется составить конспект лекций, содержащий краткое, но ясное изложение теоретического материала, сопровождаемое схемами, эскизами, формулами. Передача мыслей лектора своими словами помогает сосредоточить внимание, не дает перейти на механическое конспектирование.

Ведение конспекта создает благоприятные условия для запоминания услышанного, т.к. в этом процессе принимают участие слух, зрение и рука. Конспектирование способствует запоминанию только в том случае, если студент понимает излагаемый материал. При механическом ведении конспекта, когда просто записываются слова лектора, присутствие на лекции превращается в бесполезную трату времени.

Некоторые студенты полагают, что при наличии учебных пособий, учебников нет необходимости вести конспект. Такие студенты нередко совершают ошибку, так как не используют конспект как средство, позволяющее активизировать свою работу на лекции или полнее и глубже усвоить ее содержание.

Определенная часть студентов считает, что конспекты лекции могут заменить учебники, поэтому они стремятся к дословной записи лекции и нередко не задумываются над ее содержанием. В результате при разборе учебного материала по механической записи требуется больше труда и времени, чем при понимании и кратком конспектировании лекции.

Конспект ведется в тетради или на отдельных листах. Записи в тетради легче оформить, их удобно брать с собой на лекцию или практические занятия. Рекомендуется в тетради оставлять поля для дополнительных записей, замечаний и пунктов плана. Но конспектирование в тетради имеет и недостаток: в нем мало места для пополнения новыми материалами,

выводами и обобщениями. В этом отношении более удобен конспект на отдельных листах (карточках). Из него нетрудно извлечь отдельную необходимую запись, конспект можно быстро пополнить листами, в которых содержатся новые выводы, обобщения, фактические данные. При подготовке выступлений, докладов легко подобрать листки из различных конспектов и свести их вместе. В результате такой работы конспект может стать тематическим.

При конспектировании допускается сокращение слов, но необходимо соблюдать меру. Каждый студент обычно вырабатывает свои правила сокращения. Но если они не введены в систему, то лучше их не применять, т.к. случайные сокращения ведут к тому, что спустя некоторое время конспект становится непонятным.

Проверка усвоения теоретического курса проводится с помощью контрольных вопросов, приведенных в разделе «Фонд оценочных средств». После изучения теоретического материала следует проверить, правильно ли поняты и хорошо ли усвоены наиболее существенные положения темы, используя список контрольных вопросов. При ознакомлении с методиками расчетов рекомендуется пользоваться задачками, в которых приведены примеры расчетов.

Если в процессе изучения материала, у студента возникнут вопросы, которые он не может разрешить самостоятельно, следует обратиться за консультацией к преподавателю, ведущему данную дисциплину.

*Рекомендации по работе с учебной и научной литературой.* Работа с учебной литературой занимает особое место в самообразовании: именно эта литература является основным источником знаний студента. Учебник (учебное пособие) как печатное средство играет организующую роль в самостоятельной работе студента: он содержит систематизированный объем основной научной информации по курсу, задания, упражнения, уточняющие вопросы, организующие познавательную деятельность.

В работе с учебной литературой нужны умения выделять главное, находить внутренние связи. На что следует обратить внимание при выборе учебника? На заглавие и другие титульные элементы. Например, рекомендована книга в качестве учебника или нет. Затем читается аннотация и введение, из чего узнаете, чем отличается данное пособие. Учебное пособие может рекомендовать преподаватель, потому что он может определить позицию автора учебника.

Результатом работы студента с учебной литературой должно стать четкое понимание практической значимости информации, уверенность, что информация усвоена в достаточном объеме и может быть воспроизведена, что основные понятия могут быть обоснованы, что выделены внутренние связи и зависимости внутри учебного текста.

К научным источникам относятся также статьи, монографии, диссертации, книги. Как правило, статья посвящена описанию решения лишь одной из задач, стоящих перед исследователем, а диссертация и монография освещают комплексно проблему с разных сторон, решают ряд задач. Статьи публикуются либо в журналах, либо в сборниках. Журнал - периодическое издание, которое имеет указание, кому предназначен. В содержании обычно выделены рубрики (теория, опыт, методические советы и т.д.), которые позволяют читателю определиться в своих интересах. Далее рекомендуется обратить внимание на авторов журнала (иногда в конце есть сведения об авторах). Содержание журнала позволяет выделить те статьи, которые интересны.

Первое знакомство со статьей необходимо начинать с уяснения понятий, которые представлены в названии. Далее необходимо определить: цель статьи; обоснование автором актуальности; проблемы, выделенные автором; способы решения этих проблем, которые он предлагает; выводы автора.

Если статья представляет интерес необходимо составить тезисный конспект с указанием страниц, откуда взяты цитаты, также следует указать автора, название статьи, название журнала, номер, год, страницы.

Следует иметь в виду, что статья – это личная точка зрения автора, с которой можно или нельзя соглашаться, она может быть недостаточно научно обоснованной, дискуссионной.

*Рекомендации по подготовке к экзамену.* Целью экзамена является проверка качества усвоения содержания дисциплины. Для получения допуска к экзамену необходимо выполнить и защитить все лабораторные работы и РГЗ.

Перечень тем, которые необходимо изучить для успешной сдачи экзамена, отражен в списке экзаменационных вопросов и программе курса «Судовые котельные и паропроизводящие установки».

При подготовке к экзамену необходимо повторить материал лекций, прослушанных в течение семестра, обобщить полученные знания, понять связь между отдельными разделами дисциплины. Изучение теоретического материала проводится по конспекту лекций и рекомендуемой литературе. Для успешной сдачи экзамена и получения высокой оценки изучение одного конспекта недостаточно. Высокая оценка за экзамен предполагает обязательное изучение теоретического материала по учебнику, поскольку объем лекций ограничен и не позволяет подробно рассмотреть все вопросы.

Перед экзаменом проводится консультация. К моменту проведения консультации все вопросы, выносимые на экзамен, в основном должны быть изучены. На консультации можно получить ответы на трудные или непонятые вопросы, или получить рекомендации по изучению отдельных вопросов.

Время на подготовку к экзамену устанавливается в соответствии с общими требованиями, принятыми в ДВФУ.

При ответе на экзамене необходимо показать не только знание заученного материала, но и умение делать логические выводы, умение

пользоваться на практике полученными теоретическими сведениями. Экзамен должен восприниматься не только как элемент контроля полученных знаний, но в первую очередь, как инструмент систематизации полученных знаний.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Судовые котельные и паропроизводящие установки» включает в себя: мультимедийное оборудование, компьютеры, программы, учебно-методические пособия и учебники, приведенные в списке литературы.

### Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. №951, учебная аудитория для проведения практических и лекционных занятий и для самостоятельной работы.	Мультимедийная аудитория: Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 24) Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокоммутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; расширение для контроллера управления IPL T CR48	1. Academic Campus 500 2. Inventor Professional 2020 3. AutoCAD 2020 4. MAYA 2018 5. VideoStudio Pro x10 Lite 6. CorelDraw 7. Academic Mathcad License 14.0 8. MathCad Education University Edition 9. Компас 3D Система прочностного анализа v16 10. Компас 3D модуль ЧПУ. Токарная обработка v16 11. SolidWorks Campus 500
690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, д. 10, корпус Е, ауд. №848, учебная аудитория для проведения практических занятий	Мультимедийная аудитория: Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 44) Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на	1. Academic Campus 500 2. Inventor Professional 2020 3. AutoCAD 2020 4. MAYA 2018 5. VideoStudio Pro x10 Lite 6. CorelDraw 7. Academic Mathcad License 14.0 8. MathCad Education University Edition 9. Компас 3D Система прочностного анализа v16 10. Компас 3D модуль ЧПУ. Токарная обработка v16 11. SolidWorks Campus 500

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS). Ноутбук Lenovo idea Pad S 205 Bra	
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. №967, учебная аудитория для проведения практических и лекционных занятий и для самостоятельной работы.	Мультимедийная аудитория: Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 26) Оборудование: Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avergence; подсистема видеокмутации; подсистема аудиокмутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).	1. Academic Campus 500 2. Inventor Professional 2020 3. AutoCAD 2020 4. MAYA 2018 5. VideoStudio Pro x10 Lite 6. CorelDraw 7. Academic Mathcad License 14.0 8. MathCad Education University Edition 9. Компас 3D Система прочностного анализа v16 10. Компас 3D модуль ЧПУ. Токарная обработка v16 11. SolidWorks Campus 500

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

### VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-2.1 Осуществление технической политики организации в части выполнения системы управления безопасностью	Знание нормативно-правовые акты РФ в области водного транспорта
	Умение осуществлять анализ поступающих дополнений и измерений нормативных документов по организации технического обслуживания судовых технических средств
	Обладание навыками выполнения анализа общего технического состояния судов, его соответствия международным конвенциям и национальным требованиям
ПК-2.2 Составление планов ремонта, технического обслуживания, снабжения и оснащения судов новым оборудованием	Знание основные положения о сроках и нормах выполнения текущего ремонта судовых технических средств
	Умение определять перечень материалов, необходимых для технического обслуживания и ремонта судов
	Владеет навыками формирования графика докования судов и контроль его выполнения



<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)</b>
ПК-2.3 Контроль выполнения смет технического обслуживания и ремонта судовых устройств и механизмов, конструкций судов, спасательных, противопожарных и защитных средств	Знание норм расходования материалов и средств на плановые ремонтные работы
	Умение формировать судовые заявки на текущий ремонт судовых технических средств и конструкций судов
	Владение навыками ведения оперативного учета расходования средств на техническое обслуживание судов

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки» проводится в форме устных опросов, отчетов к лабораторным работам и РГЗ по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

### **Вопросы для устного опроса**

#### **по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки»**

1. Назначение котельной установки. Из каких основных элементов она состоит?
2. Какие системы обеспечивают работу котельной установки?
3. Для каких целей используется пар, вырабатываемый судовой котельной установкой?

4. Как, в зависимости от назначения, подразделяются судовые парогенераторные установки?

5. Какой агрегат называется парогенератором?

6. Изобразите тепловую схему котла с пароперегревателем, экономайзером и воздухоподогревателем.

7. Изобразите на s-T-диаграмме процессы для котла с экономайзером и пароперегревателем.

8. Какие минимально необходимые элементы должны иметь парогенераторы для обеспечения длительного производства пара?

9. По каким признакам классифицируются парогенераторы?

10. Какие основные параметры характеризуют работу котлов?

11. Что называется паропроизводительностью котла, удельным паросъемом, теплопроизводительностью, коэффициентом полезного действия котла?

12. Какие основные требования предъявляются к котлам?

13. Какие основные процессы происходят в парогенераторе?

14. В чем состоит отличие огнетрубного котла от водотрубного?

15. Каковы особенности конструкции огнетрубного котла?

16. Каковы преимущества и недостатки огнетрубных котлов?

17. Какие водотрубные котлы относятся к котлам с естественной циркуляцией?

18. Какова конструкция секционных котлов и какие из присущих им недостатков устранены в барабанных котлах?

19. Какие вы знаете конструкции барабанных котлов и в чем заключаются их достоинства?

20. Перечислите преимущества водотрубных котлов по сравнению с огнетрубными.

21. Каковы особенности устройства и действия котла шахтного типа?

22. Каковы особенности устройства и действия прямоточного котла?

23. Каковы особенности устройства и действия котла с принудительной циркуляцией малой кратности?

24. Каковы особенности устройства и действия котла с многократной принудительной циркуляцией?

25. Каковы особенности устройства и действия высоконапорного котла?

26. Каковы особенности устройства и действия утилизационного котла?

27. Каковы особенности устройства и действия комбинированного котла?

28. Перечислите технические характеристики топлива, используемые для определения его качества.

29. Дать определения: температуре застывания, температуре вспышки, температуре воспламенения, плотности, удельной теплоемкости, коэффициенту теплопроводности, теплоте сгорания топлива.

30. Дать определение вязкости. Как вязкость жидкости зависит от температуры и давления?

31. Сформулировать закон Ньютона для внутреннего трения.

32. Что называют динамическим и кинематическим коэффициентами вязкости?

33. Назовите единицы измерения коэффициентов вязкости.

34. Что такое градус Энглера?

35. Устройство вискозиметра Энглера.

36. Порядок определения вязкости с использованием вискозиметра Энглера.

37. Какие виды топлива используют в судовых котлах?

38. Какие требования предъявляются к судовым топливам?

39. Какие массы топлива используются в расчетах? Как их пересчитать с одной на другую?

40. Каков элементарный состав жидкого топлива?

41. Какие элементы топлива являются горючими?
42. Напишите стехиометрические уравнения реакций горения топлива.
43. Как определяется теоретическое количество воздуха, необходимое для полного сгорания 1 кг топлива заданного состава?
44. Что такое коэффициент избытка воздуха?
45. Перечислите состав продуктов сгорания.
46. Как определяется теоретический объем продуктов сгорания?
47. Как определяется действительный объем продуктов сгорания?
48. Что называется энтальпией газов?
49. Как строится диаграмма J-t? Для чего она нужна?
50. Какие продукты в газах характеризуют неполное горение?
51. Что называется низшей теплотой сгорания топлива?
52. В чем разница между низшей и высшей теплотой сгорания топлива?
53. Почему в расчетах судовых котлов используют низшую теплоту сгорания топлива?
54. Состав, назначение и принцип действия химического газоанализатора?
55. Какие характеристики котла можно определить по данным газового анализа?
56. Поясните, из каких составляющих складывается прямой тепловой баланс котла?
57. Назовите потери теплоты в котлоагрегате. Как они обозначаются? От каких факторов они зависят?
58. Назовите тепловые потери, наблюдающиеся при работе котла. Укажите конструктивные и эксплуатационные способы их уменьшения.
59. Поясните, как изменяются величины тепловых потерь при изменении нагрузки котла, коэффициента избытка воздуха?

60. Запишите уравнение прямого теплового баланса котла и назовите входящие в него величины.

61. Запишите уравнение обратного теплового баланса котла и назовите входящие в него величины.

62. Как определяется располагаемая теплота жидкого топлива при составлении теплового баланса котла?

63. Как подсчитывается теплота, полезно используемая в котле на нагрев воды, ее испарение и перегрев?

64. Как изменится паропроизводительность котла в случае снижения температуры питательной воды, повышении рабочего давления пара?

65. Почему следует ограничивать температуру уходящих из котла газов?

66. Объясните, в чем заключаются различия между влажным насыщенным, сухим насыщенным, перегретым и охлажденным паром?

67. Дайте определение КПД котла, объясните, как влияют на его величину качество ведения топочного процесса, подготовки топлива, состояние тепловой изоляции?

68. Объясните физический смысл понятия «испарительная способность топлива». Как ее значение связано с величиной КПД котла?

69. Назовите область применения уравнений прямого и обратного теплового балансов котла.

70. Поясните механизм горения топлива.

71. Что называется топочным устройством котла?

72. Перечислите требования к топочным устройствам.

73. Изобразите схему механической центробежной форсунки и поясните принцип ее действия.

74. Изобразите схему паромеханической центробежной форсунки и поясните принцип ее действия.

75. Изобразите схему ротационной форсунки и поясните принцип ее действия.

76. Охарактеризуйте качество горения по цвету и форме факела и по цвету дыма.
77. Изобразите схему топливной системы вспомогательного котла.
78. Изобразите схему воздухонаправляющего устройства.
79. Опишите устройство топки при мазутном отоплении.
80. Какие требования предъявляются к топкам судовых котлов?
81. Значение футеровки топок. Какие для этого применяют материалы?
82. Охарактеризуйте физическую модель теплообмена в топке.
83. Выведите основное уравнение теплообмена в топке котла.
84. Для чего используется критерий Больцмана? Какие величины в него входят?
85. Как определяется теоретическая температура горения в топке?
86. Какие факторы влияют на температуру газов за топкой?
87. Как определяется степень черноты топки?
88. Дайте определение лучевоспринимающей поверхности нагрева котла.
89. Как влияет изменение коэффициента избытка воздуха на температуру газов за топкой и количество теплоты, переданной в топке?
90. Какие элементы судового парового котла составляют конвективные поверхности нагрева?
91. Каковы основные уравнения теплообмена в конвективных поверхностях нагрева котла?
92. Дайте определение коэффициента теплоотдачи. Как он определяется в конвективных поверхностях теплообмена?
93. Что такое коэффициент теплопередачи?
94. В чем отличие в определении коэффициента теплопередачи для различных конвективных поверхностей?
95. Как определяется температурный напор?

96. Какое загрязнение для испарительной поверхности котла более опасно - сажей или накипью и почему?

97. Напишите уравнение для определения температуры стенки.

98. Что такое термическое сопротивление стенки, и какие факторы оказывают наибольшее влияние на его значение?

99. Каково назначение тяги в топке судового парового котла?

100. Какие бывают виды тяги в котлах?

101. Что такое искусственная тяга?

102. Как рассчитать полное аэродинамическое сопротивление котла?

103. Как определяется сопротивление трения?

104. Как определяются местные сопротивления?

105. Напишите уравнение для определения величины самотяги.

106. Как определяется мощность котельного вентилятора?

107. Какая существует связь между газовыми сопротивлениями и теплопередачей?

108. Перечислите режимы течения двухфазного потока. Каково их влияние на температурный режим работы труб котла?

109. Что называется кризисом теплообмена? К каким последствиям он может привести?

110. За счет чего обеспечивается естественная циркуляция воды в водотрубных котлах?

111. Что называется кратность циркуляции?

112. Как определяется скорость циркуляции?

113. Что такое движущий напор циркуляции и от чего он зависит?

114. Запишите основное уравнение циркуляции. Объясните входящие в него величины.

115. Каковы показатели надежности циркуляции?

116. Какие причины могут привести к застою и опрокидыванию циркуляции?

117. Каковы особенности гидродинамики в параллельно включенных трубах с принудительным движением среды?

118. Что называется тепловой разверкой? Какие факторы на нее влияют?

119. Как изменяется температура продуктов сгорания при изменении нагрузки котла?

120. Как изменяется температура пара при изменении нагрузки котла?

121. Как изменяется производительность при изменении нагрузки котла?

122. Как изменяются тепловые потери и КПД при изменении нагрузки котла?

123. Перечислите основные показатели качества питательной воды котла.

124. Каковы причины образования накипи в котлах?

125. Факторы, вызывающие коррозию металла с водяной стороны.

126. Опишите систему питания котла водой.

127. Какие применяют способы обработки воды?

128. Каковы причины загрязнения пара?

129. Какие существуют методы получения чистого пара?

130. Как осуществляется процесс сепарации пара?

131. Перечислите основные конструктивные элементы котла.

132. Изобразите схематично конструкцию стен котла.

133. Каково назначение арматуры судового парового котла?

134. По какому принципу работают и как используются водоуказательные приборы?

135. Каковы конструкции водомерных стекол?

136. Для чего служат краны верхнего и нижнего продувания?

137. В каких местах и как устанавливается котельная арматура?

138. Какие стали применяются в судовом парогенераторостроении?

139. Перечислите требования, предъявляемые к котельным сталям.



140. Перечислите прочностные характеристики сталей.
141. Как определяются допускаемые напряжения при расчете прочности элементов котла?
142. Как определяются расчетная температура и расчетное давление при расчете прочности элементов котла?
143. Как определяется толщина стенок труб и коллекторов?
144. Описать конструкции пароперегревателей и места их установки.
145. Описать конструкции экономайзеров.
146. Какие бывают конструкции воздухоподогревателей?
147. Перечислите основные положения теплового расчета топки.
148. Какова последовательность теплового расчета парообразующих поверхностей?
149. Какова последовательность теплового расчета пароперегревателя?
150. Какова последовательность теплового расчета экономайзера?
151. Какова последовательность теплового расчета воздухоподогревателя?

### **Критерии оценки устного опроса**

дисциплины «Судовые котельные и паропроизводящие установки»

100-85 баллов – если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

85-76 баллов – ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать

аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75-61 балл – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60-50 баллов – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

### **Темы курсовых проектов**

1. Проектирование главного водотрубного котла с естественной циркуляцией.
2. Проектирование вспомогательного водотрубного котла с естественной циркуляцией.
3. Проектирование утилизационного водотрубного котла с прямоугольной формой кожуха и гладкотрубными вертикальными змеевиками.
4. Проектирование утилизационного водотрубного котла с цилиндрической формой кожуха и спиральными горизонтальными змеевиками.
5. Проектирование вспомогательного огнетрубного котла.

**Критерии оценки курсового проекта по дисциплине  
«Судовые котельные и паропроизводящие установки»**

Оценка	50-60 баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
Выполнение курсового проекта	Проект не выполнен	Проект выполнен не полностью, выводы не сделаны	Проект выполнен в соответствии с заданием, но не все выводы сделаны и обоснованы	Проект выполнен в соответствии с требованиями, аккуратно, все расчёты правильные; графическая часть представлена в полном объёме с использованием графического редактора; выводы обоснованы
Представление	Проект не представлен	Представленные расчёты и чертежи не последовательны и не систематизированы	Представленные расчёты выполнены последовательно, систематизированы; графическая часть выполнена с помощью графических редакторов с небольшими недочётами	Проект представлен в виде отчета со всеми пояснениями и чертежами; все расчёты выполнены с помощью компьютерных программ.
Оформление	Проект не оформлен	Оформление ручное, частичное использование информационных технологий	Оформление с помощью компьютерных технологий, но небрежное	Широко использованы компьютерные технологии; отсутствуют ошибки в представляемой информации
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Ответы только на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, хорошее ориентирование в теоретическом материале, приведены примеры и соответствующие пояснения, использована дополнительная литература

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

К промежуточной аттестации допускаются студенты, не имеющие задолжности по дисциплине (выполнены все работы, предполагаемые учебным планом и РПД (практические, лабораторные, а также текущая аттестация – контрольные, опросы, курсовые работы, курсовые проекты и т.д.).

## **Комплект вопросов к экзамену для промежуточной аттестации**

по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки»

1. Назначение и состав судовой котельной установки.
2. Классификация судовых котлов.
3. Характеристики паровых котлов.
4. Конструкция и принцип действия огнетрубного котла.
5. Конструкция и принцип действия водотрубного котла с естественной циркуляцией.
6. Конструкция и принцип действия секционного водотрубного котла.
7. Конструкция и принцип действия трехколлекторных двухпроточных водотрубных котлов.
8. Конструкция и принцип действия водотрубного котла шахтного типа.
9. Конструкция и принцип действия прямоточного котла.
10. Конструкция и принцип действия котла с принудительной циркуляцией малой кратности.
11. Конструкция и принцип действия котла с многократной принудительной циркуляцией.
12. Конструкция и принцип действия высоконапорного котла.
13. Конструкция и принцип действия комбинированного котла.
14. Конструкция и принцип действия утилизационного котла.
15. Элементарный состав топлива.
16. Основные характеристики котельного топлива.
17. Определение количества воздуха, необходимого для полного сгорания топлива.
18. Расчет объемов продуктов сгорания.
19. Определение энтальпии продуктов сгорания топлива.
20. Определение объемов продуктов сгорания при полном сгорании топлива по данным газового анализа.

21. Определение объемов продуктов сгорания при неполном сгорании топлива по данным газового анализа.
22. Определение коэффициента избытка воздуха по данным газового анализа.
23. Уравнение теплового баланса котла.
24. Определение КПД парового котла по прямому и обратному тепловому балансу.
25. Потери теплоты в котле и факторы, влияющие на них
26. Механизм горения топлива.
27. Типы топочных процессов.
28. Форсунки судовых котлов.
29. Воздухонаправляющие устройства судовых котлов.
30. Топки паровых котлов. Требования, предъявляемые к топкам судовых котлов.
31. Физическая модель теплообмена излучением в топке котла.
32. Вывод уравнения теплообмена в топке котла.
33. Определение теоретической температуры горения и средней теплоемкости продуктов сгорания при расчете теплообмена в топке.
34. Определение коэффициента  $M$ , степени черноты и лучевоспринимающей поверхности при расчете теплообмена в топке.
35. Основные уравнения теплообмена в конвективных поверхностях нагрева котла.
36. Определение коэффициента теплопередачи конвективных поверхностей нагрева котла.
37. Общий вид критериальных уравнений, используемые для расчета конвективных поверхностей нагрева котла.
38. Критериальные уравнения для расчета теплоотдачи при поперечном омывании пучков труб.
39. Критериальные уравнения для расчета теплоотдачи при движении среды внутри труб.

40. Расчет коэффициента теплоотдачи при кипении воды.
41. Определение коэффициента теплоотдачи излучением от продуктов сгорания при расчете конвективных поверхностей нагрева котла.
42. Определение температурного напора при расчете конвективных поверхностей нагрева.
43. Схемы дутья в судовых котлах.
44. Определение аэродинамического сопротивления котла.
45. Определение мощности и выбор котельного вентилятора.
46. Основные характеристики двухфазного потока.
47. Режимы течения двухфазного потока и их влияние на температурный режим работы труб.
48. Кризис теплообмена.
49. Гидравлическое сопротивление движению потока в трубах.
50. Тепловая разверка.
51. Факторы, влияющие на величину тепловой разверки.
52. Сущность и основные понятия естественной циркуляции в котле.
53. Движущий напор циркуляции.
54. Определение высоты точки закипания воды.
55. Полезный напор циркуляции. Основные уравнения циркуляции.
56. Показатели надежности естественной циркуляции судовых котлов.
57. Застой и опрокидывание циркуляции.
58. Влияние работы опускных труб на надежность естественной циркуляции.
59. Основные конструктивные элементы котла.
60. Конструкция стен котла.
61. Изоляция котла.
62. Гарнитура котла. Схема размещения гарнитуры.
63. Классификация арматуры котла. Схема расположения арматуры котла.

64. Стали, применяемые в судовом парогенераторостроении и требования предъявляемые к ним.

65. Прочностные характеристики сталей.

66. Расчет прочности основных элементов котла.

67. Основы проектирования и тепловой расчет топки.

68. Компоновка и методика теплового расчета парообразующих поверхностей.

69. Компоновка и методика теплового расчета пароперегревателя.

70. Компоновка и методика теплового расчета пароперегревателя.

71. Компоновка и методика теплового расчета экономайзера.

72. Компоновка и методика теплового расчета воздухоподогревателя.

73. Влияние нагрузки котла на температуру газов на выходе из топки.

74. Влияние нагрузки котла на температуру газов в конвективных поверхностях нагрева.

75. Влияние нагрузки котла на температуру перегретого пара.

76. Влияние нагрузки котла на тепловые потери, КПД и паропроизводительность.

77. Основные показатели качества воды.

78. Накипе- и шламообразование в котле.

79. Коррозия пароводяного тракта котла.

80. Загрязнение пара и причины его вызывающие.

81. Методы получения чистого пара.

82. Гидродинамика потока в пароводяном коллекторе.

83. Организация процесса сепарации пара.

84. Водный режим, продувка котла.

85. Докотловая обработка питательной и добавочной воды.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене  
по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки»:**

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета / экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
5 (100-86)	«зачтено»/ «отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
4 (85-76)	«зачтено»/ «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
3 (75-61)	«зачтено»/ «удовлетвори тельно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
2 (60-50)	«не зачтено»/ «неудовлетво рительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.