


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Мореходный факультет

Кафедра «Энергетические установки и электрооборудование судов»

УТВЕРЖДАЮ

Декан МФ

 /С.Ю. Труднев/

«23» марта 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Эксплуатация судовых двигателей внутреннего сгорания»

по специальности:

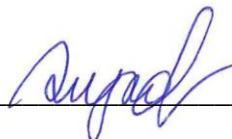
26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»
(уровень специалитет)

специализация: «Эксплуатация судовых энергетических установок»
квалификация: инженер-механик

Петропавловск-Камчатский
2022

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО по специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» и учебного плана специальности, принятого на заседании ученого совета ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» 01.12.2021 г., протокол № 3 и в соответствии с требованиями Конвенции ПДНМВ (Правила III/1 МК ПДНВ 78 с поправками, раздел А-III/1, таблица А-III/1).

Составитель рабочей программы
доцент кафедры ЭУЭС



С. А. Жуков

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Энергетические установки и электрооборудование судов»

«28» февраля 2022 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой «Энергетические установки и электрооборудование судов» канд. техн. наук, доцент

«23» марта 2022 г.



Белов О.А.

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Дисциплина «Эксплуатация судовых двигателей внутреннего сгорания» является одной из основных дисциплин специализации ФГОС ВО (Б1.В.21), формирующей профессиональную подготовку инженера по специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок».

Целями преподавания дисциплины «Эксплуатация судовых двигателей внутреннего сгорания» является подготовка вахтенного механика к самостоятельному обслуживанию главных и вспомогательных дизелей в соответствии с требованиями Международных конвенций и нормативных документов в нормальных и аварийных условиях.

Задачами дисциплины являются:

— изучить методы, обеспечивающие готовность, надежный пуск и контроль режимов работы главного двигателя, судовых технических средств и обслуживающих систем;

— изучить методы организации несения ходовой машинной вахты, контроля рабочих параметров судовых энергетических установок и состояния всех механизмов, обнаружения и устранения неисправностей, действий в экстремальных условиях;

— изучить методы оценки влияния внешних факторов (метеоусловия, течение, мелководье, обрастание корпуса) на работу судовых энергетических установок, определения причин, вызывающих отклонения рабочих параметров, расчета и установления оптимальных режимов работы судового пропульсивного комплекса;

— изучить методы организации технического обслуживания, обеспечивающие постоянную готовность судовых технических средств, технической учебы экипажа с разбором аварий, практической отработки задач по обеспечению живучести судна.

В результате изучения дисциплины «Эксплуатация судовых двигателей внутреннего сгорания» курсант должен:

знать:

— методы назначения режимов работы главных и вспомогательных двигателей внутреннего сгорания;

— методы минимизации удельного эффективного расхода топлива;

— условия предотвращения перегрузок главного пропульсивного комплекса и дизель-генераторов;

— способы предотвращения аварий двигателей.

уметь:

— исполнять Правила технической эксплуатации при использовании судовых дизелей;

— задавать безопасные режимы работы дизелей для различных эксплуатационных характеристик;

— при крайней необходимости обеспечивать работу двигателей при незначительных дефектах;

— проводить экспресс-оценку тепломеханической напряженности;

— пройти учебно-тренажерную подготовку и сдать зачет.

владеть:

— принципами несения безопасной эксплуатации судовых дизелей на различных режимах и характеристиках в нормальных и аварийных условиях;

— способами регулирования различных типов дизелей;

— методами недопущения аварийных ситуаций;

— современными методами устранения неисправностей;

— дополнительными контрольно-измерительными системами.

Опыт и навыки:

— работы с технической документацией и литературой по ЭСДВС, в том числе и на английском языке;

— выполнения и чтения схем, чертежей и эскизов деталей, узлов и агрегатов судовых двигателей, разработки сборочных чертежей их узлов и чертежей общего вида двигателей;

— проведения тепловых, конструктивных и прочностных расчетов узлов судовых котлов;

— использования нормативной, научно-технической и справочной литературы, технической и судовой документации.

2. Требования к результатам освоения дисциплины

После изучения дисциплины «Эксплуатация судовых двигателей внутреннего сгорания» учащийся должен обладать следующими ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ:

— способен нести машинную вахту на основе установленных принципов несения машинных вахт (ПК-1)

— способен устанавливать причины отказов судового оборудования, определять и осуществлять мероприятия по их предотвращению (ПК-41);

— способен осуществлять выбор оборудования, элементов и систем оборудования для замены в процессе эксплуатации судов (ПК-45);

— способен осуществлять разработку эксплуатационной документации (ПК-46);

— способен оценить затраты на осуществление технической эксплуатации судна (ПК-47).

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины (знать, уметь, владеть), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенция или ее часть), представлены в табл. 1.

Таблица 1

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК-1	Способен нести машинную вахту на основе установленных принципов несения машинных вахт	ИД-1пк-1. Понимает установленные принципы несения машинных вахт. ИД-2пк-1. Демонстрирует навыки несения машинной вахты	Знать: обязанности, связанные с приемом и сдачей вахты обычные обязанности при несении вахты,	З(ПК-1)1 З(ПК-1)2
			Уметь: вести машинный журнал осуществлять измерения параметров двигателя и в системах обслуживающих судовую дизель	У(ПК-1)1 У(ПК-1)2
			Владеть: принципами управления ресурсами машинного отделения, включая: .1 распределение, назначение ресурсов и определение их приоритетов .2 эффективное общение .3 настойчивость и лидерство	В(ПК-1)1

ПК-41	способен устанавливать причины отказов судового оборудования, определять и осуществлять мероприятия по их предотвращению	ИД-1 ПК-41. Знает методы, последовательность сбора фактов, определение их логической связи, определение причин отказов и объема аварийных ремонтных работ, формирования мероприятий для их предупреждения в будущем	Знать: основы безопасной эксплуатации судовых дизелей основы проведения теплотехнических испытаний судовых дизелей	З(ПК-41)1 З(ПК-41)2
			Уметь: осуществлять измерения параметров двигателя и в системах обслуживающих судовой дизель индцировать судовой дизель и определять часовой расход топлива	У(ПК-41)1 У(ПК-41)2
			Владеть: общепринятой терминологией в области эксплуатации судовых технических средств методами обработки индикаторных диаграмм	В(ПК-41)1
ПК-44	способен обеспечить безопасное проведение работ по техническому обслуживанию и ремонту	ИД-1 ПК-44. Знает системы обязательных инструктаж для членов команды ИД-2 ПК-44. Умеет оформлять соответствующие документы перед проведением работ ИД-3 ПК-44. Умеет определять риски перед выполнением работ	Знать: значения рабочих параметров систем обслуживающих судовой дизель	З(ПК-44)1
			Уметь: определять области допустимых пределов изменения параметров	У(ПК-44)1
			Владеть: общепринятой терминологией в области эксплуатации судовых технических средств	В(ПК-44)1
ПК-45	способен осуществлять выбор оборудования, элементов и систем оборудования для замены в процессе эксплуатации судов	ИД-1 ПК-45. Знает порядок определения критериев необходимости замены деталей, узлов и оборудования, порядок замены, составления сопроводительных документов, согласования и предъявления классификационному сообществу	Знать: параметры процессов технической эксплуатации и их влияние на показатели затрат; требования, предъявляемые к несению машинной вахты, выполнению ТО и обслуживания составляющие процессов технической эксплуатации СТС и систему документов, регламентирующих деятельность судового механика по технической эксплуатации; порядок составления плана работ судового механика	З(ПК-45)1 З(ПК-45)2 З(ПК-45)3 З(ПК-45)4
			Уметь: действовать в стандартных ситуациях;	У(ПК-45)1
			действовать в нестандартных ситуациях;	У(ПК-45)2
			принимать на себя ответственность за принятые решения	У(ПК-45)3

			Владеть: навыками целеполагания; основными положениями правил технической эксплуатации механизмов и систем	В(ПК-45)1 В(ПК-45)2
ПК-46	способен осуществлять разработку эксплуатационной документации	ИД-1 ПК-46. Знает цели, назначение, структуру и содержание судовой эксплуатационной документации	Знать: вести машинный журнал; объяснить цель и содержание эксплуатационной задачи и пути ее решения; правильно применять положения ПДНВ к эксплуа- тационным ситуациям; осуществить выбор докумен- тов для разработки проце- дуры технической эксплуата- ции	З(ПК-46)1 З(ПК-46)2 З(ПК-46)3 З(ПК-46)4
			Уметь: Общепринятой терминологией по техниче- ской эксплуатации; навыками поиска требований нормативных документов для эксплуатационных задач; общепринятой терминологи- ей по технической эксплуатации	У(ПК-46)1 У(ПК-46)2 У(ПК-46)3
			Владеть: выполнением и чтением схем, чертежей и эскизов деталей, узлов и агрегатов СЭУ	В(ПК-46)1
ПК-47	способен оценить затраты на осуществле- ние технической эксп- луатации судна	ИД-1 ПК-47. Знает цели, содержание регламенти- рующих документов в части осуществления тех- нической эксплуатации судна ИД-2 ПК-47. Умеет оцени- вать затраты на осу- ществление технической эксплуатации судна	Знать: методики проведения тепловых, аэродинамических, конструктивных и прочност- ных расчетов узлов судовых котлов	З(ПК-46)1
			Уметь: производить расчеты, связан- ные с оценкой эффективнос- ти работы оборудования и его модернизацией	У(ПК-46)1
			Владеть: методами оценки затрат на осуществление технической эксплуатации судна	В(ПК-46)1

Спецификация минимального стандарта компетентности в соответствии с Конвенцией ПДНВ-78 (Правила III/1 МК ПДНВ-78 с поправками, раздел А-III/1), функция: Судовые механические установки на уровне эксплуатации представлена в табл. 2.

Сфера компетентности	Знание, понимание и профессиональные навыки	Методы демонстрации компетентности	Критерии для оценки компетентности
<p>Несение безопасной вахты в машинном отделении</p>	<p>Глубокое знание принципов несения ходовой машинной вахты, включая:</p> <p>1 обязанности, связанные с приемом и сдачей вахты .</p> <p>2 обычные обязанности, выполняемые во время несения вахты .</p> <p>3 ведение машинного журнала и значение снимаемых показаний приборов .</p> <p>4 обязанности, связанные с передачей вахты</p> <p>Процедуры безопасности и аварийные процедуры; переход от дистанционного автоматического к местному управлению всеми системами</p> <p>Меры безопасности, которые должны соблюдаться во время несения вахты, и немедленные действия, которые должны предприниматься в случае пожара или инцидента, в особенности затрагивающие топливные и масляные системы</p> <p>Управление ресурсами машинного отделения</p> <p>Знание принципов управления ресурсами машинного отделения, включая:</p> <p>.1 распределение, назначение ресурсов и определение их приоритетов</p> <p>.2 эффективное общение</p> <p>.3 настойчивость и лидерство</p> <p>.4 получение и поддержание знания ситуации</p> <p>.5 учет опыта работы в команде</p>	<p>Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм:</p> <p>.1 одобренный опыт работы</p> <p>.2 одобренный опыт подготовки на учебном судне</p> <p>.3 одобренная подготовка на тренажере, где это применимо</p> <p>.4 одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования</p>	<p>Несение, передача и уход с вахты соответствуют принятым принципам и процедурам</p> <p>Частота и полнота наблюдений за механическим оборудованием и системами соответствуют рекомендациям изготовителя и принятым принципам и процедурам, включая основные принципы несения ходовой машинной вахты</p> <p>Надлежащим образом фиксируются действия, имеющие отношение к судовым механическим системам</p> <p>Ресурсы выделяются и распределяются, как это требуется в правильной последовательности для выполнения необходимых задач</p> <p>Информация четко и однозначно передается и принимается вызывающие сомнения решения и/или действия влекут соответствующие возражения и реакцию</p> <p>Выявляется эффективное поведение, свойственное руководителю</p> <p>Члены команды разделяют точное понимание текущего и прогнозируемого состояния машинного отделения и связанных с ним систем, а также внешней обстановки</p>
<p>Эксплуатация главных и вспомогательных механизмов и связанных с ними</p>	<p>Основы конструкции и принципы эксплуатации механических систем, включая:</p> <p>1 морские дизели.</p>	<p>Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из</p>	<p>Конструкция и эксплуатация механизмов могут быть поняты и объяснены с помощью чертежей/инструкций</p>

систем управлени	<p>5 валопроводы, включая винты.</p> <p>8 системы автоматического управления.</p> <p>9 поток жидкости и характеристики смазочных масел, жидкого топлива и систем охлаждения</p> <p>Процедуры безопасной эксплуатации механизмов двигательной установки в обычных и чрезвычайных ситуациях, включая системы управления</p> <p>Подготовка к работе, эксплуатация, обнаружение неисправностей и необходимые меры по предотвращению повреждений следующих объектов:</p> <p>1 главного двигателя и связанных с ним вспомогательных механизмов</p> <p>2 паровых котлов и связанных с ними вспомогательных механизмов и систем пароснабжения</p> <p>3 двигателей вспомогательных механизмов и связанных с ними систем</p>	<p>следующих форм:</p> <p>.1 одобренный опыт работы</p> <p>.2 одобренный опыт подготовки на учебном судне</p> <p>.3 одобренная подготовка на тренажере, где это применимо</p> <p>.4 одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования</p>	<p>Операции планируются и выполняются в соответствии с руководствами по эксплуатации, установленными правилами и процедурами по обеспечению безопасности операций и избежанию загрязнения морской среды</p> <p>Отклонения от нормы быстро выявляются</p> <p>Работа силовой установки и технических систем постоянно отвечает требованиям, включая команды с мостика, относящиеся к изменению скорости и направления движения</p> <p>Причины неисправностей механизмов быстро выявляются и предпринимаются действия для обеспечения безопасности судна и установки в целом с учетом преобладающих обстоятельств и условий</p>
------------------	--	---	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок», в ходе преподавания дисциплины должны рассматриваться следующие основные вопросы:

- методы, обеспечивающие готовность, надежный пуск и контроль режимов работы главного двигателя, судовых технических средств и обслуживающих систем;
- методы организации несения ходовой машинной вахты, контроля рабочих параметров судовых энергетических установок и состояния всех механизмов, обнаружения и устранения неисправностей, действий в экстремальных условиях;
- методы оценки влияния внешних факторов (метеоусловия, течение, мелководье, обрастание корпуса) на работу судовых энергетических установок, определения причин, вызывающих отклонения рабочих параметров, расчета и установления оптимальных режимов работы судового пропульсивного комплекса;
- методы назначения режимов работы главных и вспомогательных двигателей внутреннего сгорания;
- методы организации технического обслуживания, обеспечивающие постоянную готовность судовых технических средств, технической учебы экипажа с разбором аварий, практической отработки задач по обеспечению живучести судна.
- способы предотвращения аварий двигателей.

В состав дисциплины входят лекционный курс, практические занятия, курсовое проектирование и самостоятельная работа.

В результате реализации настоящей программы студенты и курсанты получают знания в области процессов

- назначения режимов работы главных и вспомогательных двигателей внутреннего сгорания;

- методов минимизации удельного эффективного расхода топлива;

- предотвращения перегрузок главного пропульсивного комплекса и дизель-генераторов;

Это позволит применять полученные знания при эксплуатации главных и вспомогательных дизелей.

Для проведения лекций и практических занятий используется учебный кабинет (ауд. 3-005), оборудованный мультимедийной техникой, для выполнения курсового проекта имеется компьютерный зал (ауд. 3-217) кафедры «Энергетические установки и электрооборудование судов».

Изучение и построение дисциплины «ЭСДВС» базируется на знании курсантами следующих разделов дисциплин естественнонаучного, общепрофессионального и специального циклов:

- «Химия»: основные закономерности протекания химических реакций, вода и растворы, основы электрохимии, химические свойства материалов, применяемых в машиностроении, основы водоподготовки;

- «Физика»: физические основы механики, кинематика и динамика твердого тела, жидкости и газов, молекулярная физика и термодинамика;

- «Теплотехника»: законы термодинамики, процессы и циклы, теория теплообмена, основы расчета теплообменных аппаратов, основы энергосбережения, вторичные энергетические ресурсы;

- «Гидравлика»: подобие гидромеханических процессов, турбулентность;

- «Материаловедение и технология конструкционных материалов»: стали, конструкционные металлы и сплавы, поведение материалов в эксплуатации;

- «Сопrotивление материалов»: сложное сопротивление, расчет по теориям прочности, усталость.

Рабочие программы указанных дисциплин, разрабатываемые общеобразовательными и общетехническими кафедрами, должны корректироваться в соответствии с предложениями выпускающей кафедры.

Знания и умения, полученные курсантами в ходе изучения дисциплины «ЭСДВС», дополняются и совершенствуются при последующем изучении дисциплин специализации:

- «Организация, управление и техническая эксплуатация СЭУ».

4. Содержание дисциплины

Тематический план дисциплины по очной форме обучения представлен в виде табл. 3.

Таблица 3

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Раздел 1. Теплонапряженность судовых дизелей	60	28	13	15		40		
Тема 1.1. Тепловой баланс судового дизеля	40	12	5	7		18	Опрос, ПЗ	
Тема 1.2. Теплонапряженность дизелей	36	14	6	8		22	Опрос, ПЗ	
Раздел 2. Техническая эксплуатация судовых дизелей	92	38	20	18		54		
Тема 2.1. Режимы работы и эксплуатационные характеристики судовых дизелей	40	16	8	8		24	Опрос, ПЗ	
Тема 2.2. Эксплуатация судовых дизелей	52	22	12	10		30		
Тема 3. Испытания судовых дизелей	22	10	6	4		12	Опрос, ПЗ	
Тема 3.1. Испытания судовых дизелей	22	10	6	4		12	Опрос, ПЗ	
Экзамен	46					10		36
Всего	180	66	33	33		78		36

Тематический план дисциплины по заочной форме обучения представлен в виде табл. 4.

Таблица 4

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Раздел 1. Теплонапряженность судовых дизелей	58	4	2	2		54	ПЗ	
Тема 1.1. Тепловой баланс судового дизеля	25	3	1	2		22	ПЗ	
Тема 1.2. Теплонапряженность дизелей	33	1	1			32	ПЗ	
Раздел 2. Техническая эксплуатация судовых дизелей	112	12	6	6		100		
Тема 2.1. Режимы работы и эксплуатационные характеристики судовых дизелей	26	2	2			24	Опрос, ПЗ	
Тема 2.2. Эксплуатация судовых дизелей	58	6	2	4		52	ПЗ	
Тема 2.3. Испытания судовых дизелей	28	4	2	2		24		
Экзамен						10		9
Всего	180	16	8	8		155		9

ПЗ — практическое занятие

Описание содержания дисциплины по разделам и темам

Раздел 1. Тепловая напряженность судовых дизелей

Лекция 1.1.

Рассматриваемые вопросы.

Тепловой баланс двигателя. Экспериментальное определение слагаемых. Внешний тепловой баланс. Повышение КПД установки. Утилизация тепловых потерь главных и вспомогательных дизелей.

Лекция 1.2.

Рассматриваемые вопросы.

Использование энергии выпускных газов в утилизационных котлах. Схемы утилизации. Особенности использования тепла в установках.

Практическое занятие 1. Теплобалансовые испытания главного двигателя (2 часа)

Лекция 1.3.

Рассматриваемые вопросы.

Основные формы теплопередачи в дизелях. Средняя температура газа и результирующая температура теплопередачи.

Тепломеханическая напряжённость СДВС. Теплонапряжённость дизеля и показатели, определяющие ее. Характерные температуры, влияющие на физико-математические свойства материала, температурные напряжения, коррозию, износы деталей ЦПГ, состояния поршневых колец. Теплонапряжённость, показатели механической напряженности дизеля. Их связи с динамикой процесса сгорания, силами инерции и режимными параметрами.

Практическое занятие 2. Подготовка ДГ к действию, ввод в работу и нагружение до номинальной мощности в автоматическом режиме (4 часа)

Лекция 1.4.

Рассматриваемые вопросы.

Механическая напряжённость, показатели механической напряженности дизеля. Их связи с динамикой процесса сгорания, силами инерции и режимными параметрами.

Влияние режимных факторов и отложений на температурные перепады в стенках. Обобщенные показатели теплонапряженности: тепловая нагрузка цилиндра и температура выпускных газов.

Лекция 1.5.

Рассматриваемые вопросы.

Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на теплонапряжённость. Теплонапряжённость дизеля на переходных режимах. Влияние наддува, конструкции и режимных параметров на тепловую нагрузку и температуру деталей ЦПГ.

Практическое занятие 3. Эксплуатация ДГ в составе судовой электростанции на переменных режимах, выявление зависимости рабочих параметров ДГ от условий нагружения.

Лекция 1.6.

Рассматриваемые вопросы.

Необходимость принудительного охлаждения двигателей. Формы теплопередачи в двигателе. Коэффициенты теплоотдачи. Температуры газа — средняя заменяющая и средняя за цикл. Критерии теплонапряженности. Температурные поля рабочей крышки, поршня, цилиндрической втулки и поршневого кольца (опытные данные). Современные методы контроля теплонапряженности судовых дизелей в эксплуатации.

Самостоятельная работа:

1. Проработка учебного материала по конспекту — 10 часов.
2. Подготовка к защите практических занятий — 10 часов.
3. Конспектирование вопроса «Схемы утилизации тепловых потерь МОД» — 4 часа.
4. Конспектирование вопроса «Схемы утилизации тепловых потерь СОД» — 4 часа.

Итого по разделу: ЛК — 13, ПЗ — 15, СРС — 40 часов.

Литература: [1, с. 8—22; 60—70; 98—110; 140—142; 151—195; 178—186; 3. с. 9—32].

Раздел 2. Техническая эксплуатация судовых дизелей

Тема 2.1. Режимы работы и эксплуатационные характеристики судовых дизелей

Лекция 2.1.

Рассматриваемые вопросы.

Общие определения. Понятие режима и характеристики дизеля. Виды режимов работы и основные эксплуатационные характеристики дизелей. Скоростные характеристики. Внешние характеристики. Условия работы дизеля по внешней скоростной характеристике. Изменение энерго-экономических показателей. Тепловые свойства дизеля. Тепломеханическая нагруженность при работе внешней характеристике. Винтовые характеристики. Особенности работы главных дизелей на гребной винт. Закономерности изменения момента и мощности, параметров рабочего процесса, экономичности и тепломеханической нагруженности дизеля. Ограничение максимальной мощности и минимальной частоты вращения. Понятие «тяжелой» и «легкой» винтовой характеристики.

Практическое занятие 5. Эксплуатация ГД, работающего на винт в режиме ВРШ, контроль параметров с целью определения качества функционирования элементов его систем, принятие решений по устранению неисправностей, вывод из работы неисправных механизмов и ГД.

Лекция 2.2.

Рассматриваемые вопросы.

Ограничительные характеристики. Необходимость ограничения подачи топлива и виды ограничительных характеристик по моменту и мощности. Регуляторные характеристики. Причины минимизации удельного эффективного расхода топлива и построение экономической характеристики.

Особенности задания нагрузочных режимов регулятором частоты вращения (регуляторная характеристика). Нагрузочные характеристики судовых ДВС. Нагрузочные характеристики. Условия работы дизеля по нагрузочной характеристике. Характер изменения основных параметров

Практическое занятие 4. Подготовка пропульсивного комплекса, ввод в работу, контроль параметров, вывод из работы. Тренажёр «Дизельсим» (4 часа).

Практическое занятие 6. Построение винтовой характеристики с использованием тренажёра «Дизельсим» (4 часа).

Лекция 2.3.

Эксплуатационные режимы. Установившиеся режимы. Режим полного хода. Номинальная и эксплуатационная мощность. Режимы минимально устойчивой частоты вращения и холостого хода. Режимы главного двигателя при ходе судна в грузу, в балласте, работе на швартовах, при буксировке. Влияние внешних условий на работу двигателя.

Неустановившиеся режимы работы двигателя. Пуск и реверсирование. Прогревание и остановка двигателя. Маневренные режимы, работа на частичных нагрузках. Работа при реверсировании гребного винта.

Лекция 2.4.

Рассматриваемые вопросы:

Назначение и обеспечение режимов полного хода. Работа дизеля в установке с редукторной передачей. Работа дизеля в установке с винтом регулируемого шага. Работа дизеля при волнении.

Аварийные режимы работы двигателя. Работа с выключенным цилиндром, с разобранным механизмом движения на одном из цилиндров. Работа с отключенным турбонагнетателем. Аварии и неисправности судовых дизелей, их причины и меры предупреждения

Практическое занятие 7. Выявление и устранение отказов при эксплуатации систем охлаждения ГД, элементов топливной аппаратуры, ГТН, регулятора оборотов ГД

Тема 2.2. Эксплуатация судовых дизелей

Лекция 2.5.

Рассматриваемые вопросы:

Организация технической эксплуатации СДВС. Основные задачи технической эксплуатации, организация технического надзора. Основная документация по технической эксплуатации. Задачи и формы технического использования дизелей на судах при непрерывном вахтенном обслуживании. Изучение правил технической эксплуатации и заводских конструкций, исходная нормативная база обеспечения эффективной и безопасной работы судовых дизелей.

Лекция 2.6.

Рассматриваемые вопросы:

Энерго-экономические показатели. Связь с режимными параметрами, характеристиками подачи топлива, воздухообеспечения и качеством индикаторного процесса. Анализ выражения мощности дизеля в общем виде.

Практическое занятие 8. Тема Выявление и устранение отказов при эксплуатации систем охлаждения ГД, элементов топливной аппаратуры, ГТН, регулятора оборотов ГД (4 часа)

Лекция 2.7.

Рассматриваемые вопросы.

Показатели эффективности и технического использования СДУ, оценка экономичности установки: КПД установки, пропульсивного комплекса, удельные расходы топлива, теплотехнические, гидромеханические потери и условные потери на вспомогательные нужды. Влияние на КПД конструктивных, режимных, эксплуатационных факторов, обусловленных типом главных дизелей, главной передачи, винта и корпуса.

Режимы работы СДВС в эксплуатационных условиях. Подготовки СЭУ к действию, обслуживания СЭУ во время работы, вывод СЭУ из действия.

Лекция 2.8.

Рассматриваемые вопросы.

Задачи и формы технического использования дизелей на судах при непрерывном вахтенном обслуживании. Изучение правил технической эксплуатации и заводских конструкций исходная нормативная база обеспечения эффективной и безопасной работы судовых дизелей.

Основные правила обслуживания двигателей во время работы. Контролируемые параметры. Приборы контроля.

Основные параметры, характеризующие протекание рабочего процесса в цилиндрах двигателя. Регулировка распределения мощности по цилиндрам и индицирование. Анализ индикаторных диаграмм. Косвенные методы определения мощности.

Регулировка двигателей. Измерительные приборы. Проверка и регулировка газораспределения и топливоподачи. Регулировка топливных насосов и форсунок. Характерные неисправности насосов и форсунок, способы их обнаружения и устранения.

Лекция 2.9.

Рассматриваемые вопросы.

Топлива. Топливоподготовка. Получение и состав топлив. Эксплуатационные свойства топлив. Виды и стоимость топлив, их использование. Соответствие физико-химических показателей и эксплуатационных свойств отечественных топлив требованиям Международного стандарта. Выбор марки топлива. Микробиологическое заражение топлив. Прием и хранение топлива на судне. Отстаивание топлива. Сепарация топлива. Фильтрация топлива. Химическая, гидродинамическая, магнитная обработка топлива. Технология и средства обработки топлив на судне. Приготовление и использование топливных смесей и водотопливных эмульсий. Подача топлива к дизелям.

Лекция 2.10.

Рассматриваемые вопросы.

Классификация и функции масел. Свойства масел. Цилиндровые масла. Циркуляционные (системные) масла. Рекомендации по выбору масел. Системы смазывания, работа масел, их очистка. Системы смазывания дизелей. Расходование и изменение свойств масла в процессе эксплуатации. Микробиологическое заражение масла. Контроль качества, браковочные показатели масла. Очистка масел. Эксплуатация системы смазки. Эксплуатация системы охлаждения. Охлаждающая вода. Преимущества охлаждения двигателей пресной водой. Коррозия, вызываемая охлаждающей водой в зарубашечной полости двигателей. Антикоррозионные присадки к воде — ингибиторы коррозии. Обслуживание системы охлаждения. Способы очистки зарубашечных полостей от накипи.

Самостоятельная работа:

1. Проработка учебного материала по конспекту — 18 часов.
2. Подготовка к защите практических занятий — 30 часов.
3. Конспектирование вопроса «Конструкция валогенераторов» — 6 часов.

Итого по разделу: ЛК — 20, ПЗ — 18, СРС — 54 часа.

Литература: [2, с. 8—22; 60—70; 98—110; 140—142; 151—195; 178—186; 3. с. 9—32].

Тема 3. Испытания судовых дизелей

Лекция 3.1.

Рассматриваемые вопросы:

Испытания судовых дизелей: приемосдаточные, швартовные, ходовые. Классификация испытания дизелей.

Цели, методика и программы испытаний. Обработка результатов испытаний.

Практическое занятие 10. Испытания судовых дизелей (2 часа).

Лекция 3.1.

Рассматриваемые вопросы:

Общие положения технического ухода за двигателем. Организация службы машинного хозяйства на судне. Виды судовой машинной отчетности.

Износ двигателей. Виды износа. Факторы, определяющие долговечность работы деталей. Характер и скорость износа основных деталей двигателя. Методы измерения износа. Нормы зазоров и величины предельно допустимых износов. Учет технического состояния механизмов. Ведение машинного формуляра. Обоснование сроков и объема профилактических осмотров и ремонта. Графики профилактических осмотров механизмов. Классификационные освидетельствования механизмов. Пути увеличения продолжительности межремонтной эксплуатации. Передовые методы организации труда машинных команд. Профилактический ремонт двигателей в судовых условиях. Основные положения монтажа и центровки деталей движения. Правила безопасности при производстве ремонтных работ.

Самостоятельная работа:

1. Проработка учебного материала по конспекту — 6 часов.
2. Подготовка к защите практических занятий и лабораторных работ — 8 часов.
3. Конспектирование вопроса «Основы теории горения» — 2 часа.
4. Конспектирование вопроса «Обзор конструкций судовых котлов» — 2 часа.
5. Конспектирование вопроса «Управление горением» — 2 часа.

Итого по разделу: ЛК — 4, ПЗ — 10, ЛБ — 4, СРС — 20 часов.

Литература: [2, с. 8—22; 60—70; 98—110; 140—142; 151—195; 178—186; 3. с. 9—32].

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа учащегося по дисциплине включает такие виды работы как:

- 1) изучение материалов, законспектированных в ходе лекций;
- 2) изучение литературы, проработка и конспектирование источников;
- 3) подготовка к защите практического занятия;
- 4) подготовка к промежуточной аттестации.

Перечень методических указаний для самостоятельной работы:

1. Жуков С. А. Эксплуатация судовых двигателей внутреннего сгорания. Методические указания к практическим занятиям для курсантов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» очной формы обучения. — Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2019. — 96 с.

2. Жуков С. А. Эксплуатация судовых двигателей внутреннего сгорания. Методические указания к лабораторным работам для курсантов и студентов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» очной и заочной форм обучения. — Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2019. — 96 с.

3. Жуков С. А. Эксплуатация судовых двигателей внутреннего сгорания. Методические указания по изучению дисциплины для курсантов и студентов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» очной и заочной форм обучения. — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. — 23 с.

4. Волков М. М. Эксплуатация судовых двигателей внутреннего сгорания. Курсовое проектирование: методические указания для курсантов специальности 25.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» очной формы обучения. — Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2015. — 108 с.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

1. На каких судах применяются МОД. Их достоинства, недостатки.
2. На каких судах применяются СОД и ВОД. Достоинства, недостатки.
3. Какие типы дизелей используются на электроходах. Достоинства, недостатки.
4. Электронные системы регулирования, управления и контроля современных СДВС.
5. Конструктивные особенности и применение длинноходовых 2-х тактных ДВС.
6. Понятие надежности и экономичности судовых двигателей.
7. Сравнение надежности и экономичности МОД, СОД и ВОД.
8. Показатели маневренных качеств СЭУ.
9. Требования к обеспечению заднего хода судна.
10. Тяговые характеристики дизелей.
11. Тяговые характеристики гребных электродвигателей.
12. Энергетические показатели работы дизелей.
13. Экономические показатели работы СДВС.
14. Эксплуатационные показатели работы ДВС.
15. Скоростные и нагрузочные характеристики двигателей.
16. Качественные зависимости механического КПД от числа оборотов и нагрузки.
17. Показатели тепловой напряженности дизелей.
18. Показатели механической напряженности ДВС.
19. Нагрузочные характеристики, основные зависимости.
20. Внешние (скоростные) характеристики, основные зависимости.
21. Ограничительные характеристики, основные параметры ограничения
22. Условия ограничительных характеристик 4-х тактных двигателей без наддува.
23. Винтовые характеристики. Область эксплуатационных режимов работы двигателя и ВФШ.
24. Момент сопротивления винта, создаваемый упор, поступь, относительная поступь, скольжение.
25. Понятие «тяжелого» и «легкого» винта. Условия перегрузки главных двигателей по моменту, по мощности, по моменту и мощности.
26. Винты регулируемого шага, их достоинства и недостатки.
27. Характеристики машинно-двигательного комплекса с ВРШ.
28. Сопротивление воды движению судна и характеристики гребного винта.
29. Совместная работа главного двигателя и гребного винта.
30. Область эксплуатационных режимов работы главного двигателя и ВРШ.
31. Режим пуска судового двигателя, условия, обеспечивающие его безаварийный режим.
32. Требования к обеспечению режимов прогрева и остановки судовых двигателей.
33. Режимы малых оборотов и холостого хода судовых дизелей.
34. Условия обеспечения режимов полного хода без тепловых и механических перегрузок.
35. Характеристики пропульсивного комплекса с гидрозубчатой передачей.
36. Влияние внешних (метеорологических) условий на работу двигателей.
37. Влияние ветра и волнения на работу двигателей.
38. Влияние сопротивлений в системе газообмена двигателей.
39. Характеристики центробежных компрессоров судовых двигателей.
40. Расходная (гидравлическая) характеристика двигателя.
41. Характеристики газовых турбин турбокомпрессоров двигателей.
42. Согласование характеристик двигателя и турбокомпрессора при газотурбинном наддуве.
43. Совместная работа двигателя и компрессора при последовательной схеме наддува.
44. Совместная работа двигателя и компрессора при параллельной схеме наддува.

45. Влияние увеличения сопротивления на выхлопе из турбины на совместную работу двигателя и агрегата наддува.
46. Влияние сопротивления на входе в компрессор на совместную работу двигателя и агрегата наддува.
47. Влияние загрязнения проточной части турбины на совместную работу двигателя и агрегата наддува.
48. Выбор режима работы двигателя для обеспечения длительной безаварийной работы.
49. Предотвращение интенсивных износов цилиндро-поршневой группы дизелей.
50. Оптимальные режимы обкатки для предотвращения интенсивных износов двигателей.
51. Условия образования пожаров в продувочном поясе цилиндров двигателей и подпоршневых пространствах.
52. Аварийный режим работы дизеля с выключенным цилиндром.
53. Выбор режима охлаждения дизелей.
54. Коррозионно-кавитационные повреждения на поверхностях охлаждения двигателей.
55. Присадки к охлаждающей воде двигателей, контроль за качеством воды.
56. Подплавка и выплавление подшипников ДВС.
57. Интенсивный износ подшипников двигателей.
58. Растрескивание и выкрашивание антифрикционного слоя подшипников ДВС.
59. Повреждения головных подшипников двигателей.
60. Причины усталостных разрушений металлов.
61. Причины и виды усталостных разрушений коленчатых валов ДВС.
62. Задирсы цилиндро-поршневой группы двигателей.
63. Аварийные повреждения газотурбонагнетателей.
64. Загрязнения проточной части газотурбонагнетателей.
65. Помпаж компрессоров и их предупреждения.
66. Промывка турбокомпрессора ДВС.
67. Правила монтажа деталей крепления ДВС и последствия их нарушения.
68. Чрезмерная затяжка шпилек крепления крышек цилиндров и ее последствия.
69. Обрывы шатунных болтов и их предупреждение.
70. Нарушение правил стопорения крепежных деталей ДВС.
71. Взрывы паров масла в картерах ДВС.
72. КПД энергетической установки и пропульсивного комплекса.
73. Повышение КПД пропульсивного комплекса. Согласование характеристик дизеля и гребного винта.
74. Эффект применения длинноходовых дизелей.
75. Концепция согласования характеристик винта и дизеля в сторону понижения значений задаваемых частот вращения и строительной мощности дизелей.
76. Влияние главной передачи на экономичность СЭУ.
77. Увеличение экономичности СЭУ путем замещения вспомогательного котла утилизационным.
78. Повышение КПД СЭУ путем замещения вспомогательных дизелей утилизационным турбогенератором.
79. Условия замещения вспомогательного котла и вспомогательных дизель-генераторов.
80. Применение дизелей с турбокомпаудными системами и валогенераторами.
81. Располагаемая теплота выпускных газов двигателей.
82. Особенности эксплуатации утилизационных котлов.
83. Пожары в утилизационных котлах и борьба с ними.
84. Виды экологически опасных веществ, образующихся при эксплуатации СЭУ.
85. Предотвращение образования экологически опасных веществ.
86. Нейтрализация экологически опасных веществ на судах.
87. Утилизация отходов топлив и масел на судах без образования экологически опасных веществ.

7. Рекомендуемая литература

7.1. Основная литература.

1. Возницкий И.В., Пунда А.С. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 1. С.-Пб. - ООО «Моркнига». – 2008., 282 с.
2. Захаров Г.В. Техническая эксплуатация судовых дизельных установок. Реком. УМО в кач. учебника для студ. (курсантов) ВУЗов, обучающихся по направлению 658000 «Эксплуатация водного транспорта и транспортного оборудования по специальности 2405 «Эксплуатация СЭУ». Учебник. «ТрансЛит». - 2010.

7.2. Дополнительная литература.

1. Ваншейдт В.А. Судовые двигатели внутреннего сгорания – Л.: Судостроение, 1977.
2. Ваншейдт В.А. Конструирование и расчёты на прочность судовых двигателей внутреннего сгорания – Л.: Судостроение, 1969.
3. Возницкий И.В. Техническая эксплуатация ДВС промысловых судов. – М.: Пищевая промышленность, 1998.
4. Самсонов В.И., Худов Н.И. Судовые двигатели внутреннего сгорания – М.: Транспорт, 1981.
5. Возницкий И.В. Судовые среднеоборотные ДВС. – М.: Пищевая промышленность, 2005.
6. Возницкий И.В., Михеев Е.Г. Судовые дизельные установки, - М.: Транспорт, 1985,
7. Возницкий И.В., Иванов Л.А. Предупреждение аварий СДВС, - М.: Транспорт 1971.
8. Гаврилов В.С., Камкин С.В. Техническая эксплуатация судовых дизельных установок. – М.: Транспорт, 1985.
9. Иванов Л.А. Теплонапряжённость и эксплуатационная надёжность ЦПГ судового дизеля. – Мурманск: кн. Изд – во, 1974.
10. Возницкий И.В., Камкин С.В. рабочие процессы СДВС. – М.: Транспорт 1979.
11. Правила технической эксплуатации дизелей на судах ФРП РФ. – Л.: Транспорт, 1979.

8. Методические указания, для обучающихся по освоению дисциплины

В рамках освоения учебной дисциплины «ЭСДВС» предусмотрены следующие виды учебных занятий:

- лекции;
 - практические занятия;
 - самостоятельная работа;
 - групповые и индивидуальные консультации,
- а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации.

В ходе лекций обучающимся следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание понятиям, которые обозначены обязательными для каждой темы дисциплины.

На практических занятиях обучающиеся выполняют проработку рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины; конспектирование источников; работу с конспектом лекций; подготовку ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы; решение практических заданий.

В ходе групповых и индивидуальных консультаций обучающиеся имеют возможность получить квалифицированные советы по организации самостоятельного управления собственной деятельностью на основе анализа имеющегося у них опыта обучения, используемых учебных стратегий, через обсуждение сильных сторон и ограничений стиля учения, а также поиск ресурсов, предоставляемых вузом для достижения намеченных результатов; для определения темы и проблемы исследования, выполнения мини-проектов по дисциплине, обсуждения научных текстов, решения учебных задач, для подготовки к практическим занятиям, для подготовки к контрольным точкам, в том числе итоговой аттестации; детально прорабатывать возникающие проблемные ситуации, осуществлять поиск вариантов их решения, определять преимущества и ограничения используемых средств для решения поставленных учебных задач, обнаруживать необходимость изменения способов организации своей работы и др.

9. Курсовой проект

Курсовой проект представляет собой самостоятельную инженерную работу, состоящую из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Целью курсового проекта является, закрепление знаний по теоретическому курсу дисциплины и выработка умения использовать эти знания для решения практических задач, развития навыков самостоятельной творческой работы.

Курсовой проект должен включать в себя пояснительную записку и графическую часть.

Пояснительная записка должна содержать:

Задание.

Описание конструкции и систем двигателя.

Расчёт рабочих процессов двигателя.

Расчёт кинематики и динамики судового двигателя.

Анализ неуравновешенности двигателя. Расчёт маховика.

Расчёты деталей на прочность.

Графическая часть курсового проекта состоит из одного чертежа, выполненного на листе чертёжной бумаги формата А-1 и на листах миллиметровой бумаги любого формата соответственно принятым масштабам давления и объёма. Объём графической части выполняется в зависимости от выбранного задания и согласовывается с преподавателем. В общем случае графическая часть проекта должна состоять:

- Поперечный разрез двигателя.
- Свёрнутая расчётная индикаторная диаграмма.
- Диаграмма суммарных сил инерции поступательно движущихся масс.
- Диаграмма движущего усилия.
- Диаграмма касательного усилия одного цилиндра.
- Диаграмма суммарных касательных и среднего касательного усилий.
- Схемы кривошипов первого и второго и второго порядков.
- Силовые многоугольники сил инерции первого, второго порядков и центробежных сил, и их моментов.

Эскиз и расчётная схема детали, рассчитываемой на прочность

Критериями оценки курсового проекта являются:

- соответствие его содержания и оформления требованиям, изложенным в методических указаниях по выполнению курсового проекта;
- качество и объем требуемых расчетов;
- своевременность выполнения заданий;
- качество защиты проекта.

Проект выполняется самостоятельно в часы самоподготовки и выделенные для этого дни курсового проектирования.

Продолжительность выполнения курсового проекта 10 недель.

Распределение баллов рейтинговой оценки выполнения проекта представлено в табл. 4.

Таблица 4

Модуль	Содержание и объем выполняемых заданий	Форма отчетности	Продолжительность модуля, недель	Макс. кол-во баллов
1	Получение задания, подбор литературы, введение Конструктивные особенности двигателя прототипа. Системы обеспечивающие работу двигателя	Разделы РПЗ	5	15
2	Расчет рабочего цикла двигателя. Построение свернутой индикаторной диаграммы. Индикаторные и эффективные показатели	Разделы РПЗ	5	20
3	Кинематика механизма КШМ	Разделы РПЗ	4	5
4	Динамика механизма КШМ. Силы, действующие в механизме. Неравномерность вращения коленчатого вала. Подбор маховика			15
5	Графическая часть	Разделы РПЗ, чертежи	4	20
Выход. рейтинг	Защита курсового проекта	Дифференцированный зачет		25

Тематика курсового проекта, а также исходные данные к проектированию приведены в табл. 5.

Таблица 5

Курсовой проект на тему «Расчет судового двигателя» по дисциплине «Эксплуатация судовых двигателей» для курсантов специальности 26.05.06 в соответствии со следующими исходными данными

Марка	S/D	i	$N_{\text{ен}}$, кВт	N , мин ⁻¹
Двухтактные двигатели				
S70MC	700/2800	5	3000	90
S70MC	700/2800	6	3000	70
S60MC	600/2400	5	2200	120
S50MC	500/2000	6	1500	110
S50MC	500/2000	5	1530	95
S50MC	500/2000	6	1400	107
L35MC	350/1400	5	700	110
RND68	680/2150	6	1700	100
RND62U	620/2000	4	1200	97
RTA48	480/2000	5	1400	105
RTA58	480/2000	6	1450	110
Четырехтактные двигатели				
ЧН36/45	32/40	6	3100	720
ЧН32/40	32/40	6	3000	750
ЧН32/40	32/40	8	3000	720
ЧН32/48	32/40	6	640	375
ЧН32/48	32/40	8	120	428
ЧН30/38	32/40	6	260	700
ЧН30/38	32/40	8	260	500
ЧН25,5/30	25,5/40	6	560	720
ЧН26/26	26/26	8	140	1000
ЧН26/26	26/26	6	150	100
ЧН25/34	25/34	6	300	500

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

1. Библиотека Либертариума. Код доступа: [http:// www.libertarium.ru/library/](http://www.libertarium.ru/library/).
2. Сайт журнала «Судостроение». Код доступа: [http:// www.ssts.spb.ru/](http://www.ssts.spb.ru/).
3. Сайт журнала «Теплоэнергетика». Код доступа: [http:// www.energetik.energy-journals.ru/](http://www.energetik.energy-journals.ru/).
4. Обучающая программа тренажерного комплекса «Дельта-судомеханик» (компьютерный класс, аудитория 3-217).
5. Обучающая программа тренажерного комплекса «Дизельсим» (тренажерный центр, аудитория 1-202).

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Макет дизеля 4ЧСП-8,5/11
2. Стенд «Крышки цилиндров»
3. Стенд «Поршни, поршневые кольца»
4. Втулка цилиндровая
5. Стенд «Шатуны, вкладыши шатунов
6. Стенд «Коленчатый вал»
7. Стенд дизеля типа «MAN»
8. Стенд «Топливные насосы высокого давления»
9. Комплект плакатов по разделам дисциплины — 10 шт.