

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: Мочалин Константин Сергеевич  
 Должность: Ректор  
 Дата подписания: 06.07.2026 16:48:56  
 Уникальный программный ключ:  
 85306c9e2a7a745f1569d31d35a52c8d12d7a161

# ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

## Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет водного транспорта"

Б1.О.31

### Судовые двигатели внутреннего сгорания рабочая программа дисциплины (модуля)

|                           |                                                                                                                                                                             |                                                              |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Закреплена за кафедрой    | <b>Судовых энергетических установок</b>                                                                                                                                     |                                                              |
| Образовательная программа | 26.05.06 Специальность "Эксплуатация судовых энергетических установок"<br>Специализация "Эксплуатация главной судовой двигательной установки"<br>год начала подготовки 2025 |                                                              |
| Квалификация              | <b>инженер-механик</b>                                                                                                                                                      |                                                              |
| Форма обучения            | <b>заочная</b>                                                                                                                                                              |                                                              |
| Общая трудоемкость        | <b>8 ЗЕТ</b>                                                                                                                                                                |                                                              |
| Часов по учебному плану   | 288                                                                                                                                                                         | Виды контроля в семестрах:<br>экзамен 5<br>курсовой проект 5 |
| в том числе:              |                                                                                                                                                                             |                                                              |
| аудиторные занятия        | 28                                                                                                                                                                          |                                                              |
| самостоятельная работа    | 234                                                                                                                                                                         |                                                              |
| часов на контроль         | 18                                                                                                                                                                          |                                                              |

#### Распределение часов дисциплины по курсам

| Курс                   | 5   |     | Итого |     |
|------------------------|-----|-----|-------|-----|
|                        | уп  | ип  |       |     |
| Лекции                 | 16  | 16  | 16    | 16  |
| Лабораторные           | 6   | 6   | 6     | 6   |
| Практические           | 6   | 6   | 6     | 6   |
| Иная контактная работа | 8   | 8   | 8     | 8   |
| Итого ауд.             | 28  | 28  | 28    | 28  |
| Контактная работа      | 36  | 36  | 36    | 36  |
| Сам. работа            | 234 | 234 | 234   | 234 |
| Часы на контроль       | 18  | 18  | 18    | 18  |
| Итого                  | 288 | 288 | 288   | 288 |

Рабочая программа дисциплины

**разработана в соответствии с ФГОС:**

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 26.05.06  
Эксплуатация судовых энергетических установок (приказ Минобрнауки России от 15.03.2018 г. № 192)

**составлена на основании учебного плана образовательной программы:**

26.05.06 Специальность "Эксплуатация судовых энергетических установок"  
Специализация "Эксплуатация главной судовой двигательной установки"  
год начала подготовки 2025

**Рабочую программу составил(и):**

*д.т.н., Доцент, Титов С.В.*

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Заведующий кафедрой Андрющенко Сергей Петрович

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 | Является подготовка специалиста, владеющего основными положениями теории ДВС, умеющего использовать эти знания для решения практических задач, осваивать новые типы двигателей, оценивать их технико-экономические характеристики и обеспечить их оптимальную эксплуатацию. К основным задачам дисциплины относятся: изучение теории рабочего процесса, газообмена и топливоподачи; изучение методов, позволяющих оценивать и оптимизировать работу систем топливоподачи и воздухооборота; получение знаний о современных средствах исследования и диагностирования процессов в судовых дизелях. |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

|                    |                                                                                                              |      |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Цикл (раздел) ООП: |                                                                                                              | Б1.О |
| 2.1                | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                 |      |
| 2.1.1              | Общий курс беспилотных транспортных систем                                                                   |      |
| 2.2                | <b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |      |

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла**

УК-2.3: Управляет проектом на каждой стадии: инициации, планировании, реализации, отчета, завершения

**ОПК-2: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности**

ОПК-2.3: Применяет методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

**ОПК-3: Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные**

ОПК-3.3: Обрабатывает и представляет полученные данные и оценивает результаты измерений

**ОПК-4: Способен адаптироваться к изменяющимся условиям судовой деятельности, устанавливая приоритеты для достижения цели с учетом ограничения времени**

ОПК-4.1: Устанавливает приоритеты профессиональной деятельности, адаптирует их к конкретным видам деятельности и проектам

**ПК-5: Способен выполнять безопасные и аварийные процедуры эксплуатации механизмов двигательной установки, включая системы управления**

ПК-5.1: Осуществляет регулирование судовых двигательных установок для безопасной работы с учетом международных конвенций и требования

**ПК-6: Способен осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: 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**

ПК-6.1: Осуществляет подготовку и эксплуатацию главной СЭУ и судовых вспомогательных систем

**ПК-34: Способен сформировать цели проекта (программы), разработать обобщенные варианты ее решения, выполнить анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений**

ПК-34.1: Планирует цели проекта, разрабатывает варианты решения, анализирует и прогнозирует результаты своих решений

**ПК-35: Способен разработать проекты объектов профессиональной деятельности с учетом физико-технических, механико-технологических, эстетических, экологических, эргономических и экономических требований, в том числе с использованием информационных технологий**

ПК-35.1: Осуществляет создание объектов профессиональной деятельности с учетом различных требований и норм с использованием информационных технологий

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3.1.1      | приборы и методы измерений при испытаниях судовых дизелей                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3.1.2      | фундаментальные законы и понятия термодинамики, процессы тепломассопереноса и движения жидкости и газа; химические элементы и их соединения                                                                                                                                                  |
| 3.1.3      | порядок проведения теплотехнического контроля судовых двигателей                                                                                                                                                                                                                             |
| 3.1.4      | требования национальных и международных нормативных документов                                                                                                                                                                                                                               |
| 3.1.5      | основы диагностики судовых дизелей и их элементов.                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3.1.6      | Принципы ослабления и ограничения крутильных колебаний и динамических нагрузок в системе судового валопровода и кривошипно-шатунного механизма;                                                                                                                                              |
| 3.1.7      | нормальные значения параметров судового дизеля и обслуживающих его систем. Характеристики, по которым работает судовой дизель                                                                                                                                                                |
| 3.1.8      | Рабочие значения параметров в системах, обслуживающих судовой дизель. Правила подготовки, эксплуатации судовых дизелей                                                                                                                                                                       |
| 3.1.9      | принцип действия, основы конструкции судовых дизелей и их элементов, механизмы движения и приводы, системы пуска и реверсирования, обслуживающие системы судовых дизелей, эксплуатационные характеристики и режимы работы, их оптимизация, выбор ограничительных параметров и характеристик. |
| 3.1.10     | Методикой расчета и анализа рабочих процессов в цилиндре дизеля, системах газообмена и топливоподачи                                                                                                                                                                                         |
| 3.1.11     | основные конструктивные решения, обеспечивающие безопасный уровень механической и тепловой напряженности судовых дизелей                                                                                                                                                                     |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3.2.1      | проводить обработку и анализ результатов измерений                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3.2.2      | использовать математические методы в технических приложениях и современные информационные системы                                                                                                                                                                                            |
| 3.2.3      | обрабатывать результаты экспериментальных исследований при теплотехническом контроле судовых дизелей                                                                                                                                                                                         |
| 3.2.4      | самостоятельно оценивать роль новых знаний, навыков и компетенций в образовательной, профессиональной деятельности                                                                                                                                                                           |
| 3.2.5      | анализировать конструкцию судовых дизелей с помощью чертежей/инструкций,                                                                                                                                                                                                                     |
| 3.2.6      | Производить регулирование судовых дизелей с помощью традиционных, автоматизированных или компьютерных систем;                                                                                                                                                                                |
| 3.2.7      | устранять причины, приводящие к изменению нормальных значений параметров дизеля и систем, которые его обслуживают                                                                                                                                                                            |
| 3.2.8      | Объяснить связи между процессами, приводящими к изменению значений рабочих параметров в системах, обслуживающих судовой дизель                                                                                                                                                               |
| 3.2.9      | объяснять конструкцию судовых дизелей с помощью чертежей/инструкций,                                                                                                                                                                                                                         |
| 3.2.10     | анализировать типовые конструкции современных судовых дизелей и на этой основе разрабатывать собственные решения при курсовом проектировании                                                                                                                                                 |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 3.3.1      | методикой оформления отчета об испытаниях                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3.3.2      | методами математического расчета судового двигателя                                                                                                                                                                                                                                          |

|       |                                                                                                                                                                                                                   |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.3.3 | навыками прогнозирования последствия своей социальной и профессиональной деятельности                                                                                                                             |
| 3.3.4 | знанием конструкции судовых (в т.ч. морских) дизелей и умением объяснять их конструкцию с помощью чертежей/инструкций;                                                                                            |
| 3.3.5 | общепринятой терминологией в области эксплуатации судовых дизелей. Методами обнаружения причин неисправностей главного двигателя и связанных с ним вспомогательных механизмов                                     |
| 3.3.6 | знанием конструкции судовых (в т.ч. морских) дизелей и умением объяснять их конструкцию с помощью чертежей/инструкций;                                                                                            |
| 3.3.7 | Навыками регулирования параметров и дизеля в целом, методами, обеспечивающими готовность, надежный пуск и контроль режимов работы главного двигателя и других судовых технических средств и обслуживающих систем; |
| 3.3.8 | методами расчета рабочих процессов в том числе с использованием численного моделирования на ЭВМ;                                                                                                                  |

#### 4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Вид занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                                                                                                           | Семестр / Курс | Часов | Литература | ПрПо дгот |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|------------|-----------|
| Раздел      | <b>Раздел 1.</b>                                                                                                                                                                                    |                |       |            |           |
| Лек         | Остов двигателя /Лек/                                                                                                                                                                               | 5              | 1     | Л1.1 Л1.2  | 0         |
| Ср          | Остов двигателя /Ср/                                                                                                                                                                                | 5              | 12    | Л2.2       | 0         |
| Лек         | Кривошипно-шатунный механизм /Лек/                                                                                                                                                                  | 5              | 1     | Л1.1 Л1.2  | 0         |
| Ср          | Кривошипно-шатунный механизм /Ср/                                                                                                                                                                   | 5              | 8     | Л2.2       | 0         |
| Лек         | Механизм газораспределения /Лек/                                                                                                                                                                    | 5              | 1     | Л1.1 Л1.2  | 0         |
| Ср          | Механизм газораспределения /Ср/                                                                                                                                                                     | 5              | 12    | Л2.2       | 0         |
| Лек         | Топливная система /Лек/                                                                                                                                                                             | 5              | 0,5   | Л1.1 Л1.2  | 0         |
| Ср          | Топливная система /Ср/                                                                                                                                                                              | 5              | 12    | Л2.2       | 0         |
| Лек         | Система смазки /Лек/                                                                                                                                                                                | 5              | 0,5   | Л1.1 Л1.2  | 0         |
| Ср          | Система смазки /Ср/                                                                                                                                                                                 | 5              | 8     | Л2.2       | 0         |
| Лек         | Система охлаждения /Лек/                                                                                                                                                                            | 5              | 0,5   | Л1.1 Л1.2  | 0         |
| Ср          | Система охлаждения /Ср/                                                                                                                                                                             | 5              | 12    | Л2.2       | 0         |
| Лек         | Наддув двигателей /Лек/                                                                                                                                                                             | 5              | 0,5   | Л1.1 Л1.2  | 0         |
| Ср          | Наддув двигателей /Ср/                                                                                                                                                                              | 5              | 8     | Л2.2       | 0         |
| Лек         | Системы пуска, остановки и реверса /Лек/                                                                                                                                                            | 5              | 1     | Л1.1 Л1.2  | 0         |
| Лаб         | Конструкция элементов системы пуска и реверса (практический пуск двигателей) /Лаб/                                                                                                                  | 5              | 2     |            | 0         |
| Ср          | Системы пуска, остановки и реверса /Ср/                                                                                                                                                             | 5              | 8     | Л2.2       | 0         |
| Лек         | Контроль работы и регулировка двигателей /Лек/                                                                                                                                                      | 5              | 1     | Л1.1 Л1.2  | 0         |
| Ср          | Контроль работы и регулировка двигателей /Ср/                                                                                                                                                       | 5              | 8     | Л2.2       | 0         |
| Лек         | Основные неисправности и аварии судовых ДВС /Лек/                                                                                                                                                   | 5              | 1     | Л1.1       | 0         |
| Ср          | Основные неисправности и аварии судовых ДВС /Ср/                                                                                                                                                    | 5              | 12    | Л2.2       | 0         |
| Раздел      | <b>Раздел 2.</b>                                                                                                                                                                                    |                |       |            |           |
| Лек         | Методы расчета и анализа рабочих процессов в цилиндре судового дизеля, системах газообмена и топливоподачи /Лек/                                                                                    | 5              | 2     | Л1.1 Л1.2  | 0         |
| Пр          | Исследование процесса топливоподачи<br>Исследование процесса сжатия<br>Исследование процесса самовоспламенения в дизеле<br>Расчет среднего индикаторного давления по индикаторной диаграмме<br>/Пр/ | 5              | 4     | Л3.1       | 0         |
| Ср          | Методы расчета и анализа рабочих процессов в цилиндре судового дизеля, системах газообмена и топливоподачи /Ср/                                                                                     | 5              | 40    | Л2.1 Л2.2  | 0         |
| Лек         | Эксплуатационные характеристики и режимы работы судовых дизелей, их оптимизация. Выбор ограничительных параметров и характеристик /Лек/                                                             | 5              | 2     | Л1.1 Л1.2  | 0         |
| Лаб         | Испытания дизеля 2Ч8,5/11 по нагрузочной характеристике<br>Снятие теплового баланса дизеля 2Ч8,5/11<br>Снятие характеристик ТНВД, проверка его установки на дизель /Лаб/                            | 5              | 4     |            | 0         |
| Ср          | Эксплуатационные характеристики и режимы работы судовых дизелей, их оптимизация. Выбор ограничительных параметров и характеристик /Ср/                                                              | 5              | 40    | Л2.1 Л2.2  | 0         |

|     |                                                                                          |   |    |           |   |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|-----------|---|
| Лек | Диагностика и испытания судовых дизелей. Регулирование параметров и дизеля в целом /Лек/ | 5 | 2  | Л1.1 Л1.2 | 0 |
| Пр  | Регулирование дизеля 8ЧНСП18/22 /Пр/                                                     | 5 | 2  |           | 0 |
| Ср  | Диагностика и испытания судовых дизелей. Регулирование параметров и дизеля в целом /Ср/  | 5 | 32 | Л2.1 Л2.2 | 0 |
| Лек | Динамика судовых дизелей /Лек/                                                           | 5 | 2  | Л1.1 Л1.2 | 0 |
| Ср  | Динамика судовых дизелей /Ср/                                                            | 5 | 22 | Л2.1 Л2.2 | 0 |
| ИКР | Текущий контроль /ИКР/                                                                   | 5 | 8  |           | 0 |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Тема 1 Остов двигателя

Назначение и составные части остова двигателя. Требования, предъявляемые к остову. Конструкционные формы остова, их особенности. Способы соединения деталей остова в единую конструкцию.

Фундаментная рама. Назначение, конструкция, материал изготовления литых и сварных фундаментных рам.

Рамовые подшипники. Назначение, размещение, конструкция, материал изготовления рамовых подшипников. Способы подвода смазки к рамовым подшипникам.

Станина. Назначение и особенности конструкции станин двигателей большой и средней мощности. Особенности конструкции и установки блок-картера.

Рабочие цилиндры. Назначение рубашки и втулки цилиндра, материал изготовления. Особенности конструкции втулок четырехтактных и двухтактных двигателей.

Крышки цилиндров. Назначение и условия работы, особенности конструкции крышек цилиндров. Охлаждение крышек цилиндров. Крепление крышек цилиндров к блоку.

### Тема 2 Кривошипно-шатунный механизм

Конструкция деталей кривошипно-шатунного механизма тронкового двигателя.

Поршень. Конструкция поршня; материал изготовления. Поршневой палец, его конструкция, способы установки и фиксации в поршне; стопорное устройство.

Уплотнительные (компрессионные) поршневые кольца: назначение, конструкция, формы сечений колец и замков, установка на поршне, условия работы.

Маслосъемные кольца: назначение, конструкция, схема работы.

Шатуны. Назначение, составные части, материал изготовления, конструкция шатунов тронкового двигателя. Назначение, условия работы, материал изготовления и конструкция шатунных болтов, их затяжка.

Коленчатый вал. Назначение, условия работы, материал изготовления и конструкция цельного и составного коленчатых валов, система смазки.

Порядок работы цилиндров. Маховик, его назначение, устройство и крепление на валу.

Особенности конструкции деталей кривошипно-шатунного механизма крейцкопфного двигателя (поршень, шатун, коленчатый вал). Назначение и устройство поршневого штока. Назначение крейцкопфа.

### Тема 3 Механизм газораспределения

Назначение, составные части и действие механизма газораспределения четырехтактного двигателя. Регулировка тепловых зазоров. Типы приводов газораспределительных механизмов, применяемых в судовых дизелях.

Детали и узлы механизмов газораспределения: назначение, конструкция, способы регулирования, использование в системах.

Особенности процессов наполнения и выпуска двухтактных двигателей. Типы систем продувки, их классификация. Схемы основных типов продувки, их характеристика.

### Тема 4 Топливная система

Назначение топливной системы, ее принципиальная схема. Основные элементы топливной системы.

Топливные насосы высокого давления: назначение, составные элементы, принцип действия. Способы изменения количества топлива, подаваемого насосом. Схема действия топливного насоса золотникового типа. Основные элементы насоса и их устройство. Схема топливного насоса клапанного типа, принцип действия, регулировка.

Назначение и принцип действия форсунки дизеля. Типы распылителей, их принципиальное устройство. Устройство и действие форсунок струйного распыливания, штифтовых, гидрозатворных; их преимущества и недостатки, применение. Насос-форсунки.

### Тема 5 Система смазки

Назначение и типы систем смазки судовых двигателей. Схемы циркуляционной системы смазки, ее состав, действие, рабочие параметры. Способы подачи смазки к трущимся деталям двигателя. Достоинства и недостатки систем с мокрым и сухим картером. Особенности лубрикаторной системы смазки.

Масляные фильтры грубой и тонкой очистки, масляные центрифуги, сепараторы; их назначение, конструкция, использование в системах смазки

### Тема 6 Система охлаждения

Назначение и классификация систем охлаждения. Понятие о проточной системе охлаждения, ее недостатках и преимуществах, применение на судах.

Замкнутая система охлаждения, ее составные части, основные составные элементы, принципиальная схема, работа

системы. Рабочие параметры системы.

#### Тема 7 Наддув двигателей

Сущность и виды наддува. Способы осуществления наддува, их принципиальные схемы. Особенности наддува двухтактных и четырехтактных двигателей.

Турбокомпрессоры, продувочные и наддувочные агрегаты с механическим приводом; их назначение, особенности конструкции, применение в системах. Охлаждение наддувочного воздуха, воздухоохладители.

#### Тема 8 Системы пуска, остановки и реверса

Условия пуска двигателя. Способы пуска дизелей, их применение в судовых силовых установках.

Электростартерный пуск, его электрическая схема.

Сущность воздушного пуска двигателя. Основные элементы пусковой системы сжатого воздуха; их назначение, принципиальное устройство. Схема пускового устройства с пневматическим управлением пусковыми клапанами. Схема пускового устройства с автоматическими пусковыми клапанами, ее составные элементы, работа схемы.

Назначение и конструкция отдельных устройств пусковой воздушной системы. Виды пусковых клапанов; их устройство и действие. Воздухораспределители золотниковые и дисковые; их принципиальное устройство и действие.

Понятия о реверсе двигателя, способах реверсирования. Принципиальные схемы реверсивных устройств двухтактных и четырехтактных двигателей

#### Тема 9 Контроль работы и регулировка двигателей

Значение контроля за работой двигателя и его методы. Основные контролируемые параметры работы двигателя. Способы определения и регулирования основных контролируемых параметров.

Приборы периодического контроля за работой двигателя, их назначение, классификация. Общие требования к приборам контроля и регулирования.

Устройство индикатора, использование для снятия индикаторных диаграмм. Приборы периодического контроля за давлением газов в цилиндрах двигателя (пиметр, максиметр); их устройство и использование.

Меры безопасности при контроле и регулировке двигателя.

#### Тема 10 Основные неисправности и аварии судовых ДВС

Характерные неисправности двигателей, их признаки, причины, способы обнаружения и устранения. Неисправности при пуске и маневрах, во время работы, ненормальная температура и цвет выпускных газов, ненормальные стук и шум, повышенный износ, нагрев отдельных узлов и деталей. Неисправности систем, обслуживающих двигатель.

Тема 11 Методы расчета и анализа рабочих процессов в цилиндре судового дизеля, системах газообмена и топливоподачи  
Методы термодинамического расчета двигателей. Расчёт свойств рабочего тела. Количество воздуха, необходимое для сгорания топлива. Воздушно-топливное отношение и коэффициент избытка воздуха при сгорании. «Чистые» продукты сгорания. Расчёт состава рабочего тела на такте сжатия. Расчёт состава рабочего тела на такте расширения. Расчёт теплоемкости рабочего тела.

Коэффициент остаточных газов. Количество продуктов сгорания. Состав рабочего тела на тактах сжатия и расширения. Теплоемкость, внутренняя энергия и энтальпия рабочего тела.

Температура и давление рабочего тела в момент закрытия впускного клапана. Коэффициент наполнения.

Среднее индикаторное давление и его определение по развернутой индикаторной диаграмме. Индикаторная мощность, первое уравнение мощности. Удельный индикаторный расход топлива. Индикаторный КПД и формулы для его расчета и анализа.

Механические потери и механический КПД. Их зависимость от различных факторов и методы определения. Эффективная мощность, среднее эффективное давление. Удельный эффективный расход топлива и эффективный КПД.

Второе уравнение мощности и его анализ. Схемы и системы наддува. Охлаждение наддувочного воздуха. Тепловой баланс дизеля. Расчет статей теплового баланса дизеля.

Расчёт теплообмена в цилиндре дизеля. Уравнение теплоотдачи. Лучистый и конвективный теплообмен между газом и стенками цилиндра. Их роль на различных участках процесса. Расчёт коэффициента теплоотдачи. Анализ формулы Г.

Вошни, ее сопоставление с формулой Г. Хохенберга.

Расчёт процесса сжатия в дизеле. Постановка задачи. Дифференциальное уравнение 1-го закона термодинамики применительно к процессу сжатия в цилиндре. Схема численного решения дифференциального уравнения. Анализ теплообмена в процессе сжатия.

Впрыскивание топлива. Характеристика впрыскивания. Методика расчета процесса топливоподачи в дизеле.

Принципиальный подход.

Распыливание топлива. Механизмы распыливания. Распределение Розин-Рамлера. Показатели качества распыливания, их зависимость от различных факторов. Упрощенная оценка качества распыливания. Вывод общего вида формул для расчета средних диаметров капель и длины струи (методом теории подобия). Формулы для среднего диаметра капель.

Структура топливной струи и динамика ее развития.

Закономерности испарения единичной капли. Особенности испарения топливной струи.

Организация объемного, объемно-пленочного и пленочного смесеобразования.

Период задержки воспламенения в дизеле. Зависимость периода задержки воспламенения от различных факторов и его расчет. Метод учёта переменной температуры и давления за время задержки воспламенения.

Кинетическое и диффузионное сгорание. Зависимость параметров процесса сгорания от различных факторов. Способы улучшения сгорания в дизелях. Относительная скорость сгорания топлива. Расчёт индикаторной диаграммы на участке сгорания и расширения. Эмпирические формулы для расчета относительной скорости сгорания.

Расчёт газообмена в дизеле. Общее дифференциальное уравнение для процессов газообмена. Расчёт выпуска. Расчёт

продувки. Расчёт впуска.

Тема 12 Эксплуатационные характеристики и режимы работы судовых дизелей, их оптимизация. Выбор ограничительных параметров и характеристик

Классификация характеристик судовых дизелей. Нагрузочные, экономические и регуляторные характеристики. Внешние, частичные и ограничительные характеристики. Винтовые, универсальные и регуляторные характеристики.

Пуск дизеля. Методы, обеспечивающие готовность, надежный пуск и контроль режимов работы главного двигателя.

Работа дизеля при разгоне и свободном торможении судна. Активное торможение судна с главным двигателем реверсивным и с реверс-редуктором. Наброс нагрузки на дизель-генератор.

Тема 13 Диагностика и испытания судовых дизелей. Регулирование параметров и дизеля в целом

Регулировка судовых двигателей внутреннего сгорания по статическим параметрам. Оценка погрешности индицирования в зависимости от точности определения ВМТ на индикаторной диаграмме. Порядок процедуры определения ВМТ.

Статические характеристики топливной аппаратуры. Порядок снятия регулировочных характеристик ТНВД. Их использование для регулировки параметров рабочего процесса в цилиндрах двигателя.

Диагностические характеристики топливной аппаратуры. Порядок получения диагностических характеристик. Их использование для целей регулировки мощности по цилиндрам и для предельно допустимого ухудшения технического состояния топливной аппаратуры по условиям безопасности мореплавания.

Использование индикаторной диаграммы для диагностирования дизеля. Использование диаграммы давления впрыскивания для диагностирования дизеля.

Система диагностирования дизеля НК-100, специализированный комплекс контроля и дефектации теплотехнических параметров дизеля «Дизель адмирал».

Тема 14 Динамика судовых дизелей

Определение сил, действующих в кривошипно-шатунном механизме дизеля. Расчет сил и моментов, действующих на коленчатый вал.

Крутильные колебания в ДВС. Принципы ослабления и ограничения крутильных колебаний и динамических нагрузок в системе судового валопровода и кривошипно-шатунного механизма.

С целью закрепления теоретического материала и более глубокого изучения устройства судового дизеля студенты выполняют курсовой проект на тему «Проектирование судового дизеля».

Задания выдаются по серийным судовым дизелям (отечественным и зарубежным ведущим дизелестроительных фирм мира). В задании на работу предусматривается тепловой расчёт дизеля, а также описание конструкции дизеля. Тепловой расчёт проводится на компьютере по имеющейся на кафедре программе Diagramma. Чертёж двигателя.

Структура курсового проекта

Содержание курсового проекта, её структура представлены в нижеприведенной таблице.

Наименование раздела курсового проекта

|                                                          | Графическая часть | Текстовая часть |
|----------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|
| Тепловой расчёт дизеля                                   | –                 | 15 с. А4        |
| Описание конструкции дизеля                              | –                 | 10 с. А4        |
| Выполнение чертежа, оформление курсового проекта, защита |                   | Лист формата А2 |
| Всего                                                    | 1 лист А2         | 25 с. А4        |

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Отчеты по практическим работам  
Отчеты по лабораторным работам  
Вопросы к экзамену

### 6.2. Темы письменных работ

Курсовой проект на тему «Проектирование судового дизеля».

### 6.3. Контрольные вопросы и задания

1. Дать определение коэффициента наполнения.
2. Написать 1-е уравнение индикаторной мощности, назвать входящие в него величины и указать их размерности.
3. Кратко объяснить, почему при наддуве дизеля увеличивается его мощность. Ответ подтвердить формулой.
4. Нарисовать зависимости от угла опережения впрыскивания топлива:
5. максимального давления сгорания,
6. температуры отработавших газов,
7. Как отрегулировать индикаторные цилиндрические мощности? Назовите допустимую разность индикаторных цилиндрических мощностей при регулировке судового дизеля.
8. Стехиометрическое количество воздуха. Воздушно-топливное отношение и коэффициент избытка воздуха (вывод формул).
9. Чистые продукты сгорания: количество, состав. Коэффициент остаточных газов и количество продуктов сгорания



(вывод формул).

10. Схемы продувок 2-тактных дизелей. Температура в цилиндре дизеля в начале сжатия (вывод формулы). Коэффициент наполнения. Влияние различных факторов на коэффициент наполнения.
11. Среднее индикаторное давление и его расчет по развернутой индикаторной диаграмме.
12. Индикаторная мощность дизеля, индикаторный КПД и удельный индикаторный расход топлива (вывод формул).
13. Нагрузочные характеристики дизеля. Анализ изменения параметров рабочего процесса.
14. Винтовые характеристики дизеля. Анализ изменения параметров рабочего процесса.
15. Рабочий процесс дизеля при пуске и набросе нагрузки. Работа дизеля при разгоне и свободном торможении судна.
16. Регулировочная характеристика дизеля по углу опережения впрыскивания топлива.
17. Вывод 2-го уравнения мощности и его анализ с точки зрения увеличения мощности дизеля.
18. Механические потери и механический КПД дизеля (вывод формул). Способы повышения механического КПД.
19. Эффективные показатели дизеля (вывод формул).
20. Вывод дифференциального уравнения теплоотдачи в цилиндре дизеля. Графический анализ (в TS- диаграмме) процесса сжатия при разных температурах стенки цилиндра и частотах вращения вала.
21. Классификация способов смесеобразования в зависимости от используемой энергии. Сравнение способов смесеобразования. Конструкции камер сгорания. Смесеобразование в двигателе Эльсбета.
22. Характеристика впрыскивания топлива и ее расчет. Механизмы распыливания топлива.
23. Оценка тонкости и однородности распыливания по распределению Розина - Раммлера. Упрощенная оценка тонкости и однородности распыливания средними показателями. Влияние различных факторов на качество распыливания. Структура топливной струи.
24. Период задержки воспламенения, его расчет и зависимость от различных параметров.
25. Кинетическое и диффузионное сгорание топлива. Зависимость продолжительности и скорости сгорания топлива от угла опережения впрыскивания и от цикловой подачи топлива. Формула Вибе.
26. Расчет индикаторной диаграммы на участке сгорания и расширения (вывод дифференциального уравнения).
27. Статическое регулирование судового 4-тактного дизеля. Описание, допустимые отклонения параметров.
28. Регулирование температуры газов за цилиндром и максимального давления сгорания. Описание, допустимые отклонения параметров.
29. Силы и моменты сил, действующих в кривошипно-шатунном механизме. Степень неравномерности вращения коленчатого вала дизеля (вывод формулы).

#### 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

При защите лабораторных работ обучающемуся задается три вопроса по теме работы. В случае ответа на поставленные вопросы работа считается защищенной. При ответе на два вопроса и полном отсутствии ответа на третий, или неполном ответе, на все три вопроса лабораторная работа считается не защищенной.

При защите практических работ студенту задается не менее 2-х вопросов. Оценка «незачтено» ставится в случае, если студент не ответил на заданные вопросы.

##### Методика оценки курсового проекта

Оценка «отлично» ставится обучаемому, который в срок, в полном объеме в соответствии с заданием выполнил курсовой проект. При защите и написании работы студент продемонстрировал навыки и умения, формируемые в результате освоения компетенции. Тема, заявленная в работе раскрыта полностью, все выводы студента подтверждены материалами исследования и расчетами. Отчет подготовлен в соответствии с предъявляемыми требованиями. В ходе защиты студент демонстрирует необходимый уровень сформированности всех предусмотренных этапов компетенций, дает четкие ответы на поставленные вопросы, свободно владеет понятийным аппаратом.

Оценка «хорошо» ставится обучаемому, который выполнил курсовую работу (проект), но с незначительными замечаниями (описки, грамматические ошибки и т.д.). Тема работы раскрыта, но выводы носят поверхностный характер, практические материалы обработаны не полностью. В ходе защиты демонстрирует сформированные на достаточном уровне знания, умения и навыки, указанные в работе, не полностью раскрыл заявленную тему, сделал поверхностные выводы программе этапов освоения компетенции, допускает непринципиальные неточности при ответах на вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится обучаемому, который допустил просчеты и ошибки, слабо продемонстрировал аналитические способности и навыки работы с теоретическими источниками. При защите демонстрирует не до конца сформированные этапы компетенции и знания только основного материала, допускает ошибки принципиального характера при ответах на вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится обучаемому, который не выполнил курсовой проект, либо выполнил с грубыми нарушениями требований, не раскрыл заявленную тему, не выполнил практической части работы.

##### Методика оценки экзамена

Экзамен по дисциплине содержит вопросы направленные на оценку знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенции. Экзаменационный билет содержит четыре вопроса, охватывающих основные понятия, изучаемые в дисциплине.

Экзамен проводится в письменном виде.

Оценка за экзамен выставляется в соответствии с приведенными ниже требованиями.

2 (неудовлетворительно) - выставляется обучающемуся, если хотя бы одно из заданий не выполнено или выполнено не в полном объеме и/или один или несколько ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, которые привели к значительному искажению итогового результата  
3 (удовлетворительно) – выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме, однако один или несколько

ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, которые повлекли незначительное искажение итогового результата.  
4 (хорошо) – выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме, однако один или несколько ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, не влияющие (или слабо влияющие) на итоговый результат.

5 (отлично) – выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме и без ошибок.

В случаях, если студент дает не полные и/или не развернутые ответы на вопросы билета или же ответы содержат ошибочные сведения и выводы, преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы, направленные на уточнение уровня знаний, умений и навыков студента в рамках освоения компетенций по данной дисциплине.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1 Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители                | Заглавие                                                                                                                  | Издательство, год        |
|------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Л1.1 | Возницкий Игорь Витальевич         | Судовые двигатели внутреннего сгорания: учебник                                                                           | Москва: МОРКНИГА, 2010   |
| Л1.2 | Калашников Станислав Александрович | Проектирование элементов судового главного оборудования: пособие для курсового проектирования [для студентов спец. "СЭУ"] | Новосибирск: НГАВТ, 2009 |

#### 7.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители         | Заглавие                                                                                                | Издательство, год                                |
|------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Л2.1 | Хандов Зосима Александрович | Судовые двигатели внутреннего сгорания (теория): [учебник для студ. спец. "Судовые машины и механизмы"] | Москва: Транспорт, 1975                          |
| Л2.2 | Соболенко А. Н.             | Судовые двигатели внутреннего сгорания: Курс лекций                                                     | Владивосток: МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 2009 |

#### 7.1.3. Методические разработки

|      | Авторы, составители                | Заглавие                                                                                                                                                               | Издательство, год        |
|------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Л3.1 | Калашников Станислав Александрович | Проектирование судовых тепловых двигателей: [учеб. пособие для студентов НГАВТ спец. "Эксплуатация СЭУ" при изучении дисц. "Проектирование судов. теплов. двигателей"] | Новосибирск: НГАВТ, 2012 |

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Назначение                                                                                                              | Оборудование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа                                                               | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный); ПК – 11 шт. (в т.ч преподавательский)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Учебная аудитория для проведения занятий практических занятий                                                           | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный); ПК – 11 шт. (в т.ч преподавательский)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации                                           | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный); ПК – 11 шт. (в т.ч преподавательский)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций                                                | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный); ПК – 11 шт. (в т.ч преподавательский)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Компьютерный класс - учебная аудитория для проведения лабораторных занятий                                              | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный); ПК – 11 шт. (в т.ч преподавательский)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Лаборатория Конструкции судовых двигателей внутреннего сгорания - учебная аудитория для проведения лабораторных занятий | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный); Лабораторные стенды: Поршни и шатуны, Газораспределение, ТКР-14; Макеты: Дизель судовой 6Ч 15/18, Дизель судовой 12ЧНСП 18/20, Дизель судовой 4Ч 18/24, Блок картер двигателя 4Ч 18/24, Коленчатый вал двигателя 6Ч 15/18, Рама фундаментная двигателя 4Ч 18/24, Поршень двигателя 6Ч 36/48, Цилиндровая втулка двигателя 6Ч 36/48, Цилиндровая втулка двигателя ДР 30/50, Крышка цилиндра двигателя 6Ч 36/48, Баллон -воздухохранитель, Турбокомпрессор ТКР-14 Н-9; Комплекты учебно-наглядных пособий по дисциплинам: Судовые двигатели внутреннего сгорания, Устройство судовых двигателей внутреннего сгорания, Судовое главное энергетическое оборудование, Автоматизация судовых энергетических установок |
| Лаборатория Судовых двигателей внутреннего                                                                              | Лабораторные установки: Дизель судовой 6NVD 48, Дизель судовой 6ЧНСП18/22, Дизель судовой 6ЧН16/22,5, Дизель судовой 2Ч8,5/11, Автоматизированный дизель-генератор                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                                                        |                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| сгорания - учебная аудитория<br>для проведения лабораторных<br>занятий | ДГА 37, Дизель судовой 2Ч10,5/12, Отсек двигателя 3Д6, Стенд обкаточный<br>универсальный КС-276-М – 1 шт. |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|