

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

Мореходный факультет

Кафедра «Энергетические установки и электрооборудование судов»

УТВЕРЖДАЮ:

Декан мореходного факультета

  
С. Ю. Труднев  
«17» апреля 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Судовые двигатели внутреннего сгорания»**

специальность:

26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»  
(специалитет)

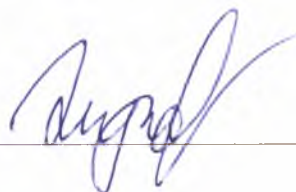
специализация: «Эксплуатация судовых энергетических установок»

квалификация: инженер-судомеханик

Петропавловск-Камчатский  
2019

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» и учебного плана специальности ФГБОУ ВО «КамчатГТУ», Конвенции ПДНМВ (Правила III/1 МК ПДНВ 78 с поправками, раздел А-III/1, таблица А-III/1)

Составитель рабочей программы  
доцент кафедры ЭУ и ЭС — С. А. Жуков



Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Энергетические установки и электрооборудование судов»  
6 марта 2019 г., протокол № 8.

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

17 апреля 2019 г.



О. А. Белов

## **1. Цели и задачи учебной дисциплины**

Целью преподавания дисциплины «Судовые двигатели внутреннего сгорания» является подготовка инженеров в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста, обеспечивающего руководство технической эксплуатацией и ремонт механизмов и систем, входящих в состав СЭУ.

Дисциплина «Судовые двигатели внутреннего сгорания», является профилирующей, формирующей знания и навыки курсанта, необходимые для эксплуатации судовых энергетических установок.

ЗАДАЧАМИ изучения данной дисциплины являются:

1. Знать теорию рабочих процессов судовых ДВС, конструкцию главных и вспомогательных двигателей, механизмов и систем их обслуживающих;
2. Знать теоретические основы технической эксплуатации;
3. Уметь готовить к работе главные и вспомогательные двигатели и обслуживающие их механизмы и системы.
4. Уметь пускать и останавливать главные и вспомогательные двигатели, наблюдать и оценивать их работу и техническое состояние.
5. Уметь поддерживать механизмы и системы в исправном состоянии.
6. Обеспечивать безопасность, производимых работ.
7. Уметь правильно производить операции по перекачке балласта и топлива.

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок», после изучения дисциплины «Судовые двигатели внутреннего сгорания» курсант должен

**ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ:**

— об истории развития СДВС, основных тенденциях, направлениях и перспективах их совершенствования;

— об основных научно-технических проблемах и перспективах развития судовых дизелей, их взаимосвязи с другими видами судового энергетического оборудования;

Курсант должен **ЗНАТЬ:**

— конструкцию и основные характеристики основных типов главных и вспомогательных двигателей;

— Правила классификации и постройки морских судов Российского Морского Регистра Судоходства в части, касающейся СДВС, порядок их освидетельствования;

— основные свойства конструкционных материалов, применяемых при изготовлении, эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте ДВС, способы получения заданных свойств материалов;

— методы контроля и нормирования эксплуатационных показателей СДВС, определения их значений в процессе эксплуатации и по результатам испытаний, расчета приведенных затрат и полезного эффекта от их эксплуатации.

После изучения курса «Судовые двигатели внутреннего сгорания» и прохождения плавательных практик, курсант должен

**УМЕТЬ:**

— производить расчеты, связанные с оценкой эффективности работы оборудования СДВС и его модернизацией;

После изучения курса «СДВС» и прохождения плавательных практик, курсант должен иметь

**ОПЫТ И НАВЫКИ:**

— работы с технической документацией и литературой по СДВС, 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 дизелей;

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

## 2. Требования к результатам освоения дисциплины

После изучения дисциплины «Судовые двигатели внутреннего сгорания» учащийся должен обладать следующими *профессиональными компетенциями*:

— способен осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причин повреждений следующим механизмам и система 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);

— способен выполнять техническое обслуживание и ремонт судовых механизмов и оборудования (ПК-30);

— способен принять участие в разработке проектной, нормативной, эксплуатационной и технологической документации для объектов профессиональной деятельности (ПК-39).

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	Код и наименование профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПКС-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	ИД-1 <sub>ПКС-6</sub> . Знает правила и обладает навыками осуществления подготовки к эксплуатации и эксплуатации главного двигателя и связанных с ним вспомогательных систем;	<b>Знать:</b> принцип действия основных судовых механизмов и обслуживающих их систем; основные принципы и правила подготовки механизмов и систем к действию; основные принципы управления механизмами и системами и алгоритмы поиска их неисправностей;	З(ПКС-6)1
		ИД-2 <sub>ПКС-6</sub> . Знает правила и обладает навыками осуществления подготовки к эксплуатации и эксплуатации парового котла и связанных с ним вспомогательных механизмов и паровых систем;		З(ПКС-6)2
		ИД-3 <sub>ПКС-6</sub> . Знает правила и обладает навыками осуществления подготовки к эксплуатации и эксплуатации вспомогательных первичных двигателей и связанных с ним систем;		З(ПКС-6)3
		ИД-4 <sub>ПКС-6</sub> . Знает правила и обладает навыками осуществления подготовки и эксплуатации систем управления вспомогательными механизмами, включая системы охлаждения,	<b>Уметь:</b> действовать в стандартных ситуациях; действовать в нестандартных ситуациях; принимать на себя	У(ПКС-6)1 У(ПКС-6)2 У(ПКС-6)3

	<p>вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции</p>	<p>кондиционирования воздуха и вентиляции; ИД-5<sub>ПК-6</sub>. Способен идентифицировать неисправности в системах управления и механизмах, включая: 1. главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы; 2. паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы; 3. вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции ИД-6<sub>ПК-6</sub>. Знает правила и способен принимать меры для предотвращения причинения повреждений системам управления и механизмам, включая: 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</p>	<p>ответственность за принятые решения <b>Владеть:</b> навыками целеполагания; основными положениями правил технической эксплуатации механизмов и систем</p>	<p><b>В(ПКС-6)1</b> <b>В(ПКС-6)2</b></p>
<p>ПКС-30</p>	<p>Способен выполнить техническое обслуживание и ремонт судовых механизмов и оборудования</p>	<p>ИД-1<sub>ПКС-30</sub>. Знает и имеет навыки работы с механизмами; ИД-2<sub>ПКС-30</sub>. Умеет осуществлять техническое обслуживание и ремонт, разборку, настройку и сборку механизмов и оборудования; ИД-3<sub>ПКС-30</sub>. Умеет использовать надлежащие специализированные инструменты и измерительные приборы; ИД-4<sub>ПКС-30</sub>. Знает проектные характеристики и принципы выбора материалов, используемых при изготовлении и ремонте судов и оборудования; ИД-5<sub>ПКС-30</sub>. Знает характеристики и ограничения процессов, используемых для изготовления и ремонта; ИД-6<sub>ПКС-30</sub>. Знает свойства и параметры, учитываемые при изготовлении и ремонте систем и их компонентов;</p>	<p><b>Знать:</b> основные свойства конструкционных материалов, применяемых при изготовлении, эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте СКПУ, способы получения заданных свойств материалов <b>Уметь:</b> использовать нормативную, научно-техническую и справочную литературу, техническую и судовую документацию <b>Владеть:</b> основными положениями правил технической</p>	<p><b>З(ПКС-30)1</b> <b>У(ПКС-30)1</b> <b>В(ПКС-30)1</b></p>

		ИД-7 <sub>ПКС-30</sub> . Умеет использовать различные изоляционные материалы и упаковки.	эксплуатации судовых котлов и их систем	
ПКС-39	способность принять участие в разработке документации по эксплуатации СКПУ	ИД-1 <sub>ПКС-39</sub> . Знает порядок разработки проектной, нормативной, эксплуатационной и технологической документации для объектов профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> методики проведения тепловых, аэродинамических, конструктивных и прочностных расчетов узлов судовых котлов	<b>З(ПКС-39)1</b>
			<b>Уметь:</b> производить расчеты, связанные с оценкой эффективности работы оборудования СКПУ и его модернизацией	<b>У(ПКС-39)1</b>
			<b>Владеть:</b> выполнением и чтением схем, чертежей и эскизов деталей, узлов и агрегатов СКПУ	<b>В(ПКС-39)1</b>

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.

Таблица 2

Сфера компетентности	Знание, понимание и профессиональные навыки	Методы демонстрации компетентности	Критерии для оценки компетентности
Эксплуатация главных установок и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления	Подготовка, эксплуатация, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: .2 паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы .4 другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции	Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм: .3 одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования	Операции планируются и выполняются в соответствии с руководствами по эксплуатации, установленными правилами и процедурами по обеспечению безопасности операций и избежанию загрязнения морской среды Отклонения от нормы быстро выявляются Работа силовой установки и технических систем постоянно отвечает требованиям, включая команды с мостика, относящиеся к изменению скорости и направления движения Причины неисправностей механизмов быстро выявляются и предпринимаются действия для обеспечения безопасности судна и установки в целом с учетом преобладающих обстоятельств и условий

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Судовые двигатели внутреннего сгорания» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений в структуре основной образовательной программы.

#### 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
<b>Раздел 1. Конструктивные схемы и принцип действия судовых дизелей</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		<b>30</b>		
Тема 1.1. Общие сведения о судовых дизелях	19	4	2	2		15	Опрос, ПЗ	
Тема 1.2. Конструктивные схемы, принцип действия. Классификация	21	6	4	2		15	Опрос, ПЗ	
<b>Раздел 2. Конструкция судовых дизелей</b>	<b>107</b>	<b>66</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>41</b>		
Тема 2.1. Принципы компоновки дизелей	19	8	4	2	2	11	Опрос, ПЗ	
Тема 2.2. Конструкция деталей остова судовых дизелей	28	18	6	6	6	10	Опрос, ПЗ	
Тема 2.3. Конструкция деталей движения судовых дизелей	32	22	8	6	8	10	Опрос, ПЗ	
Тема 2.4. Системы судовых дизелей	28	18	6	6	6	10	Опрос, ПЗ	
<b>Раздел 3. Рабочие процессы в дизелях</b>	<b>38</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>20</b>		
Тема 3.1. Теоретические, рабочие и расчетные циклы ДВС	18	10	4	2	4	8	Опрос, ПЗ	
Тема 3.2. Энергетические и экономические показатели дизелей	16	8	4	2	2	8	Опрос, ПЗ	
Тема 3.3. Рабочие процессы в цилиндре	8	4	4			4	Опрос, ПЗ	
Экзамен	<b>27</b>							
<b>Всего</b>	<b>216</b>	<b>56</b>	<b>42</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>91</b>		<b>27</b>
<b>Тема 3. Рабочие процессы в цилиндре</b>	<b>100</b>	<b>60</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>40</b>		
Тема 3.4. Основы математического моделирования рабочих процессов дизелей	22	12	4	4	4	10	Опрос, ПЗ	
Тема 3.5. Процессы топливоподачи, смесеобразования и сгорания топлива	26	16	6	4	6	10	Опрос, ПЗ	
Тема 3.6. Процессы газообмена в дизелях	28	18	6	6	6	10	Опрос, ПЗ	
Тема 3.7. Наддув дизелей	24	14	4	6	4	10	Опрос, ПЗ	
<b>Раздел 4. Динамика судовых дизелей</b>	<b>62</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>32</b>		
Тема 4.1. Силы и моменты, действующие в КШМ дизеля	20	12	4	4	4	8	Опрос, ПЗ	
Тема 4.2. Неравномерность вращения коленчатого вала	14	6	2	2	2	8	Опрос, ПЗ	
Тема 4.3. Неуравновешенность дизелей	16	8	2	4	2	8	Опрос, ПЗ	
Тема 4.4. Крутильные и продольные колебания коленчатых валов	12	4	2		2	8	Опрос, ПЗ	
Экзамен	<b>18</b>							

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			
Всего	180	90	30	30	30	72		18

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
<b>Раздел 1. Конструктивные схемы и принцип действия судовых дизелей</b>	<b>63</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>60</b>		
Тема 1.1. Общие сведения о судовых дизелях	32	2	2			30	Опрос, ПЗ	
Тема 1.2. Конструктивные схемы, принцип действия. Классификация	31	1		1		30	Опрос, ПЗ	
<b>Раздел 2. Конструкция судовых дизелей</b>	<b>97</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>3</b>		<b>90</b>		
Тема 2.1. Принципы компоновки дизелей	21	1		1		20	Опрос, ПЗ	
Тема 2.2. Конструкция деталей остова судовых дизелей	27	2	2			25	Опрос, ПЗ	
Тема 2.3. Конструкция деталей движения судовых дизелей	28	3	2	1		25	Опрос, ПЗ	
Тема 2.4. Системы судовых дизелей	21	1		1		20	Опрос, ПЗ	
<b>Раздел 3. Рабочие процессы в дизелях</b>	<b>123</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>105</b>		
Тема 3.1. Теоретические, рабочие и расчетные циклы ДВС	19	4	2	1	1	15	Опрос, ПЗ	
Тема 3.2. Энергетические и экономические показатели дизелей	19	4	2	1	1	15	Опрос, ПЗ	
Тема 3.3. Рабочие процессы в цилиндре	17	2		1	1	15	Опрос, ПЗ	
Тема 3.4. Основы математического моделирования рабочих процессов дизелей	18	3	1	1	1	15	Опрос, ПЗ	
Тема 3.5. Процессы топливоподачи,	19	4	2	1	1	15	Опрос, ПЗ	



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			
смесеобразования и сгорания топлива								
Тема 3.6. Процессы газообмена в дизелях	19	4	2	1	1	15	Опрос, ПЗ	
Тема 3.7. Наддув дизелей	19	4	2	1	1	15	Опрос, ПЗ	
<b>Раздел 4. Динамика судовых дизелей</b>	<b>93</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>86</b>		
Тема 4.1. Силы и моменты, действующие в КШМ дизеля	27	4	2	1	1	23	Опрос, ПЗ	
Тема 4.2. Неравномерность вращения коленчатого вала	24	3	1	1	1	21	Опрос, ПЗ	
Тема 4.3. Неуравновешенность дизелей	24	3	1	1	1	21	Опрос, ПЗ	
Тема 4.4. Крутильные и продольные колебания коленчатых валов	21					21		
Экзамен	<b>9</b>							
Всего	<b>396</b>	<b>46</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>341</b>		

ПЗ — практическое занятие

### Описание содержания дисциплины по разделам и темам

#### Раздел 1. Конструктивные схемы и принцип действия судовых дизелей

##### Тема 1.1. Общие сведения о судовых дизелях

###### Лекция 1

Рассматриваемые вопросы:

Введение. История развития ДВС, роль отечественной науки и техники в их развитии. ДВС - наиболее экономичный тип современных двигателей.

Практическое занятие 1. Принцип действия судового двигателя

###### Лекция 2.

Рассматриваемые вопросы:

Термодинамические циклы ДВС. Изображение циклов в диаграммах P-V и T-S, термический КПД циклов. Отличия реального цикла ДВС от идеального.

Практическое занятие 2. Общая компоновка судового дизеля.

##### Тема 1.2. Конструктивные схемы, принцип действия. Классификация

###### Лекция 1.

Рассматриваемые вопросы:

Общие сведения о судовых ДВС. Принцип действия и основы конструкции СДВС. Основные параметры и показатели работы судовых ДВС. Маркировка ДВС, требования к судовым ДВС.

Практическое занятие 1. Конструкция деталей остова судовых дизелей

###### Лекция 2.

Рассматриваемые вопросы:

Схемы работы ДВС. Индикаторные и круговые диаграммы судовых двигателей. Фазы газораспределения четырехтактных и двухтактных ДВС.

Самостоятельная работа:

1. Проработка учебного материала по конспекту
2. Подготовка к защите практических занятий и лабораторных работ

Литература [1, 2].

## **Раздел 2. Конструкции судовых дизелей**

### **Тема 2.1. Конструкция деталей остова**

Лекция 1.

Рассматриваемые вопросы:

Основные конструктивные узлы. Конструкция остова судовых ДВС. Схемы остовов тронковых и крейцкопфных дизелей. Фундаментные рамы, станины. Материалы, применяемые для изготовления деталей остова судовых ДВС

Практическое занятие 1. Конструкции деталей остова судовых дизелей

### **Тема 2.2. Конструкция деталей остова**

Лекция 1.

Рассматриваемые вопросы:

Конструкция остова судовых ДВС, цилиндры, крышки цилиндров. Блоки цилиндров. Предохранительные клапаны картера. Предотвращение взрыва масляных паров в картере. Разделительные диафрагмы, контроль масляного тумана в подпоршневых пространствах судовых дизелей и их устранение.

Практическое занятие 1. Тема Расчёт на прочность деталей остова

Лекция 2.

Рассматриваемые вопросы:

Конструкция рамовых и мотылёвых подшипников. Анкерные связи, их назначение. Контроль затяжки анкерных связей в эксплуатации.

Практическое занятие 2. Расчёт на прочность деталей двигателя

Лекция 3.

Рассматриваемые вопросы:

Цилиндровая втулка. Конструкция цилиндрических втулок четырехтактных и двухтактных дизелей, сопряжение с блоком и крышкой цилиндра, уплотнение посадочных поясов и упорного охлаждения верхних и нижних поясов и смычек выпускных окон. Конструкция цилиндрических втулок с внутриканальным охлаждением.

Мероприятия по снижению теплонапряженности втулок. Смазывание цилиндрических втулок, расположение и конструкция штуцеров подвода масла и маслораспределительных канавок. Контроль за смазыванием, охлаждением, температурами и износом втулок. Причины и предупреждение интенсивных износов.

Основы расчёта неподвижных деталей на прочность.

Практическое занятие 3. Расчёт на прочность цилиндрической крышки.

#### Лекция 4.

Рассматриваемые вопросы:

Крышка рабочего цилиндра, условия работы и материал, крепление крышки и сопряжение с цилиндровой втулкой. Обеспечение плотности газового стыка. Размещение клапанов и форсунок. Особенности конструкции колпачковых и составных крышек. Подвод охлаждающей воды и ее распределение в полости охлаждения, поверхностях теплообмена. Характерные повреждения крышек и методы обнаружения трещин в эксплуатации. Пути снижения теплонапряженности крышек.

Практическое занятие 4. Тема Конструкция деталей движения судовых дизелей

Самостоятельная работа:

1. Проработка учебного материала по конспекту
2. Подготовка к защите практических занятий и лабораторных работ

Литература [1, 2].

### **Тема 2.3. Конструкция деталей движения судовых дизелей**

#### Лекция 1.

Рассматриваемые вопросы:

Конструкция деталей движения. Кривошипно-шатунный механизм Конструкция поршней, штоков, поршневых пальцев, колец, шатунов, крейцкопфов. Материалы, основы расчёта на прочность. Шатуны. Главные и прицепные шатуны V- образных двигателей. Конструкция стержня, верхних и нижних головок шатуна. Материал заливки вкладышей и корпусов подшипников шатуна. Особенности смазывания и подвода масла к подшипникам верхней головки шатуна.

Практическое занятие 1. Конструкция деталей движения судовых дизелей

#### Лекция 2.

Рассматриваемые вопросы:

Поршень рабочего цилиндра. Особенности конструкции поршней тронковых и крейцкопфных дизелей. Соединение поршня с шатуном или поршневым штоком. Механические и тепловые нагрузки, воспринимаемые поршнем. Цельные и составные поршни. Конструкции головки и тронка поршня. Способы охлаждения и снижения теплонапряженности поршней. Расположение уплотнительных и маслосъемных колец, условия работы и материал колец. Характерные повреждения поршней и колец. Контроль за состоянием и износом поршней и колец в эксплуатации, проверка тепловых зазоров и плотности прилегания колец. Предотвращение задиров поршней. Телескопические и шарнирные устройства подвода охлаждающей жидкости к поршням крейцкопфных двигателей

Практическое занятие 2. Тема Конструкция деталей движения судовых дизелей.

#### Лекция 3.

Рассматриваемые вопросы:

Конструкция коленчатых валов. Способы изготовления и материал. Цельные, полусоставные и составные коленчатые валы. Противовесы и уравнивание вращающихся масс колена. Мероприятия по повышению износостойкости и усталостной прочности вала. Рамовые подшипники. Подвесные коленчатые валы. Крепление маховика, его разметка. Материалы, применяемые для изготовления деталей движения судовых ДВС. Основы

расчёта деталей движения на прочность. Установочный и упорный подшипник вала. Конструкция рамовых подшипников и материалов его деталей. Смазывание подшипников, удельные давления и особенности монтажа. Конструкция рамовых подшипников. Смазывание подшипников, удельные давления и особенности монтажа. Контроль за температурой и износом подшипников.

Практическое занятие 3. Расчёт на прочность деталей двигателя.

## **Тема 2.4. Системы судовых дизелей**

### Лекция 1.

Рассматриваемые вопросы:

Механизм газораспределения и приводы. Принцип действия механизма газораспределения. Распределительные приводы, толкатели, штанги, коромысла, клапаны, направляющие. Конструкция, материалы, основы расчёта на прочность, понятие о профилировании КШМ.

Практическое занятие 1. Тема Конструкция механизма газораспределения

Лабораторная работа 1. Тема Регулирование объема камеры сгорания судового дизеля.

### Лекция 2.

Рассматриваемые вопросы:

Системы ДВС. Система топливная. Конструкция, принцип действия.

Практическое занятие 2. Конструкция ТНВД клапанного типа.

Лабораторная работа 2. Проверка и регулирование органов газораспределения.

### Лекция 3.

Рассматриваемые вопросы:

Системы ДВС. Система смазки. Конструкция, принцип действия.

Практическое занятие 3. Конструкция ТНВД золотникового типа

Лабораторная работа 3. Проверка и регулирование форсунок

### Лекция 4.

Рассматриваемые вопросы:

Системы ДВС. Система охлаждения. Конструкция, принцип действия.

Практическое занятие 4. Конструкция форсунок

Лабораторная работа 4. Проверка плунжерных пар на плотность

### Лекция 5.

Рассматриваемые вопросы:

Системы пуска и реверса. Конструкция, принцип действия. Условия пуска судовых ДВС, способы запуска. Пусковые клапаны, главный пусковой клапан, воздухораспределители, пусковые клапаны, воздухопроводы и предохранительные клапаны.

Блокировка пусковой системы по положению валоповоротного устройства, направлению вращения, положению машинного телеграфа и механизма реверсирования.

Система реверсирования. Механизм реверсирования, способы перестановки распределительных органов, блокировка системы реверсирования с машинным телеграфом и системой пуска.

Практическое занятие 5. Конструкция форсунок

Лабораторная работа 5. Статическая регулировка топливной аппаратуры

Самостоятельная работа:

1. Проработка учебного материала по конспекту
2. Подготовка к защите практических занятий и лабораторных работ

Литература [1, 2].

### **Раздел 3. Рабочие процессы в судовых дизелях**

#### **Тема 3.1. Теоретические, рабочие и расчетные циклы ДВС**

Лекция 1.

*Рассматриваемые вопросы:*

Теоретические и рабочие циклы. Показатели качества газообмена. Схема баланса газов в процессе газообмена. Коэффициенты остаточных газов, наполнения, продувки, избытка продувочного воздуха, избытка воздуха, суммарного избытка воздуха.

Практическое занятие 1. Расчет рабочего процесса судовых дизелей.

#### **Тема 3.2 Энергетические и экономические показатели дизелей**

Лекция 1.

*Рассматриваемые вопросы:*

Индикаторные показатели работы ДВС. Индикаторные диаграммы. Индикаторная диаграмма рабочего цикла четырехтактного и двухтактного дизеля. Диаграмма насосных ходов. Развернутая диаграмма. Диаграмма расчетного цикла. Коэффициент скругления индикаторной диаграммы.

Лекция 2.

*Рассматриваемые вопросы:*

Индикаторные показатели. Работа цикла. Среднее индикаторное давление. Способы определения среднего индикаторного давления. Среднее давление по времени. Индикаторная мощность дизеля. Контроль распределения мощности многоцилиндрового дизеля. Индикаторный КПД. Удельный индикаторный расход топлива. Эффективные показатели. Эффективная мощность дизеля. Крутящий момент. Механический КПД. Среднее эффективное давление. Эффективный КПД. Удельный эффективный расход топлива. Связь между индикаторными и эффективными показателями. Факторы, влияющие на мощность и экономичность судовых дизелей. Мощность. КПД. Уравнение мощности ДВС в общем виде.

Практическое занятие 1. Построение индикаторной диаграммы двигателя

#### **Тема 3.3. Рабочие процессы в цилиндре**

Лекция 1.

*Рассматриваемые вопросы:*

Процесс наполнения цилиндра свежим зарядом. Основные параметры процесса наполнения. Параметры заряда в конце наполнения. Газообмен и наполнение цилиндра свежим зарядом. Организация газообмена в четырехтактном и двухтактном дизелях. Определение массы свежего воздуха и массы заряда в цилиндре в конце наполнения. Коэффициенты наполнения и остаточных газов, выражение коэффициента наполнения, анализа потерь при наполнении. Влияние влажности атмосферного воздуха. Определение параметров заряда цилиндра в конце наполнения.

Лекция 2.

*Рассматриваемые вопросы:*

Процесс сжатия. Показатель политропы сжатия. Параметры заряда в конце сжатия. Теплообмен в процессе сжатия. Оценка показателя политропы процесса сжатия. Действительная и геометрическая степень сжатия. Влияние наддува, конструкции камеры сгорания, состояние деталей цилиндропоршневой группы и эксплуатационных факторов на параметры заряда в конце сжатия. Протекание процесса сжатия при пуске холодного двигателя.

Лекция 3.

*Рассматриваемые вопросы:*

Термодинамические основы процесса сгорания. Схематизация процесса сгорания в расчетном цикле. Определение теоретической массы воздуха, необходимой для сгорания топлива. Коэффициент избытка воздуха при сгорании. Состав продуктов сгорания. Молекулярные изменения рабочего тела в процессе сгорания.

Степень повышения давления и выбор максимального давления цикла.

Тепловыделение и использование теплоты в процессе сгорания. Определение максимальной температуры цикла. Уравнение сгорания Гриневецкого-Мазинга. Степень предварительного расширения. Коэффициент использования теплоты и коэффициент выделения теплоты. Термодинамика процесса сгорания. Параметры цикла в точке максимального давления. Процесс расширения и выпуска. Показатель политропы расширения. Параметры продуктов сгорания в конце процесса расширения. Выпуск газа.

### **Тема 3.4. Процессы топливоподачи, смесеобразования и сгорания топлива**

Лекция 1.

*Рассматриваемые вопросы:*

Система топливоподачи. Общая характеристика системы. Основные элементы системы. Регулирование топливной системы высокого давления.

Практическое занятие 1. Расчет энергетического и массового баланса системы наддува

Лабораторная работа 1. Контроль за работой двигателя, определение параметров цикла и поддержание их, в пределах допускаемых эксплуатацией.

Лекция 2.

*Рассматриваемые вопросы:*

Распыливание топлива. Механизм развития и характеристики топливного факела. Испарение распыленного топлива. Топливный факел. Характеристики распыливания. Качество распыливания топлива. Факторы, влияющие на качество распыливания топлива.

Практическое занятие 2. Моделирование рабочего процесса на ЭВМ

Лабораторная работа 2. Контроль за работой двигателя, определение параметров цикла и поддержание их, в пределах допускаемых эксплуатацией

Лекция 3.

*Рассматриваемые вопросы:*

Объемный, объемно-пленочный и пленочный способы смесеобразования в ДВС. Камеры сгорания в ДВС, их конструкции, достоинства и недостатки. Камеры сгорания и способы смесеобразования. Формы камер сгорания при объемном способе смесеобразования. Объемно-пленочное смесеобразование. Предкамерное и вихрекамерное смесеобразование. Преимущества и недостатки различных способов смесеобразования.

Практическое занятие 2. Тема Моделирование рабочего процесса на ЭВМ

Лабораторная работа 3. Контроль за работой двигателя, определение параметров цикла и поддержание их, в пределах допускаемых эксплуатацией

### Практическое занятие 3. Тема Расчет рабочего процесса судовых дизелей

Самостоятельная работа:

1. Проработка учебного материала по конспектам и литературе
2. Выполнение и подготовка к защите практических занятий и лабораторных работ

Литература: [1, 2, 4].

### **Раздел 4. Математическое моделирование рабочих процессов в судовых дизелях**

Лекция 1.

Рассматриваемые вопросы:

Цели и задачи математического моделирования. Применение математического моделирования для целей диагностирования и оптимизации рабочих процессов дизелей. Основы расчетов параметров рабочих процессов, эффективных, экономических и экологических показателей дизеля на ЭВМ.

Лекция 2.

Математическое моделирование рабочих процессов в цилиндре дизеля.

Практическое занятие 1. Тема Топливная система судового двигателя

Лабораторная работа 1. Тема Подготовка и запуск дизель-генератора

СРС по дисциплинарному модулю 5.

1. Проработка учебного материала по конспекту
2. Выполнение и подготовка к защите практических занятий 1-4
3. Выполнение и подготовка к защите лабораторной работы 1-4
4. Подготовка отчета по практическому занятию 1-4
5. Подготовка отчета по лабораторной работе 1-4

### **Тема 3.7. Наддув дизелей**

Лекция 1.

*Рассматриваемые вопросы:*

Наддув как способ повышения мощности. Способы и схемы наддува. Охлаждение наддувочного воздуха. Принципы использования энергии газов в газовых турбинах турбокомпрессоров и в силовых турбокомпаундных системах.

Практическое занятие 1. Тема Масляная система судового двигателя

Лабораторная работа 1. Подготовка и запуск главного двигателя

Лекция 2.

*Рассматриваемые вопросы:*

Наддув четырехтактных дизелей. Особенности наддува четырехтактных дизелей. Схемы систем наддува четырехтактных дизелей. Схемы выпускных коллекторов многоцилиндровых дизелей. Наддув двухтактных дизелей. Особенности наддува двухтактных дизелей. Схемы систем газотурбинного и комбинированного наддува двухтактных судовых дизелей. Энергетический баланс системы наддува. Подача компрессора. Мощность, развиваемая турбиной. Давление газов перед газовой турбиной.

Практическое занятие 2.2. *Тема Система охлаждения судового двигателя*

Лабораторная работа 2. Подготовка и запуск главного двигателя

### Лекция 3.

#### *Рассматриваемые вопросы:*

Совместная работа двигателя, компрессора и турбины. Энергетический баланс системы наддува. Конструктивные схемы и ряды турбокомпрессоров наддува. Отличительные особенности турбокомпрессоров наддува ДВС ведущих фирм мира. Подбор турбокомпрессора.

Практическое занятие 3. Тема Расчет энергетического и массового баланса системы наддува

Лабораторная работа 3. Контроль за работой двигателя, определение параметров цикла и поддержание их, в пределах допускаемых эксплуатацией

СРС по дисциплинарному модулю 2.

1. Проработка учебного материала по конспекту
2. Выполнение и подготовка к защите практических занятий 1-4
3. Подготовка отчета по практическому занятию 1-4

## **Раздел 4. Динамика судовых дизелей**

### **Тема 4.1. Силы и моменты, действующие в КШМ дизеля**

#### Лекция 1.

#### *Рассматриваемые вопросы:*

Силы и моменты, действующие в КШМ. Силы давления газов. Силы тяжести поступательно движущихся масс. Силы инерции поступательно движущихся масс. Центробежные силы инерции неуравновешенных вращающихся масс. Движущая сила, действующая на поршень.

Практическое занятие 1. Тема Кинематика двигателя (4 часа)

### **Тема 4.2. Неравномерность вращения коленчатого вала**

#### Лекция 1.

#### *Рассматриваемые вопросы:*

Диаграммы динамики ДВС. Диаграммы мы сил, действующих в одном цилиндре дизеля. Нормальная сила. Касательная сила. Вращающий и опрокидывающий момент. Диаграмма суммарных касательных сил многоцилиндрового рядного и V-образного дизелей.

Неравномерность вращения коленчатого вала дизеля. Степень неравномерности вращения вала. Маховик. Радиальная сила и ее действие на подшипники.

Анализ неуравновешенности судовых ДВС

Практическое занятие 1. Тема Кинематика КШМ

Лабораторная работа 1. Тема Контроль за работой двигателя, определение параметров цикла и поддержание их, в пределах допускаемых эксплуатацией

#### Лекция 2.

#### *Рассматриваемые вопросы:*

Крутильные и осевые колебания валопроводов. Упругие крутильные колебания валопроводов и влияние их на механическую напряженность коленчатого вала. Свободные крутильные колебания валопроводов. Вынужденные и резонансные колебания валопроводов. Определение резонансных частот вращения.

Практическое занятие 2. Тема Неравномерность вращения коленчатого вала

#### Лекция 3.



*Рассматриваемые вопросы:*

Экспериментальное исследование крутильных колебаний валопроводов. Требования Регистра к ограничениям крутильных колебаний валопроводов. Определение зон запретных частот вращения вала дизеля. Способы устранения опасных крутильных колебаний. Демпферы крутильных колебаний и антивибраторы. Осевые колебания коленчатых валов. Демпферы осевых колебаний. Устранение опасных крутильных колебаний. Экспериментальные исследования крутильных колебаний.

Практическое занятие 3. Тема Расчет теплового баланса судового дизеля

Лабораторная работа 2. Тема Контроль за работой двигателя, определение параметров цикла и поддержание их, в пределах допускаемых эксплуатацией.

Лекция 4.

*Рассматриваемые вопросы:*

Вибрация и шум ДВС. Характеристики шума и вибрации. Средства снижения шума и вибрации ДВС. Перспективы развития ДВС.

Практическое занятие 4. Тема Способы утилизации тепловых потерь

Лабораторная работа 3. Тема Контроль за работой двигателя, определение параметров цикла и поддержание их, в пределах допускаемых эксплуатацией.

Лекция 5.

*Рассматриваемые вопросы:*

Тепловой баланс судового двигателя. Составляющие теплового баланса. Утилизация тепловых потерь

Практическое занятие 5. Тема Способы утилизации тепловых потерь

Лабораторная работа 4. Тема Контроль за работой двигателя, определение параметров цикла и поддержание их, в пределах допускаемых эксплуатацией.

Самостоятельная работа:

1. Проработка учебного материала по конспектам и литературе
2. Выполнение и подготовка к защите практических занятий и лабораторных работ
3. Подготовка к итоговой аттестации по дисциплине

Литература: [1, 2, 4].

## **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. Судовые двигатели 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. Судовые двигатели 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: КамчатГТУ, 2018. — 45 с.

3. Жуков С. А. Судовые двигатели 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.

4. Жуков С. А. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Курсовое проектирование: методические указания для курсантов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» заочной формы обучения. — Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2015. — 87 с.

4. Жуков С. А. Судовые двигатели 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, 2018. — 23 с.

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

1. Каковы преимущества ДВС по сравнению с другими тепловыми двигателями?
2. Что понимают под теоретическим (термодинамическим, идеальным) циклом? Можно ли осуществить работу ДВС по теоретическому циклу? Если нет, то почему?
3. Какое влияние оказывают на величину  $\eta_i$  значения  $\lambda$ ,  $\rho$  и  $\varepsilon$ ?
4. Что называют степенью повышения давления? Степенью предварительного расширения? Степенью сжатия?
5. Изобразите схему теоретического цикла комбинированного двигателя и назовите все составляющие его процессы.
6. Каково общее устройство двигателя?
7. Расскажите о принципе работы четырехтактного двигателя.
8. Поясните схему работы двухтактного двигателя.
9. Что такое фазы газораспределения двигателя? Выполните на бумаге примеры круговых диаграмм фаз газораспределения четырёх- и двухтактного дизелей.
10. По каким характерным признакам выполнена классификация двигателей?
11. Как расшифровывается стандартная маркировка отечественных дизелей по ГОСТ 4393—82? Расшифруйте марку дизеля БДКРН 74/160-3.
12. Из каких деталей и узлов состоит остов МОД?
13. Каково назначение анкерных связей?
14. Какую роль выполняет опорно-упорный рамовый подшипник?
15. Каково назначение параллелей у крейцкопфного дизеля?
16. Каким образом втулка цилиндра соединяется с блоком (рубашкой)? Каким образом обеспечивается уплотнение соединения?
17. Какая аппаратура размещена в крышке цилиндра? Чем и каким образом обеспечивается охлаждение втулки и крышки цилиндра?
18. Каковы особенности конструкции МОД МАН— Бурмейстер и Вайн, Зульцер?
19. Каковы преимущества длинноходных дизелей?
20. Каково назначение компрессионных прокладок между пяткой шатуна и мотылевым подшипником и в диаметральном разьеме подшипников?
21. Чем различаются системы охлаждения поршней МОД МАН Бурмейстер и Вайн и Зульцер?
22. Какие механизмы привода выпускных клапанов применяют в МОД?
23. Какие типы передач от коленчатого вала к распределительному применяют в судовых дизелях?
24. В каких пределах находятся диаметр цилиндра и частота вращения  $U$  СОД?
25. Каковы преимущества СОД по сравнению с МОД?

26. Какова особенность остова СОД СЕМТ Пилстик?
27. Какие способы соединения шатунов с коленчатым валом применяют в V-образных СОД?
28. Каким образом конструктивно обеспечивают снижение теплонапряженности выпускных клапанов СОД?
29. Какова особенность поршней СОД СЕМТ Пилстик и МАН? Чем и каким образом обеспечивается охлаждение поршней СОД?
30. Какова особенность соединения поршня с шатуном у СОД Зульцер?
31. Каким образом обеспечивается интенсификация охлаждения верхней части втулки у СОД и МОД Зульцер?
32. Какие факторы ухудшают процесс наполнения цилиндра воздухом?
33. Что представляет собой коэффициент наполнения и каков характер его изменения в зависимости от частоты вращения?
34. Какое значение имеет процесс сжатия в рабочем цикле дизеля?
35. От каких факторов зависит температура заряда в конце сжатия?
36. Что называется действительной и теоретической степенями сжатия?
37. Что понимают под коэффициентом выделения и использования теплоты?
38. Что представляет собой степень повышения давления?
39. Каким образом в расчетах определяют максимальную температуру цикла?
40. К каким последствиям может привести превышение предельно допустимого значения максимального давления цикла?
41. Каким образом при эксплуатации дизеля может быть изменено максимальное давление цикла при неизменной нагрузке цилиндра?
42. Как влияет продолжительность догорания топлива на показатель политропы расширения, экономичность цикла и параметры газов в конце процесса расширения в цилиндре?
43. Что представляет собой индикаторная диаграмма?
44. Что такое среднее индикаторное давление и как его определяют с помощью индикаторной диаграммы?
45. Как определяют индикаторную мощность многоцилиндрового дизеля?
46. Что такое индикаторный КПД и как его определяют по данным замеров расхода топлива?
47. Как определяют удельный индикаторный расход топлива?
48. Какие существуют способы измерения расхода топлива?
49. Что такое эффективная мощность дизеля и как ее определяют?
50. Как определяют крутящий момент судовых дизелей, работающих на винт?
51. Какие потери относятся к механическим?
52. Что такое механический КПД?
53. Что такое среднее эффективное давление и как его определяют?
54. Что такое эффективный КПД и какие потери он учитывает?
55. Как определяют удельный эффективный расход топлива?
56. Как определяют часовой расход топлива дизелем?
57. Из каких элементов состоит система топливоподдачи непосредственного действия?
58. Какие способы регулирования ТНВД применяют в судовых дизелях?
59. Каковы преимущества дизелей, оборудованных топливными насосами с комбинированным регулированием?
60. Из каких частей состоит топливный насос клапанного типа?
61. Чем различаются топливные насосы золотникового и клапанного типов?
62. Каким образом достигается изменение цикловой подачи топлива у топливных насосов золотникового типа?
63. Что означает «нулевая подача», и с какой целью ее предусматривают при настройке ТНВД?

64. Каков принцип действия форсунки закрытого типа?
65. Каким образом регулируют давление подъема иглы форсунки?
66. С какой целью и чем охлаждают форсунки?
67. Каковы возможные причины разрывов нагнетательного трубопровода?
68. От чего зависит характер изменения давления впрыскивания?
69. Что такое характеристика впрыскивания (закон подачи)?
70. Какое влияние оказывает длина нагнетательного трубопровода на фазы подачи топлива насосом и форсункой?
71. Что представляет собой явление подвпрыскивания, чем оно вредно и каким образом может быть предотвращено?
72. Какими показателями характеризуется динамика тепловыделения при сгорании топлива в цилиндре?
73. Как изменяются основные параметры и показатели рабочего процесса дизеля при использовании ВТЭ? Благодаря чему повышается экономичность дизеля при использовании ВТЭ?
74. Вследствие какого физического процесса понижается теплонапряжённость дизеля при использовании ВТЭ?
75. По каким показателям оценивают качество распыливания топлива в дизеле? Какие факторы влияют на него?
76. Как влияет диаметр сопла форсунки на качество распыливания, дальнобойность факела и качество смесеобразования?
77. Как влияет температура подогрева тяжелого топлива на вязкость, качество распыливания топлива и экономичность работы дизеля?
78. Какие способы смесеобразования применяют в судовых дизелях?
79. Каковы преимущества и недостатки объемного способа смесеобразования? По какой причине объемное смесеобразование не применяют в дизелях с малыми диаметрами цилиндров?
80. Каковы преимущества объемно-пленочного смесеобразования перед предкамерным и вихрекамерным?
81. На какие фазы разделяют процесс сгорания топлива в цилиндре дизеля при анализе процесса сгорания по развернутой диаграмме?
82. Какие факторы и каким образом влияют на продолжительность периода задержки самовоспламенения?
83. Какими показателями оценивают динамичность рабочего процесса дизеля? Что представляет собой фактор динамичности и как он влияет на динамичность рабочего процесса?
84. Что называют массовым коэффициентом избытка продувочного воздуха? Суммарным коэффициентом избытка воздуха?
85. С какой целью предусматривается подача в цилиндр за цикл большей массы воздуха, чем требуется для сгорания топлива?
86. На какие фазы газообмена условно подразделяют период газообмена четырехтактных дизелей?
87. С какой целью предусматривается опережение открытия и запаздывание закрытия клапанов у четырехтактных дизелей?
88. Каким моментам соответствуют начало и окончание свободного выпуска и продувки у двухтактных дизелей?
89. Какие схемы газообмена применяют в двухтактных дизелях?
90. Что называют долей потеряннного хода у двухтактных дизелей?
91. Какое уравнение является исходным для расчета теоретически необходимого время — сечения? В зависимости, от каких величин определяют располагаемое время — сечение?
92. Какова зависимость располагаемого время — сечения от частоты вращения дизеля?
93. По каким показателям оценивают пропускную способность органов газообмена

двухтактных дизелей? Почему прямоточные схемы газообмена считаются наиболее совершенными?

95. Что называют наддувом дизелей? Какие способы наддува применяют в судовых дизелях?

96. Каковы особенности наддува четырехтактного и двухтактного дизелей?

97. Какие существуют системы наддува с точки зрения использования энергии газов в газовых турбинах турбокомпрессоров?

99. Что понимают под кинематикой КШМ? Запишите уравнения перемещения поршня, его скорости и ускорения.

100. Какие силы действуют в КШМ, каково их воздействие на фундамент

101. Что такое движущая (суммарная) сила, какие силы и моменты сил она порождает своим действием в КШМ?

102. Какова методика построения диаграммы движущих сил, диаграммы касательных сил? В каких расчетах используют эти диаграммы?

## **7. Рекомендуемая литература**

### **7.1. Основная литература.**

1. Возницкий И.В., Пунда А.С. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 1. С.-Пб. - ООО «Моркнига». – 2010., 282 с. - 7 экз.

2. Возницкий И.В., Пунда А.С. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 2. С.-Пб. - ООО «Моркнига». – 2010, 470 с. - 4 экз.

### **7.2. Дополнительная литература.**

3. Самсонов В.И., Худов Н.И. Судовые двигатели внутреннего сгорания – М.: Транспорт, 1981. – 14 экз.

4. Возницкий И.В. Современные судовые среднеоборотные двигатели. – М.: Пищевая промышленность, 2005. – 9 экз.

5. Возницкий И.В., Михеев Е.Г. Судовые дизельные установки, - М.: Транспорт, 1985 г. – 4 экз.

6. Волков М.М. Конспект лекций по ДВС. Уч. - Пособие. КамчатГТУ 2006.

## **8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

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

- лекции;
- практические занятия;
- лабораторные работы;
- 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 и лабораторных работах 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**

Не предусмотрен.

### **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. Коленвал
7. Стенд дизеля типа «MAN»
8. Насос ТНВД
9. Комплект плакатов по разделам дисциплины — 10 шт.