

Компонент ОПОП 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»  
специализация Эксплуатация главной судовой двигательной установки  
Б1.О.24  
шифр дисциплины

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Дисциплины  
(модуля)**

Судовые двигатели внутреннего сгорания

---

Разработчик:

Сергеев К.О.

ФИО

Доцент каф. СЭУ и С

должность

к.т.н., доцент

ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры  
Судовых энергетических установок и  
судоремонта

наименование кафедры

протокол №01 от 25 сентября 2023г.

Заведующий кафедрой СЭУ и С

  
подпись

Сергеев К.О.  
ФИО

Мурманск  
2023

## Пояснительная записка

Объем дисциплины **7 з.е.**

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

№ п/п	Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Соответствие Кодексу ПДНВ
1	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p>ИД-1 УК-2                      Формулирует в рамках поставленной цели совокупность задач, обеспечивающих ее достижение</p> <p>ИД-2 УК-2                      Выбирает оптимальный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы, имеющиеся условия, ресурсы и ограничения</p>	<p><b>Знать:</b> 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; принципы ослабления и ограничения крутильных колебаний и динамических нагрузок в системе судового валопровода и кривошипно шатунного механизма.</p> <p><b>Уметь:</b> исполнять правила технической эксплуатации и техники безопасности при эксплуатации судовых дизелей; проводить диагностику и испытания судовых дизелей; производить регулирование судовых дизелей с помощью традиционных автоматизированных или компьютерных систем; эксплуатировать системы, обслуживающие главные и вспомогательные дизели; производить переход от дистанционного автоматического к местному управлению судовыми дизелями.</p> <p><b>Владеть:</b> методикой расчета и анализа рабочих процессов в цилиндре дизеля, системах газообмена и топливоотдачи; навыками регулирования параметров и дизеля в целом; методами, обеспечивающими готовность, надежный пуск и контроль режимов работы главных и вспомогательных дизелей; методами оценки влияния внешних факторов (метеоусловия, течение, мелководье, обрастание корпуса) на работу главных</p>	

			судовых дизелей, определения причин, вызывающих отклонения рабочих параметров, расчета и установления оптимальных режимов работы судового пропульсивного комплекса	
2	ОПК-2 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности	ИД-1 опк-2 Знает основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью ИД-2 опк-2 Владеет навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин, связанные в профессиональной деятельности ИД-3 опк-2 Умеет применять основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные в профессиональной деятельности		
3	ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ИД-1 опк-3 Знает способы измерений, записи и хранения результатов наблюдений, методы обработки и представления экспериментальных данных ИД-2 опк-3 Владеет навыками работы с измерительными приборами и инструментами ИД-3 опк-3 Умеет обрабатывать экспериментальные данные, интерпретировать и профессионально представлять		
4	ПК-5. Способен выполнять безопасные и аварийные процедуры эксплуатации механизмов двигательной установки, включая системы управления	ИД-1 опк-5 Знает принципы безопасных процедур эксплуатации механизмов двигательной установки и систем управления ею ИД-2 опк-5 . Умеет идентифицировать ситуации, требующие применения аварийной процедуры эксплуатации двигательной установки ИД-3 опк-5 Знает правила безопасной эксплуатации двигательной установки и систем ее управления ИД4 опк-5 Знает правила и обладает навыками эксплуатации двигательной установки в аварийных ситуациях		<i>Таблица А-III/I</i> Функция: Судовые механические установки на уровне эксплуатации Сфера компетентности; <i>«Несение безопасной машинной вахты»</i> <i>Эксплуатация главных установок и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления</i>

5	<p>ПК-6. Способен осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления:</p> <p>1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы;  Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы;  4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции</p>	<p>ИД-1 ПК 6. Знает правила и обладает навыками осуществления подготовки к эксплуатации и эксплуатации главного двигателя и связанных с ним вспомогательных систем</p> <p>ИД-2 ПК 6. Знает правила и обладает навыками осуществления подготовки к эксплуатации и эксплуатации вспомогательных первичных двигателей и связанных с ними систем</p> <p>ИД-3 ПК 6. Знает правила и обладает навыками осуществления подготовки к эксплуатации и эксплуатации других вспомогательных систем управления и механизмам, включая системы вентиляции</p> <p>ИД-4 ПК 6  Способен идентифицировать неисправности в системах управления и механизмах, включая:</p> <p>1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы;  3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы;  4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции</p> <p>ИД-5 ПК 6  Знает правила и способен принимать меры для предотвращения причинения повреждений системам управления и механизмам, включая:</p> <p>1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы;  3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы;  4. Другие вспомогательные механизмы.</p>		<p><i>Таблица А-III/1</i>  Функция:  Судовые механические установки на уровне эксплуатации  Сфера компетентности:  <i>«Несение безопасной машинной вахты»</i>  <i>Эксплуатация главных установок и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления</i></p>
6	<p>ПК-45. Способен сформировать цели</p>	<p>ИД-1 ПК-45  Умеет сформировать цели</p>		<p><i>Таблица А-</i></p>

	проекта (программы), разработать обобщенные варианты ее решения, выполнить анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромисс	проекта (программы), разработать обобщенные варианты ее решения, выполнить анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений		<i>III/I</i> Функция: Судовые механические установки на уровне эксплуатации Сфера компетентности: <i>Управление безопасным и эффективным проведением технического обслуживания и ремонта</i>
7	ПК-46. 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	ИД-1 ПК-46 Умеет разработать проекты объектов профессиональной деятельности с учетом физико-технических, механико-технологических, эстетических, экологических, эргономических и экономических требований, в том числе с использованием информационных технологий		<i>Таблица А-III/I</i> Функция: Судовые механические установки на уровне эксплуатации Сфера компетентности: <i>Управление безопасным и эффективным проведением технического обслуживания и ремонта</i>

## 2. Содержание дисциплины (модуля)

### Четвертый курс 7 семестр- 4 курс, зимняя сессия

#### **Тема 1 Введение**

Задачи, содержание и методика изучения дисциплины. Тепловые двигатели. Двигатели внутреннего сгорания. Судовые энергетические установки с дизелями. Требования, предъявляемые к судовым дизелям. Преимущества и недостатки дизелей. Содержание понятий «техническая эксплуатация», «техническое использование» и «техническое обслуживание» судового дизеля. История и пути развития теории, конструкции и эксплуатации дизелей.

#### **Тема 2 Конструктивные схемы и принцип действия ДВС. Основы конструкции.**

##### **Классификация ДВС..**

Конструктивные схемы и принцип действия четырехтактных и двух- тактных дизелей. Основные понятия и определения. Классификация и маркировка двигателей внутреннего сгорания.

#### **Тема 3 Теоретические, рабочие и расчетные циклы дизелей. Теоретические циклы двигателей внутреннего сгорания, основные понятия.**

Теоретический цикл комбинированного двигателя.

Теоретические циклы двигателей без наддува и с наддувом. Показатели эффективности и экономичности циклов: работа, среднее давление и теоретический КПД цикла. Способы повышения работы и КПД циклов.

#### **Тема 4 Рабочие и расчетные циклы дизелей.**

Понятие о рабочих и расчетных циклах четырехтактных и двухтактных дизелей. Индикаторные диаграммы рабочих и расчетных циклов четырехтактных и двухтактных дизелей. Свернутые и развернутые индикаторные диаграммы действительных и расчетных циклов. Способы получения диаграмм. Краткая характеристика реальных условий осуществления рабочих процессов в цилиндре: сжатия, смесеобразования, сгорания и газообмена. Способы газообмена и диаграммы фаз газораспределения. Понятие о тепловой и механической напряженности дизеля.

#### **Тема 5 Индикаторные показатели дизелей.**

Цикловая подача и теплота сгорания топлива. Полезно используемая теплота и тепловые потери. Индикаторные КПД, работа и среднее индикаторное давление. Среднее давление по времени и по ходу поршня. Способы определения индикаторной работы и среднего индикаторного давления. Индикаторная мощность цилиндра и многоцилиндрового дизеля. Распределение мощности по цилиндрам дизеля. Удельный индикаторный расход топлива. Механические потери в дизелях и их составляющие. Зависимость механических потерь от конструктивных и эксплуатационных факторов. Работа, среднее давление и мощность механических потерь.

#### **Тема 6 Эффективные показатели дизелей.**

Эффективная работа и мощность дизеля. Среднее эффективное давление. Крутящий момент. Механический и эффективный КПД. Удельный эффективный расход топлива Градация мощности дизелей по ГОСТ 10150. Анализ путей повышения мощности дизелей. Форсирование дизеля по среднему эффективному давлению (крутящему моменту), частоте вращения. Наддув как способ повышения среднего эффективного давления и мощности дизелей. Степень наддува. Понятие о механическом, газотурбинном и комбинированном способах наддува. Тепловой баланс судового дизеля. Составляющие и схема внешнего теплового баланса. Зависимость составляющих теплового баланса от конструктивных.

#### **Тема 7 Процессы газообмена и наполнение цилиндра свежим зарядом.**

Организация газообмена в четырехтактном и двухтактном дизелях. Подача компрессора и коэффициент продувки цилиндра. Определение массы свежего воздуха и массы заряда (рабочего тела) в цилиндре в конце наполнения. Коэффициенты наполнения и остаточных газов. Уравнение для расчета коэффициента наполнения, анализ потерь при наполнении. Влияние влажности атмосферного воздуха на наполнение цилиндра воздухом. Определение параметров заряда цилиндра в конце процесса наполнения.

#### **Тема 8 Процесс сжатия газов в цилиндре. Термодинамические основы процесса сгорания.**

Схематизация процесса сгорания в расчетном цикле. Определение массы воздуха, необходимой для сгорания топлива. Коэффициент избытка воздуха при сгорании. Состав продуктов сгорания. Моторные изменения рабочего тела в процессе сгорания. Степень повышения давления и максимальное давление цикла. Действительная и геометрическая (теоретическая) степени сжатия. Термодинамика процесса сжатия смеси в цилиндре. Показатель политропы сжатия. Давление и температура смеси в конце процесса сжатия. Влияние степени сжатия, наддува, конструкции камеры сгорания, состояния деталей ЦПГ и других эксплуатационных факторов на параметры заряда в конце сжатия. Особенности процесса сжатия при пуске дизеля. Влияние степени сжатия и параметров газа в конце процесса сжатия на надежность, экономичность и пусковые качества дизеля. Контроль и регулирование степени сжатия в эксплуатации. Контроль технического состояния деталей ЦПГ по давлению сжатия.

#### **Тема 9 Динамика тепловыделения при сгорании.**

Коэффициенты выделения и использования теплоты. Потери теплоты в процессе сгорания. Методика расчета процесса сгорания по В. И. Гриневецкому - Е. К. Мазингу. Определение максимальной температуры цикла. Уравнение сгорания. Степени повышения давления и

предварительного расширения. Влияние параметров газа в процессе сгорания на механическую и тепловую напряженность дизеля. Процесс расширения. Связь с процессом сгорания. Влияние теплообмена и коэффициента использования теплоты на показатель политропы расширения. Догорание топлива на линии расширения. Параметры рабочего тела в начале выпуска. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на процессы расширения, тепловыделения и параметры газа. Влияние характера процессов догорания и расширения на экономичность, механическую и тепловую.

#### **Тема 10 Процессы топливоподдачи.**

Топливные насосы и форсунки. Эксплуатационные свойства топлив для дизелей. Процессы топливоподготовки. Конструкция, принцип действия, способы регулирования и эксплуатационные характеристики топливных насосов и форсунок. Процессы топливоподдачи и впрыскивания топлива. Гидродинамические явления в топливных насосах, трубопроводах и форсунках. Коэффициент поддачи. Фазы процессов поддачи и впрыскивания. Требования к процессам топливоподдачи и впрыскивания, к распыливанию топлива в цилиндре и топливной аппаратуре. Температура и давление выпускных газов. Контроль протекания процессов сгорания топлива и расширения газов в эксплуатации.

#### **Тема 11 Процессы смесеобразования.**

Способы смесеобразования и типы камер сгорания дизелей. Факел распыленного топлива. Характеристики факела и их связь с работой форсунки и насоса. Качество смесеобразования и его связь с характеристиками факела, типом, формой и размерами камеры сгорания. Факторы, влияющие на характеристики факела и качество смесеобразования. Формы камер сгорания при объемном способе смесеобразования. Объемно-пленочное, предкамерное и вихрекамерное смесеобразование. Преимущества и недостатки различных способов смесеобразования. Процессы смесеобразования и сгорания в различных камерах сгорания. Характеристика впрыскивания топлива (закон поддачи), ее зависимость от качества регулировки и технического состояния топливной аппаратуры, свойств топлива и режима работы дизеля. Влияние давления топлива и характеристики впрыскивания на качество смесеобразования и процесс сгорания, экономичность, механическую и тепловую напряженность дизеля.

#### **Тема 12 Процесс сгорания.**

Эффективность рабочего цикла и экономичность дизеля. Образование токсичных компонентов в камере сгорания дизеля. Методы снижения эмиссии окислов азота с отработавшими газами. Физические основы процессов воспламенения и сгорания топлива. Условное деление процессов на фазы на развернутой индикаторной диаграмме. Физические и химические процессы в период задержки самовоспламенения. Связь периода задержки самовоспламенения с условиями в камере сгорания при впрыскивании и с групповым химическим составом топлива. Показатели само воспламеняемости топлив - цетановое число, дизельный индекс, содержание ароматических углеводородов в топливе. Процесс сгорания, его основные фазы. Физико-химические процессы в цилиндре в период сгорания топлива. Изменение параметров газа в процессе сгорания. Динамичность процесса сгорания. Влияние эксплуатационных факторов на процесс сгорания.

#### **Тема 13 Показатели качества газообмена, схема массового баланса газа, газообмен в цилиндрах четырехтактных и двухтактных дизелей.**

Схема массового баланса газа в процессе газообмена в цилиндре. Показатели качества газообмена: коэффициенты остаточных газов, наполнения, продувки, суммарный коэффициент избытка воздуха. Влияние загрязнения трактов и других эксплуатационных факторов на качество газообмена. Влияние качества газообмена на энергетические и экономические показатели дизеля. Газообмен в цилиндрах четырехтактных дизелей.

Газовоздушный тракт, впускные и выпускные клапаны, механизм газораспределения. Фазы газораспределения и периоды газообмена, диаграммы насосных ходов поршня дизелей без наддува и с наддувом. Насосные потери.

Газообмен в цилиндрах двухтактных дизелей. Схемы газообмена двухтактных дизелей. Фазы газораспределения и периоды газообмена. Теоретически необходимое и располагаемое время-сечения газообмена. Периоды газообмена. Оценка пропускной способности органов

газообмена Особенности газообмена при различных схемах продувки цилиндра.
<p><b>Тема 15 Физические основы явлений при газообмене в цилиндре.</b>  Характер изменения давления в ресивере, цилиндре и выпускном коллекторе в период газообмена. Газодинамические процессы при выпуске газов и наполнении цилиндра. Заброс газов в ресивер и его влияние на состояние и работу дизеля. Способы устранения заброса газов. Показатели качества газообмена. Влияние эксплуатационных факторов (частоты вращения, загрязнения каналов и др.) на качество газообмена. Температура и давление выпускных газов. Зависимость температуры и давления выпускных газов от нагрузки, качества регулировки и технического состояния топливной аппаратуры и ЦПГ дизеля. Метод контроля нагрузки и рабочих процессов в цилиндре по максимальному давлению цикла и температуре выпускных газов.</p>
<p><b>Тема 16 Процессы в системе воздухоподачи.</b>  Сжатие воздуха в компрессоре наддувочного агрегата. Подача компрессора. Мощность, потребляемая компрессором. Процесс охлаждения воздуха. Температурный и гидравлический показатели работы воздухоохладителя.</p>
<p><b>Тема 17 Использование энергии газов при наддуве.</b>  Принципы использования энергии газов в газовых турбинах турбокомпрессоров. Располагаемая энергия выпускных газов и потери энергии в элементах выпускных систем. Особенности выпуска газов и использования энергии выпускных газов в турбинах при импульсном и изобарном наддуве. Коэффициент импульсности. Расход газов через турбину. Параметры газов перед и за турбиной. Мощность, развиваемая турбиной.</p>
<p><b>Тема 18 Совместная работа дизеля с агрегатами наддува.</b>  .Массовый и энергетический баланс системы наддува. Газотурбинный и комбинированный наддув. Особенности использования энергии газов и расчета баланса при комбинированном наддуве. Двухступенчатый наддув.</p>
<p><b>Тема 19 Наддув четырехтактных дизелей</b>  Особенности наддува четырехтактных дизелей. Схемы систем наддува и выпускных коллекторов многоцилиндровых дизелей. Преобразователи импульсов.  Наддув двухтактных дизелей. Особенности наддува двухтактных дизелей. Схемы систем газотурбинного импульсного и изобарного наддува двухтактных судовых дизелей. Принцип использования сжатия воздуха в подпоршневых полостях цилиндров при комбинированном наддуве.</p>

<b>Четвертый курс 8 семестр – 4 курс, летняя сессия</b>
<p><b>Тема 1 Основы математического моделирования рабочих процессов дизелей.</b>  Цели и задачи математического моделирования. Методики расчета рабочих процессов и показателей дизелей. Система дифференциальных уравнений термодинамических и теплообменных процессов в цилиндре, сгорания топлива и кинематики поршня. Математическая модель индикаторных процессов. Понятие о математическом моделировании процессов в системах наддува и топливоподачи.</p>
<p><b>Тема 2 Алгоритмы решения систем уравнений</b>  Рабочих процессов в цилиндре, определения индикаторных и эффективных показателей, анализа влияния конструктивных и эксплуатационных факторов на индикаторные процессы и показатели дизеля. Применение моделирования при решении эксплуатационных задач анализа рабочих процессов в дизелях</p>
<p><b>Тема 3 Силы и моменты, действующие в КШМ дизеля.</b>  Силы и моменты, действующие в КШМ дизеля. Силы давления газов. Силы тяжести и инерции поступательно движущихся масс. Силы тяжести и инерции неуравновешенных вращающихся масс. Движущая сила. Опрокидывающий и вращающий моменты. Схема сил и моментов, действующих в рядном дизеле. Причины вибрации двигателя. Загруженность деталей ЦПГ и КШМ силами и моментами. Влияние сил на износы и надежность деталей. Методики расчета и построения диаграмм сил, действующих в двигателе: нормальной,</p>

радиальной, касательной, суммарной касательной. Определение среднего крутящего момента и мощности двигателя по диаграмме суммарной касательной силы.

Неравномерность вращения коленчатого вала. Причины неравномерности вращения. Степень неравномерности вращения, ее зависимость от конструктивных и эксплуатационных факторов. Влияние неравномерности вращения на работу дизеля и требования к ее ограничению. Методика расчета степени неравномерности вращения и массы маховика.

#### **Тема 4 Уравновешенность дизелей.**

Анализ уравновешенности сил и моментов, сил инерции вращающихся и поступательно движущихся масс, действующих в одноцилиндровом, двух- и многоцилиндровом дизелях. Понятие о внутренней и внешней неуравновешенности дизелей. Оценка степени неуравновешенности дизеля. Действие неуравновешенного дизеля на его фундамент и корпус судна. Способы уравновешивания сил и моментов сил инерции вращающихся и поступательно движущихся масс судовых дизелей. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на уравновешенность. Амортизаторы. Особенности монтажа и эксплуатации неуравновешенных дизелей. Предупреждение неуравновешенности дизеля в эксплуатации. Внутренняя уравновешенность. Действие внутренних сил и моментов на остов дизеля, подшипники и коленчатый вал.

#### **Тема 5 Основные понятия и определения теории крутильных колебаний.**

Свободные и вынужденные колебания одно и многомассовых систем. Упругие крутильные колебания валопроводов и влияние их на механическую напряженность вала. Крутильная система валопровода дизельной установки. Формы свободных колебаний валов.

#### **Тема 6 Вынужденные колебания.**

Гармонические составляющие вынуждающих моментов. Резонансные крутильные колебания. Формы и число резонансных крутильных колебаний. Работа сил демпфирующего сопротивления. Амплитуда колебаний при резонансе. Зоны критических частот вращения, их внешние признаки проявления. Требования Морского Регистра Судоходства РФ к ограничению крутильных колебаний валопроводов. Особенности эксплуатации дизелей с зонами критических частот вращения. Конструктивные методы устранения зон и снижения амплитуды опасных крутильных и продольных колебаний. Демпферы и антивибраторы, их назначение, устройство и принципы действия. Методы экспериментального изучения колебаний коленчатых валов. Резонансные продольные колебания коленчатых валов, причины их возникновения и способы устранения. Демпферы продольных колебаний.

#### **Тема 7 Температурное состояние деталей ЦПГ.**

Тепловые условия работы деталей цилиндропоршневой группы. Теплопередача через стенки рабочего цилиндра. Теплообмен газов со стенками цилиндра. Коэффициент теплоотдачи и результирующая температура газов. Способы снижения интенсивности теплообмена в цилиндре. Теплопроводность стенок рабочего цилиндра. Температурные поля в деталях ЦПГ.

#### **Тема 8 Теплоотдача от стенок к охлаждающей среде.**

Способы организации и интенсификации теплообмена в полостях охлаждения. Влияние режимных факторов и отложений на температуру и температурные перепады в стенках. Способы снижения температуры и перепадов температуры в деталях ЦПГ.

#### **Тема 9 Тепловые напряжения в деталях дизелей.**

Влияние температурного состояния, свойств материала, размеров и формы на напряженно-деформированное состояние детали. Стационарные и нестационарные температурные напряжения и деформации в деталях, их зависимость от конструктивных и эксплуатационных факторов. Понятие о методах расчета температурных напряжений. Совместное действие тепловых и механических напряжений в деталях дизелей. Способы ограничения напряжений и деформаций.

#### **Тема 10 Показатели теплонапряженности дизелей.**

Влияние температурно-деформированного состояния деталей на процессы в цилиндре и экономичность дизеля, скорости износа трущихся поверхностей, работу поршневых колец, распылителей форсунок, выпускных клапанов, прочность цилиндрических втулок, крышек и поршней. Причины и механизм образования трещин в деталях рабочего цилиндра. Показатели теплонапряженности, их рабочие и предельные значения, зависимость от конструкции деталей

дизеля. Характерные температуры, влияющие на физико-механические свойства материала, температурные напряжения, коррозию, износы деталей ЦПГ, состояние поршневых колец

**Тема 11 Обобщенные показатели теплонапряженности дизелей.**

Тепловая нагрузка цилиндра и температура выпускных газов. Влияние наддува, конструкции и режимных параметров на тепловую нагрузку и температуру деталей ЦПГ. Влияние эксплуатационных факторов на показатели теплонапряженности дизелей. Способы ограничения и снижения теплонапряженности дизелей при проектировании и в эксплуатации. Методы контроля теплонапряженности дизелей в эксплуатации.

**Тема 12 Характеристики и режимы работы судовых дизелей.**

Понятие о регулировочных, нагрузочных и скоростных характеристиках. Эксплуатационные характеристики и режимы работы главных и вспомогательных дизелей транспортных и промысловых судов. Связь энергетических и экономических показателей, механической и тепловой напряженности дизеля с режимными параметрами, характеристиками подачи топлива и воздухообеспечения. Регулировочные характеристики.

**Тема 13 Нагрузочные и регуляторные характеристики.**

Понятие о нагрузочных и регуляторных характеристиках судовых дизелей. Изменение энергетических и экономических показателей, тепловой и механической напряженности при работе дизеля по нагрузочной характеристике. Особенности рабочих процессов в цилиндре, в системах топливоподачи и наддува. Причины минимизации кривой удельного эффективного расхода топлива. Экономическая характеристика дизеля. Особенности работы дизеля по регуляторной характеристике.

**Тема 14 Внешние характеристики дизелей.**

Поле режимов внешних характеристик. Классификация мощностей и соответствующие внешние характеристики. Тяговые свойства дизелей. Изменение энергетических и экономических показателей, тепловой и механической напряженности при работе двигателя по внешним характеристикам. Необходимость ограничения подачи топлива в цилиндры и поля эксплуатационных режимов работы судовых дизелей. Ограничительные характеристики. Ограничительные характеристики по крутящему моменту, частоте вращения и мощности. Области допустимых и недопустимых режимов работы. Способы ограничения режимов работы и практического использования ограничительных характеристик. Влияние эксплуатационных факторов и технического состояния дизеля на ограничительные характеристики.

**Тема 15 Винтовые характеристики.**

Режимы и поле режимов работы гребных винтов фиксированного шага. Понятие о "легком" и "тяжелом" гребных винтах. Изменение мощности, среднего эффективного давления и крутящего момента при работе дизеля по винтовой характеристике. Изменение экономичности, тепловой и механической напряженности дизеля при работе по винтовым характеристикам. Особенности работы систем топливоподачи и наддува, рабочих процессов в цилиндре на различных режимах винтовой характеристики, при различных способах регулирования топливоподачи. Работа дизеля с однорежимным и всережимным регуляторами в различных эксплуатационных условиях.

**Тема 16 Работа дизеля с ВФШ и ВРШ**

Поля рабочих режимов главных дизелей судов с ВФШ и ВРШ при различном составе пропульсивного комплекса и способах управления им. Области режимов длительной и ограниченной по времени работы. Режимы работы дизеля при различных скорости хода судна, метеорологических условиях, тяговых усилиях (траление, швартовный режим), техническом состоянии дизеля, корпуса судна и гребного винта, особенностях ограничительной характеристики.

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

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных, практических, контрольных работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;

- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

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

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

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

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

#### ***Основная литература***

1. Возницкий, И. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания, том 1 : учеб. для вузов / И. В. Возницкий. - СПб. : Моркнига, 2008. - 284 с.
2. Возницкий, И. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания, том 2 : учеб. для вузов / И. В. Возницкий, А.С. Пунда. - СПб. : Моркнига, 2008. - 468 с.

#### ***Дополнительная литература***

1. Возницкий, И. В. Современные среднеоборотные двигатели / И. В. Возницкий. - СПб. : Моркнига, 2007. - 284 с.
2. Возницкий, И. В. Топливная аппаратура судовых дизелей. Конструкция, проверка состояния и регулировка. : учебное пособие по специальности. / И. В. Возницкий. - СПб : Моркнига, 2007. - 128 с.
3. Возницкий, И. В. Современные малооборотные двухтактные двигатели / И. В. Возницкий. - СПб. : Моркнига, 2007. - 121 с.
4. Возницкий, И. В. Практические рекомендации по смазке судовых дизелей / И. В. Возницкий. - СПб. : Моркнига, 2007. – 121 с.
5. Возницкий, И. В. Вяртсиля. Среднеоборотные двигатели ряда L20-L/V 32 / И. В. Возницкий. - СПб. : Моркнига, 2008. - 127 с.
6. Васькевич Ф.А. Двигатели внутреннего сгорания. Теория, эксплуатация, обслуживание, Новороссийск.- МГА им. Адм. Ф.Ф. Ушакова, 2009.

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

1. Электронно-библиотечная система ЭБС - <http://www.rucont.ru/>
2. ЭБС издательства "ЛАНЬ" - <http://e.lanbook.com>
3. ЭБС ВООК.ru - <http://book.ru/>
4. ЭБС ibooks.ru - <http://ibooks.ru/>
5. ЭБС znanium.com издательства "ИНФРА-М" - <http://www.znaniy.com>
6. ЭБС НИТУ "МИСиС" - <http://lib.misis.ru/registr.html>
7. Model Course – Officer in Charge of an Engineering Watch
8. Model Course – Chief and Second Engineer Officer

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

1. Операционная система Microsoft Windows.
- Офисный пакет Microsoft Office 2007.

2. Математический пакет PTC MathCAD V14-V15 University Department Perpetual Floating.
3. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader.  
Wolfram Mathematica Professional (Network Server, Network Increment) 8.x/9.x/10.x.
4. MathWorks MATLAB 2009 /2010.
5. Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite, антивирус Dr.Web Server Security 5.

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

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

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

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

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

- лаборатория СДВС.

Не допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

### 10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Курс		Всего часов	
	7	8							4			
<b>Аудиторные часы</b>												
Лекции	20	28		48					14			14
Практические работы	10	14		24					4			4
Лабораторные работы	10	14		24					8			8
<b>Часы на самостоятельную и контактную работу</b>												
Выполнение, консультирование, защита курсовой работы (проекта)	-	10		10					10			10
Прочая самостоятельная и контактная работа	32	88		112					203			203
Подготовка к промежуточной аттестации	-	36		36					13			13
<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>72</b>	<b>180</b>		<b>252</b>					<b>252</b>			<b>252</b>

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен	-	1		1					-	1		1
Зачет/зачет оценкой	1/	-		1/					1/	-		1/
Курсовая работа (проект)	-	1		1					-	1		1
Количество расчетно- графических работ	1	-		1					-	-		-
Количество контрольных работ	-	-		-					-	-		-

Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п\п	Темы лабораторных работ
1	2
	<b>Очная форма</b>
	<b>4 курс 7 семестр</b>
1	Принципы компоновки судовых дизелей и их систем
2	Конструкция деталей движения тронковых дизелей
3	Конструкция деталей остова дизелей
4	Особенности конструкции крейцкопфных дизелей
5	Конструкция и регулировка органов газораспределения судовых дизелей
6	Конструкция, проверка работоспособности топливной аппаратуры судовых дизелей
	<b>4 курс 8 семестр</b>
1	Методы и средства контроля работы и диагностирования технического состояния судового дизеля
2	Пуск и обслуживание судового дизеля
3	Испытания дизеля на режимах регулировочных характеристик
4	Испытания дизеля на режимах нагрузочной характеристики <b>Тренажер TRS 5000 TechSim</b>
5	Испытания дизеля на режимах внешней характеристики
6	Испытания дизеля на режимах винтовой характеристики <b>Тренажер TRS 5000 TechSim</b>
	<b>Заочная форма</b>
	<b>4 курс зимняя сессия</b>
1	Принципы компоновки судовых дизелей и их систем
2	Конструкция деталей движения тронковых дизелей
3	Конструкция деталей остова дизелей
4	Особенности конструкции крейцкопфных дизелей
5	Конструкция и регулировка органов газораспределения судовых дизелей
6	Конструкция, проверка работоспособности топливной аппаратуры судовых дизелей
	<b>4 курс летняя сессия</b>
1	Методы и средства контроля работы и диагностирования технического состояния судового дизеля
2	Пуск и обслуживание судового дизеля
3	Испытания дизеля на режимах регулировочных характеристик
4	Испытания дизеля на режимах нагрузочной характеристики <b>Тренажер TRS 5000 TechSim</b>
5	Испытания дизеля на режимах внешней характеристики
6	Испытания дизеля на режимах винтовой характеристики

### Перечень практических занятий по формам обучения

№ п\п	Темы практических занятий
<b>1</b>	<b>2</b>
	<b>Очная форма</b>
	<b>4 курс 7 семестр</b>
1	Методики расчетов процессов, энергетических и экономических показателей дизелей
2	Расчет процессов наполнения и сжатия
3	Расчёт процессов сгорания и расширения
4	Расчёт индикаторных и эффективных показателей
5	Расчёт баланса в системе турбо наддува
6	Программы расчетов на ЭВМ.
	<b>4 курс 8 семестр</b>
1	Методики расчета и построения диаграмм сил, действующих в двигателе: нормальной, радиальной, касательной, суммарной касательной.
2	Определение среднего крутящего момента и мощности двигателя по диаграмме суммарной касательной силы
3	Методика расчета степени неравномерности вращения и массы маховика.
4	Расчет давлений на мотылевые, рамовые шейки и подшипники коленчатого вала. Построение диаграмм давлений и износа.
5	Математическое моделирование процессов в дизелях Применение моделирования при решении эксплуатационных задач анализа рабочих процессов в дизелях
	<b>Заочная форма</b>
	<b>4 курс зимняя сессия</b>
1	Методики расчетов процессов, энергетических и экономических показателей дизелей
2	Расчёт индикаторных и эффективных показателей
	<b>4 курс летняя сессия</b>
1	Методики расчета и построения диаграмм сил, действующих в двигателе: нормальной, радиальной, касательной, суммарной касательной.
2	Определение среднего крутящего момента и мощности двигателя по диаграмме суммарной касательной силы

### Перечень примерных тем курсовой работы /курсового проекта

№ п\п	Темы курсовой работы /проекта
<b>1</b>	<b>2</b>
1	Тепловой и динамический расчет судового дизеля (по вариантам)
2	