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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФТД04 Судовые энергетические установки

Профиль	Техническое обслуживание и ремонт судовых энергетических установок
Институт	«Морская академия»
Кафедра	Кафедра эксплуатации судовых энергетических установок
Специальность	26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок

1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Курсы
		4
Лекции	8 Часы	8
Лабораторные работы	4 Часы	4
СРС	90 Часы	90
Практические занятия	4 Часы	4
Контактная самостоятельная работа	2 Часы	2
Дифференцированный зачет	0 Часы	

2. Место дисциплины в структуре ООП

Код дисциплины	Наименование блока	Трудоемкость дисциплины, з.е.
ФТД.04	Факультативы	3

3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лабораторные работы	СРС	Практические занятия	Контактная самостоятельная работа	Дифференцированный зачет	Всего
1	Раздел 1 Общие сведения о СЭУ. Технико-экономические показатели							
1,1	Тема 1.1 Назначение, состав, классификация СЭУ морских судов.	1 Часы	0,6 Часы	7,4 Часы				9 Часы
1,2	Тема 1.2 Основные показатели СЭУ: мощностные, массовые, габаритные, маневренные, экономические.	1 Часы	0,6 Часы	10,4 Часы				12 Часы
2	Раздел 2 Дизельные энергетические установки							
2,1	Тема 2.1 Дизельные энергетические установки и их эксплуатация на морских судах. Несение вахты в машинном помещении. Пуск главного двигателя с холодного состояния.	1 Часы	0,7 Часы	8,3 Часы				10 Часы
2,2	Тема 2.2 Главная энергетическая установка. Выбор главных двигателей, размещение на морских судах. Эксплуатация главных и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления. Пуск главного двигателя с холодного состояния.	0,6 Часы		6,7 Часы	0,7 Часы			8 Часы
2,3	Тема 2.3 Вспомогательная энергетическая установка на морских судах.Пуск котлоагрегата. Пуск дизель-генераторов	0,5 Часы	0,7 Часы	6,8 Часы				8 Часы
2,4	Тема 2.4 Системы дизелей и СЭУ. Расчет, выбор оборудования. Эксплуататция систем дизелей, общесудовых систем и связанных с ними систем управления. Топливные схемы СЭУ.	0,5 Часы		6,8 Часы	0,7 Часы			8 Часы
3	Раздел 3 Другие типы СЭУ морских судов							
3,1	Тема 3.1 Газотурбинные, паротурбинные	0,5 Часы	0,7 Часы	6,8 Часы				8 Часы
3,2	Тема 3.2 Атомные	0,5 Часы	0,7 Часы	6,8 Часы				8 Часы
4	Раздел 4 Передачи мощности от двигателя к движителю							
4,1	Тема 4.1 Совместная работа двигателя и гребного винта на ходовых режимах.Размещение механизмов и оборудования в машинном помещении на морских судах.	0,6 Часы		7,7 Часы	0,7 Часы			9 Часы
4,2	Тема 4.2 Механические передачи. Валапровод. Типы передач мощности	0,6 Часы		8,7 Часы	0,7 Часы			10 Часы
4,3	Тема 4.3 Гидравлические передачи. Валопровод, соединительные муфты.	0,6 Часы		6,8 Часы	0,6 Часы			8 Часы
4,4	Тема 4.4 Электрические и комбинированные передачи. Размещение механизмов и оборудования в машинном помещении на морских судах.	0,6 Часы		6,8 Часы	0,6 Часы			8 Часы
5	Раздел 5 Консультирование, проверка и защита курсовой работы					2 Часы		2 Часы

4. Компетенции обучающегося, формируемые в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Формируемые компетенции				Формируемые компетенции		ИДК	Формируемые компетенции	ИДК	Формируемые компетенции	ИДК
1	Раздел 1 Общие сведения о СЭУ. Технико-экономические показатели											
1,1	Тема 1.1 Назначение, состав, классификация СЭУ морских судов.	ПК-4.	ПК-4.3.1;									
1,2	Тема 1.2 Основные показатели СЭУ: мощностные, массовые, габаритные, маневренные, экономические.	ПК-4.	ПК-4.3.1;									
2	Раздел 2 Дизельные энергетические установки											
2,1	Тема 2.1 Дизельные энергетические установки и их эксплуатация на морских судах. Несение вахты в машинном помещении. Пуск главного двигателя с холодного состояния.	ПК-5.	ПК-5.3.1;									
2,2	Тема 2.2 Главная энергетическая установка. Выбор главных двигателей, размещение на морских судах. Эксплуатация главных и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления. Пуск главного двигателя с холодного состояния.	ПК-5.	ПК-5.3.1;									
2,3	Тема 2.3 Вспомогательная энергетическая установка на морских судах.Пуск котлоагрегата. Пуск дизель-генераторов	ПК-5.	ПК-5.3.1;									
2,4	Тема 2.4 Системы дизелей и СЭУ. Расчет, выбор оборудования. Эксплуататция систем дизелей, общесудовых систем и связанных с ними систем управления. Топливные схемы СЭУ.	ПК-5.	ПК-5.3.1;									
3	Раздел 3 Другие типы СЭУ морских судов											
3,1	Тема 3.1 Газотурбинные, паротурбинные	ПК-7.	ПК-7.3.1;									
3,2	Тема 3.2 Атомные	ПК-7.	ПК-7.3.1;									

4	Раздел 4 Передачи мощности от двигателя к движителю										
4,1	Тема 4.1 Совместная работа двигателя и гребного винта на ходовых режимах.Размещение механизмов и оборудования в машинном помещении на морских судах.	ПК-6.	ПК-6.3.1;								
4,2	Тема 4.2 Механические передачи. Валапровод. Типы передач мощности	ПК-6.	ПК-6.3.1;								
4,3	Тема 4.3 Гидравлические передачи. Валопровод, соединительные муфты.	ПК-6.	ПК-6.3.1;								
4,4	Тема 4.4 Электрические и комбинированные передачи. Размещение механизмов и оборудования в машинном помещении на морских судах.	ПК-6.	ПК-6.3.1;								
5	Раздел 5 Консультирование, проверка и защита курсовой работы	ПК-4.	ПК-4.3.1; ПК-4.У.1; ПК-4.В.1;		ПК-5.	ПК-5.3.1; ПК-5.У.1; ПК-5.В.1;		ПК-6.	ПК-6.3.1; ПК-6.У.1; ПК-6.В.1;		

5. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие у обучающегося следующих компетенций:

№ п/п	компетенции	Индикатор достижения		
		Знать	Уметь	Владеть
1	Способен реализовывать принципы управления ресурсами машинного отделения, включая: 1.Выделение, распределение и установление очередности использования ресурсов, 2.Эффективную связь, 3.Уверенность и руководство, 4. Достижение и поддержание информированности о ситуации, 5.Учет опыта работы в команде.	ПК-4.З.1 Знает способы реализовывать принципы управления ресурсами машинного отделения, включая: 1. Выделение, распределение и установление очередности использования ресурсов, 2. Эффективную связь, 3. Уверенность и руководство, 4. Достижение и поддержание информированности о ситуации, 5. Учет опыта работы в команде	ПК-4.У.1 Умеет реализовывать принципы управления ресурсами машинного отделения, включая: 1. Выделение, распределение и установление очередности использования ресурсов, 2. Эффективную связь, 3. Уверенность и руководство, 4. Достижение и поддержание информированности о ситуации, 5. Учет опыта работы в команде	ПК-4.В.1 Владеет способами реализовывать принципы управления ресурсами машинного отделения, включая: 1. Выделение, распределение и установление очередности использования ресурсов, 2. Эффективную связь, 3. Уверенность и руководство, 4. Достижение и поддержание информированности о ситуации, 5. Учет опыта работы в команде
2	Способен выполнять безопасные и аварийные процедуры эксплуатации механизмов двигательной установки, включая системы управления	ПК-5.З.1 Знает способы выполнять безопасные и аварийные процедуры эксплуатации механизмов двигательной установки, включая системы управления	ПК-5.У.1 Умеет выполнять безопасные и аварийные процедуры эксплуатации механизмов двигательной установки, включая системы управления	ПК-5.В.1 Владеет способами выполнять безопасные и аварийные процедуры эксплуатации механизмов двигательной установки, включая системы управления
3	Способен осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: 1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы; 2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы; 3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции	ПК-6.З.1 Знает способы осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: 1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы; 2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы; 3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции	ПК-6.У.1 Умеет осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: 1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы; 2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы; 3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции	ПК-6.В.1 Владеет способами осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: 1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы; 2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы; 3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции
4	Способен осуществлять эксплуатацию систем: топливных, смазочных, балластных и других насосных систем и связанных с ними систем управления	ПК-7.З.1 Знает способы осуществлять эксплуатацию систем: топливных, смазочных, балластных и других насосных систем и связанных с ними систем управления	ПК-7.У.1 Умеет осуществлять эксплуатацию систем: топливных, смазочных, балластных и других насосных систем и связанных с ними систем управления	ПК-7.В.1 Владеет способами осуществлять эксплуатацию систем: топливных, смазочных, балластных и других насосных систем и связанных с ними систем управления

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие у обучающегося следующих требуемых Международной конвенцией о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года стандартов компетентности:

№ п/п	Таблица	Функция	Сфера компетентности
1			

6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение программы

6.1 Помещения и оборудование

№ п/п	Вид помещений	Оснащение помещений	№ помещений
1	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	оборудование и технические средства обучения (Парты (34 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.); Стол аудиторный (10 ед.) (662) Стул (32 ед.); парты (19 ед.); мультимедийное оборудование (1ед.); стол аудиторный (18 ед.); доска (1 ед.) (663) Парты (47 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.) (668) Парты (40 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.) (670) Парты (36 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.); Стол аудиторный (1 ед.) (673))	662,663,668,670,673
2	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду университета	462

6.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование
1	Microsoft Office Professional Plus 2016 (Договор №44/109-15 от 28.12.2015 (бессрочно))
2	Microsoft Office ProPlus 2013 (Договор №44/59-18 от 09.04.2018 (бессрочно))

6.3 Карта обеспеченности печатными и(или) электронными изданиями и электронными образовательными ресурсами

№ п/п	Наименование источника	Год издания	Ресурс	Количество экземпляров
1	Крайнова, В.В. Методические указания по организации и выполнению внеаудиторной (самостоятельной) работы [Электронный ресурс] : для преподавателей и студ.по направлениям подготовки (спец.) высш.и сред.проф.образования / В. В. Крайнова ; ВГУВТ. - Н.Новгород, 2018. - 1 текст/файл. - Авторский вариант. – Режим доступа: http://94.100.87.24:8080/MarcWeb/Tmp/f15520.pdf	2 018	Электронный ресурс	0
2	Беспалов, В.И.;Расчет и выбор основного оборудования судовой энергетической установки;метод.указания к практ.занятиям, курс.проекту для студ.очн.и заочн.обучения спец.180403;Беспалов, В.И.Варечкин, Ю.В.Садеков, М.Х.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 005	Электронный ресурс	0

3	Варечкин, Ю.В.;Судовые энергетические установки;метод.указания к самост.изучению курса и контр.задания для студ.очн.и заочн.обучения спец.180404;Батялов, А.А.Варечкин, Ю.В.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 009	Электронный ресурс	0
4	Цветков, В.С.;Эксплуатация СДУ. Особенности эксплуатации ГД при различных условиях плавания;конспект лекций для студ.очн.и заочн.обучения спец.180403;Цветков, В.С.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 006	Электронный ресурс	0
5	Арефьев, Н.Н.;Судовые энергетические установки.Системы судовых дизельных энергетических установок;учебно-методическое пособие для студентов: [по направлению подготовки 26.05.06];Арефьев, Н.Н.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 019	Электронный ресурс	0
6	Колыванов, В.В.;Лабораторный практикум по дисциплине: Судовые энергетические установки;для студентов [по направлению подготовки 26.05.06];Колыванов, В.В.Матвеев, Ю.И.Храмов, М.Ю.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 020	Электронный ресурс	0
7	Колыванов, В.В.;Лабораторный практикум по дисциплине: Судовые энергетические установки;для студентов [по направлению подготовки 26.05.06];Колыванов, В.В.Матвеев, Ю.И.Храмов, М.Ю.-Н.Новгород,ВГУВТ; <null> ;	2 020	Текст	50
8	Коновалов, В.В.;Судовые энергетические установки;учебное пособие;Колпаков, Б.А.Лебедев, Б.О.-Новосибирск,<null>; URL: https://reader.lanbook.com/book/147155 (дата обращения: 20.03.2023). - Режим доступа: для авториз.пользователей ;<null>	2 019	Электронный ресурс	0
9				
10	Беспалов, В.И.;Судовые энергетические установки;конспект лекций для студ.очн.и заочн.обучения спец.180403;Беспалов, В.И.Колыванов, В.В.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 012	Текст	192
11	Матвеев, Ю.И.;Расчет и выбор основного оборудования судовой энергетической установки;метод.указания к выполн.курсового проекта для студ.очн.и заочн.обучения спец.180405;Беспалов, В.И.Матвеев, Ю.И.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 015	Электронный ресурс	0
12	Беспалов, В.И.;Эксплуатация судовых энергетических установок;лабор.практикум для студ.очн.и заочн.обучения спец.180403;Беспалов, В.И.Пискунов, В.А.Садеков, М.Х.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 010	Электронный ресурс	0

Программа предусматривает возможность применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Электронная информационно-образовательная среда университета с возможностью доступа к информационно- телекоммуникационной сети "Интернет" - Режим доступа: http://www.eios.vsuwt.ru/.

6.4 Современные профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование
1	Статистический сборник: Транспорт в России- Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1136983505312
2	Центральная база статистических данных - Режим доступа: http://cbsd.gks.ru/

6.5 Информационные справочные системы

№ п/п	Наименование
1	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru (договор от 02.02.2015 г.)
2	Справочная правовая система «Гарант» - Режим доступа: http://www.garant.ru (договор 62/16 от 01.09.2016 г. - бессрочный)
3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru (договор от 02.02.2015 г.)
4	Справочная правовая система «Гарант» - Режим доступа: http://www.garant.ru (договор 62/16 от 01.09.2016 г. - бессрочный)

7. Оценочные и методические материалы

Оценочные и методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, являются приложением к программе.

№ п/п	Индикатор достижения компетенций	Сфера компетентности (МК ПДНВ)	Контролируемые разделы (темы)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения		Процедура оценивания	Критерии оценивания результата обучения и шкала оценивания			
				Вид контроля	Форма контроля		2	3	4	5
							не зачтено	зачтено		
1	ПК-4.З.1,ПК-4.У.1,ПК-4.В.1,ПК-5.З.1,ПК-5.У.1,ПК-5.В.1,ПК-6.З.1,ПК-6.У.1,ПК-6.В.1,ПК-7.З.1,ПК-7.У.1,ПК-7.В.1		1,2,3,4	Текущий контроль	Опрос	Устный опрос по вопросам, количество вопросов 14	Обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения материала, делает ошибки	Обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает нелогичное и непоследовательное изложение материала, делает ошибки	Обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки.	Обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, способен быстро реагировать на уточняющие вопросы
2	ПК-4.З.1,ПК-4.У.1,ПК-4.В.1,ПК-5.З.1,ПК-5.У.1,ПК-5.В.1,ПК-6.З.1,ПК-6.У.1,ПК-6.В.1		5	Промежуточная аттестация	Курсовой проект	Защита курсовой работы	Проект не выполнен или не соответствует заданию; пояснительная записка содержит все необходимые разделы, но составлена непоследовательно, с ошибками, доклад обучающегося непоследователен, без выделения ключевых моментов; не получены ответы на вопросы	Проект выполнен частично, соответствует заданию; пояснительная записка содержит все необходимые разделы, приведенные расчеты верны и обоснованы, записка составлена непоследовательно, с ошибками; графическая часть выполнена с отклонениями от требований ЕСКД; доклад обучающегося непоследователен; на ряд вопросов даны неправильные ответы	Проект выполнен в полном объеме и соответствует заданию; пояснительная записка содержит все необходимые разделы, приведенные расчеты верны и обоснованы, но имеются некоторые замечания; графическая часть выполнена с незначительными отступлениями от стандартов; при защите доклад обучающегося краток, но допущены неточности в определениях и специальной терминологии; ответы на все поставленные вопросы верны, обоснованы, но на некоторые из них даны ответы после наводящих вопросов	Проект выполнен в полном объеме и соответствует заданию; пояснительная записка последовательно содержит все необходимые разделы, приведенные расчеты верны и обоснованы; графическая часть выполнена в полном объеме с соблюдением требований ЕСКД; защита проведена технически грамотно, охватывает все разделы работы; ответы на все поставленные вопросы верные, обоснованные и четкие

3	ПК-4.З.1,ПК-4.У.1,ПК-4.В.1,ПК-5.З.1,ПК-5.У.1,ПК-5.В.1,ПК-6.З.1,ПК-6.У.1,ПК-6.В.1,ПК-7.З.1,ПК-7.У.1,ПК-7.В.1		1,2,3,4	Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет	Устный зачет по вопросам, количество вопросов 40	Обучающийся показывает незнания основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знаком с рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки	Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме; справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой, допуская при этом большое количество не принципиальных ошибок; знаком с литературой, рекомендованной программой	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний в пределах основного учебного материала, без существенных ошибок выполняет предусмотренные в программе задания; усвоил литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий при дополнительных вопросах преподавателя	Обучающийся показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой; проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала; усвоил рекомендованную литературу; может объяснить взаимосвязь основных понятий в их значении для последующей профессиональной деятельности
4	ПК-4.З.1,ПК-4.У.1,ПК-4.В.1,ПК-5.З.1,ПК-5.У.1,ПК-5.В.1,ПК-6.З.1,ПК-6.У.1,ПК-6.В.1,ПК-7.З.1,ПК-7.У.1,ПК-7.В.1		1,2,3,4	Промежуточная аттестация	Итоговый тест	Устный зачет по вопросам, количество вопросов 40	0-49% правильных ответов	50-69% правильных ответов	70-89% правильных ответов	90-100% правильных ответов

8. Разработчики:

	Доцент	Кафедра эксплуатации судовых энергетических установок	Храмов М. Ю.
(ученая степень)	*(занимаемая должность)*	*(место работы)*	*(ФИО)*

Перечень вопросов к устному опросу по дисциплине «Судовые энергетические установки»

ПК-4

1. Перечислите типы судовой энергетической установки (СЭУ), назовите их основные элементы и их назначение в составе установки?

2. Назовите условия, при которых судовой дизель развивает номинальную мощность?

3. Как определяется равномерность распределения мощности по цилиндрам дизеля, требования к равномерности распределения мощности?

ПК-5

4. Назовите устройства аварийно—предупредительной сигнализации и защиты в составе СЗУ?

5. Назовите системы судна, которые относятся к общесудовым?

6. Назовите узлы и детали механизмов СЭУ, для которых установлены нормативные скорости изнашивания?

ПК-7

7. Какие действующие Международные конвенции предусматривают меры по предотвращению загрязнения водоемов при эксплуатации СЗУ?

8. Приведите график расположения винтовой и внешних характеристик?

9. Назовите способы повышения мощности судовых дизелей?

ПК-6

10. Назовите основные показатели надежности механизмов СЭУ?

11. Что означают понятия легкий и тяжелым винт?

12. Контролирующие организации при постройке судна и при его эксплуатации?

13. Назовите системы, обслуживающее главную и вспомогательную СЭУ?

14. Что такое винтовая характеристика, ее вид, как изменяется ее положение в процессе эксплуатации судна?

Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»

Кафедра эксплуатации судовых энергетических установок

Расчет и выбор основного оборудования судовой энергетической установки

Методические указания
к выполнению курсового проекта
для студентов очного и заочного обучения
специальности 180405 «Эксплуатация СЭУ»

Составители – Ю.И. Матвеев, В.И. Беспалов

Нижний Новгород
Издательство ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
2015

УДК 629.12-8
Р24

Расчет и выбор основного оборудования судовой энергетической установки : метод. указания к выпол. курс. проекта для студ. оч. и заоч. обуч. специальности 180405 «Эксплуатация СЭУ» / сост. – Ю.И. Матвеев, В.И. Беспалов. – Н. Новгород : Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2015. – 24 с.

В методических указаниях приводится порядок выполнения курсового проекта и его оформление. Рассматривается выбор основного оборудования СЭУ. Даются примеры расчета параметров элементов главных судовых двигателей.

Для студентов очного и заочного обучения, осваивающих дисциплину «Судовые энергетические установки».

Работа рекомендована к изданию кафедрой эксплуатации судовых энергетических установок (протокол № 8 от 24.06.2014 г.).

© ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2015

1. Общие положения и порядок выполнения курсового проекта

Курсовой проект помогает закрепить и обобщить теоретические знания, полученные студентами при изучении дисциплины «Судовые энергетические установки», дать практические навыки проектирования судовой энергетической установки на стадии эскизного проекта для заданного типа судна. В состав курсового проекта входит пояснительная записка с расчетами, обосновывающими выбор основных механизмов машинного отделения, чертежей, схем и графиков.

Материалы разработок студент должен периодически предъявлять руководителю для просмотра. Защищается курсовой проект перед комиссией кафедры.

2. Указания к оформлению пояснительной записки и графической части

Пояснительная записка должна оформляться в соответствии с действующими ГОСТами (приложение 1). В записку в указанной последовательности входят: титульный лист (приложение 2); задание на курсовую работу (табл. 2.1); содержание; введение; разделы, соответствующие разрабатываемой теме; заключение; список использованных источников; приложения. Введение, заключение и список использованных источников не нумеруются.

2.1. Указания к применению графической части

Графическая часть курсовой работы состоит в общем объеме из двух листов формата А1 и А3 и оформляется в соответствии с ГОСТами (приложение 1). Первый чертеж – план машинного помещения (МП) (вид сверху) формата А1 – по заданию руководителя. В курсовом проекте допускается таблицу перечня элементов выполнить на поле чертежа (приложение 3).

План МП вычерчивается в масштабе 1:25 или 1:50. Указать нумерацию шпангоутов и размерения МП. Отдельные механизмы и оборудование МП изображают в очертаниях, по возможности близких к натуральным, но без особой детализации. Контуры механизмов и оборудования берутся из каталогов – справочников,

Таблица 2.1 **Задание на курсовую работу по СЭУ**

	Наименование величин	Обозначение	Размерность	Группа	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Тип судна	–	–	I, IV	Грузовое		Танкер			Толкач		Пассажирское		
				II, III	Толкач		Пассажирское			Грузовое		Танкер		
2	Класс Регистра	–	–	I, IV	М		М			Р		М		
				II, III	О		О			О		О		
3	Автономность плавания	–	сут	I, IV	20	25	15	20	15	15	10	5	4	2
				II, III	10	15	10	15	10	10	15	20	10	15

Продолжение табл. 2.1

	Наименование величин		Обозначение	Размерность	Группа	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
4	Главные размеры судна	Длина	L	м	I, IV	95	110	115	128	107	32	32	28	43	38
					II, III	42	39	92	74	90	91	135	101	130	128
		Ширина	B	м	I, IV	12	13	13	16	13	8	7,5	6,5	6	5,5
					II, III	9	8	12	10	11,5	13	16,5	12	12	12,5
		Осадка кормой	T_k	м	I, IV	3	2,8	3,4	3	2	1,3	1,4	1	1.6	1.2
					II, III	2,5	2	2,4	1,4	2,4	2,9	3,5	2.7	3,2	3,4
5	Коэффициент полноты		δ	–	I, IV	0,8	0,83	0,82	0.84	0,87	0,58	0,62	0,65	0,5	0,45
					II, III	0,6	0,7	0,6	0,75	0,56	0,84	0,86	0,82	0,8	0,75
6	Количество гребных винтов		X	–	I, IV	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
					II, III	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2

Продолжение табл. 2.1

	Наименование величин		Обозначение	Размерность	Группа	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
7	Скорость хода судна	Порожним	V_t	км/ч	I, IV	20	22	25	25	19	20	17	16	20	20
					II, III	20	19	24,4	22	27	18	20	18	19	21
		С составом	V	км/ч	I, IV						10	8	6		
					II, III	10	8					9	8		
8	Сила толкания (тяга) состава		$Z_т$	кН	I, IV						50	40	30		
					II, III	130	110								

Окончание табл. 2.1

	Наименование величин	Обозначение	Размерность	Группа	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
9	Разработать принципиальную схему судовой системы	–		I	Смазывания	Охлаждения	Топливной	Теплоснабжения	Сж. воздуха	Теплоснабжения	Охлаждения	Теплоснабжения	Охлаждения	Сж. воздуха
				II	Сж. воздуха	Топливной	Сж. воздуха	Охлаждения	Топливной	Сж. воздуха	Смазывания	Сж. воздуха	Теплоснабжения	Топливной
				III	Теплоснабжения	Смазывания	Теплоснабжения	Смазывания	Охлаждения	Топливной	Сж. воздуха	Охлаждения	Смазывания	Охлаждения
				IV	Топливной	Сж. воздуха	Смазывания	Топливной	Теплоснабжения	Охлаждения	Топливной	Сж. воздуха	Топливной	Теплоснабжения

Варианты условий задания разбиты на четыре группы. Номер группы выбирается в зависимости от начальной буквы фамилии студента: А, Б, В, Г, Д, Е, Ж – I группа; З, И, К, Л, М – II группа; Н, О, П, Р, С – III группа; Т, У, Ф, Х, Ц, Ч, Ш, Щ, Э, Ю, Я – IV группа.

альбомов оборудования, инструкций по эксплуатации. На чертеже МП также должно быть указано размещение пусковых и тифонных баллонов, цистерн расходных и основного запаса топлива и масла, распределительных щитов и т. д.

В правом верхнем углу чертежа МП приводится таблица «Основные технические характеристики судна» (приложение 4).

3. Выбор главных двигателей

Гидродинамический расчет и выбор главной энергетической установки осуществляется в следующей последовательности.

Определяются сопротивление воды движению судна R, кН:

$$R = \xi (\rho / 2)\, s\, \upsilon^2, \qquad (1)$$

где ξ – безразмерный коэффициент сопротивления воды движению судна;

ρ – плотность воды, т/м^3;

s – площадь смоченной поверхности судна, рассчитанная по заданию, м^2;

υ – скорость движения судна, м/с (для буксира-толкача скорость с составом).

В соответствии с принципом разделения полного сопротивления на составляющие безразмерный коэффициент сопротивления представляют в виде суммы коэффициентов

$$\xi = \xi_{ост} + \xi_{тр} + \xi_{шер} + \xi_{вн}, \qquad (2)$$

где $\xi_{ост}$ – коэффициент остаточного сопротивления;

$\xi_{тр}$ – коэффициент сопротивления трения;

$\xi_{шер}$ – надбавка на шероховатость;

$\xi_{вн}$ – надбавка на выступающие части.

Коэффициент по формуле (2) определяется по результатам модельных испытаний и эмпирическим формулам. Однако хорошую сходимость результатов расчета дает определение безразмерного коэффициента ξ по судну-прототипу, когда основные размеры судов отличаются незначительно [2].

$$\xi = 2\, P_e\, x_в\, \eta_п\, \eta_{пр}\, \eta_{вл} / (\rho\, s_{пр}\, \upsilon^3), \qquad (3)$$

где P_e – эффективная мощность одного главного двигателя судна-прототипа, кВт;

$x_в$ – количество двигателей (движителей);

$\eta_п$, $\eta_{вл}$ – КПД передачи и валопровода. Определяется с использованием приложения 5;

$\eta_{пр}$ – пропульсивный КПД;

$s_{пр}$ – смоченная поверхность судна-прототипа, смоченная поверхность рассчитывается два раза, сначала по судну-прототипу и подставляется в формулу (3), а потом по заданию и подставляется в формулу (1)

$$s = L(0{,}8\delta + 0{,}2)\cdot(B + 2T_к) \text{ при } \delta \geq 0{,}7; \quad (4)$$

$$s = L(0{,}5\delta + 0{,}4)\cdot(B + 2T_к) \text{ при } \delta < 0{,}7. \quad (5)$$

Для катамаранных судов

$$S = 2L\,(1{,}36T_к + 1{,}13\delta B), \quad (6)$$

где L, B, $T_к$ – длина, ширина и осадка кормой судна-прототипа, м;

δ – коэффициент водоизмещения.

Для винтов без насадок пропульсивный КПД определяется:

$$\eta_{пр} = [(1 - t)/(1 - \psi)]\ \eta_р, \quad (7)$$

где ψ, t – коэффициенты попутного потока и засасывания;

для бортового винта:

$$\psi = (0{,}55\delta - 0{,}2);\ t = 0{,}8\psi(1 + 0{,}25\psi), \quad (8)$$

для винта, расположенного в диаметральной плоскости:

$$\psi = (0{,}5\delta - 0{,}05);\ t = 0{,}6\psi(1 + 0{,}67\psi), \quad (9)$$

$\eta_р$ – расчетный КПД винта; его значение снимают с корпусной диаграммы при диаметре $D_в$, шаге $H_в$, дисковом отношении Θ и относительно поступи $\lambda_р$ винта судна-прототипа.

$$\lambda_р = \upsilon_р/(D_в \cdot n_в), \quad (10)$$

где $n_в$ – частота вращения движителя, с$^{-1}$;

$\upsilon_р$ – скорость поступательного перемещения винта, м/с;

$$\upsilon_р = \upsilon\ (1 - \psi). \quad (11)$$

Для винтов в направляющих насадках пропульсивный КПД

$$\eta_{пр} = [0{,}92/(1 - \psi_в)]\cdot\eta_к; \quad (12)$$

$$\psi_в = c_в \cdot \psi, \quad (13)$$

где $c_в = 0{,}6$ – для бортовых винтов;

$c_в = 0{,}5$ – для винтов расположенных в диаметральной плоскости;

$\eta_к$ – расчетный КПД комплекса винт-насадка. Его значение снимают аналогично $\eta_р$.

Если в задании даны размеры судна, отличающиеся от судна-прототипа, то вторично вычисляют его площадь смоченной поверхности по формулам (4, 5, 6) и потом вычисляют сопротивление воды движению судна по формуле (1).

Если по буксиру-толкачу указана его скорость движения легкачем, $\upsilon_л$, то сопротивление движению $R_л$ находят по формуле (1) и пересчитывают на сопротивление воды его движению с составом R_c, кН:

$$R_c = R_л (v_п / v_c)^{1/2}.$$

Найдя величину сопротивления воды движению судна при заданной скорости, расчеты первого этапа выбора главных двигателей и типа передачи выполняют в следующем порядке.

Определяют упор винта, кН:

для самоходного судна

$$P_т = R / [x_в \cdot (1 - t)];$$

для буксира-толкача

$$P_т = (R_л + Z) / [x_в \cdot (1 - t)] = R_c / [x \cdot (1 - t)], \qquad (14)$$

где $R_л$ – определяют по формуле (1);

Z – тяга на гаке при движении с составом на тросе или упор при толкании, кН.

Выбирают ряд значений диаметров винта и четыре варианта между максимальными и минимальными.

Максимальный диаметр винта в метрах принимают

$D_в^{max} = 0{,}82 \cdot Т_к$ – одновальных установок и катамаранов;

$D_в^{max} = 0{,}7 \cdot Т_к$ – для двухвальных установок;

$D_в^{max} = 0{,}75 \cdot Т_к$ – для трехвальных установок;

$D_в^{max} = 1{,}15 \cdot Т_к$ – для судов с туннельными обводами кормы.

Минимальный диаметр винта

$$D_в^{min} = 0{,}5 \cdot T_к.$$

Для расчета в первом приближении принимают дисковые отношения $\theta = (0{,}5 \div 0{,}58)$, число лопастей $Z = 4$ или одинаковым с винтом судна-прототипа.

Для всех четырех вариантов рассчитывают коэффициент упора диаметра k_d', частоту вращения $n_в$, мощность, подведенную к винту, и эффективную мощность двигателя по формулам:

$$K_d' = D_в \upsilon_p \sqrt{\rho / P_T}; \qquad (15)$$

$$n_в = 60 \upsilon_p/(\lambda_p \cdot D_в); \quad (16)$$

$$P_p = P \upsilon_p/\eta_p; \quad (17)$$

$$P_e = P_p/(\eta_{вл} \cdot \eta_n), \quad (18)$$

где $\eta_{вл}$ – КПД валопровода (приложение 5);

η_n – КПД передачи (приложение 5);

η_p – КПД винта с диаграммы (для винтов в насадках $\eta_к$).

Расчеты сводим в табл. 3.1.

Таблица 3.1. **Результаты гидродинамического расчета**

Параметр	Единица измерения	Диаметр винта, м			
		Д мин	Д2	Д3	Д макс
Коэффициент упора-диаметра					
КПД					
Относительная поступь					
Частота вращения	об/с, об/мин				
Мощность подведенная к винту P_p	кВт				
Эффективная мощность проектируемая P_e	кВт				

По табл. 3.1 построить график зависимости частоты вращения от мощности и от диаметра гребного винта и на основании технико-экономического сравнения рассматриваемых вариантов передач выбрать главные двигатели.

λ_p – относительная поступь (снимаемая с корпусной диаграммы) – рис. 3.1 [4].

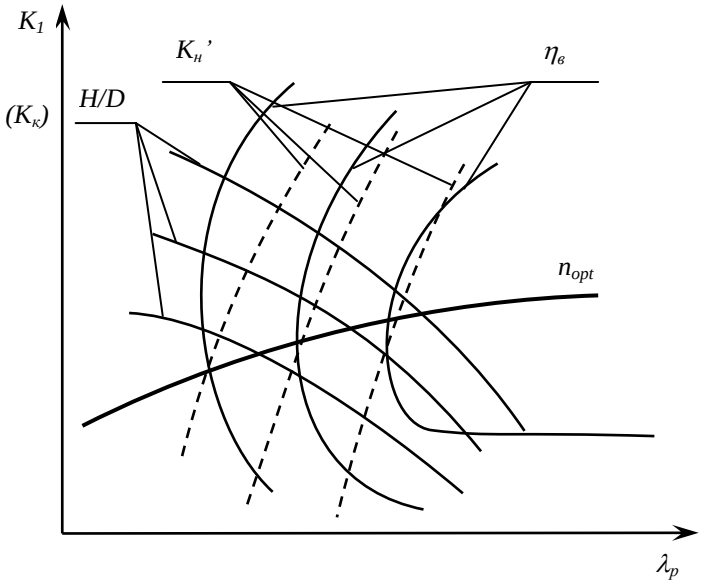


Рис. 3.1. Корпусная диаграмма

4. Расчет элементов главной судовой передачи

4.1. Выбор элементов передачи

В соответствии с принятым или рекомендуемым в задании типом передачи разрабатывают схему с указанием ее элементов от главного двигателя до движителя. На схеме передачи указывают основные части валопровода (опору в кронштейне с концевым подшипником, тормоз, жесткие компенсирующие муфты). В случае отбора мощности на валогенератор его привод должен быть указан на схеме. Эта схема является основанием для разработки передачи на чертеже машинного помещения.

При выборе отдельного редуктора или реверса редуктора указывают его марку и передаточное число.

В качестве опорных и упорных подшипников валопровода на судах речного флота применяют преимущественно подшипники качения.

Опорные подшипники подбирают по соответствующим государственным стандартам и нормам. Величина допускаемых расстояний

между опорными подшипниками не должны превышать для валов диаметром: 60 мм – 2,5 м; 80 мм – 3 м; 100 мм – 4 м. Для валов других диаметров они определяются расчетом ($l_{вп} = 0{,}125м \cdot d$), где d – диаметр вала, см; $l_{вп}$ – длина вала, м). Для расчета упорного подшипника принимают

$$P = 0{,}6P_к,$$

где $P_к$ – упор комплекса (если винт в насадке).

4.2. Расчет валопровода

4.2.1. Расчеты диаметров валов по формулам, приведенным в настоящей главе, являются предварительными, поскольку размеры всех элементов валопровода после формирования крутильной схемы должны быть уточнены по результатам расчета напряжений от крутильных колебаний, в том числе на режимах, соответствующих частотам вращения, запретным для длительной работы.

В случае, когда вследствие особой геометрии элементов валопровода определение диаметров валов с помощью формулы (19) невозможно, в Речной Регистр должны быть представлены специальные расчеты прочности.

4.2.2. Диаметр промежуточного, упорного или гребного вала, должен быть не менее определяемого по формуле, мм:

$$d \geq \frac{560}{R_m + 160} k C_{EW} \sqrt[3]{\frac{P}{\left\{n\left[1 - \left(\frac{d_i}{d_r}\right)\right]\right\}}}, \qquad (19)$$

где R_m – временное сопротивление материала вала, МПа. Формула (19) достоверна при R_m = 400÷600 МПа, в случае R_m > 600 МПа в формулу следует подставлять R_m = 600 МПа;

k – коэффициент:

для промежуточных валов с коваными фланцами или фланцевыми бесшпоночными муфтами k = 130;

для промежуточных валов со шпоночными муфтами k = 140;

для упорных валов в подшипниках качения k = 142;

для гребных валов на расстоянии не более четырех диаметров гребного вала от носового торца ступицы гребного винта k = 160;

для гребных валов на расстоянии более четырех диаметров гребного вала от носового торца ступицы гребного винта k = 150;

C_{EW} – коэффициент усиления:

для судов без ледового усиления $C_{EW} = 1{,}0$;

для судов, предназначенных для плавания в битом льду, $C_{EW} = 1{,}05$;

для ледоколов и судов ледокольного типа $C_{EW} = 1{,}07$;

P – расчетная мощность, передаваемая валом, кВт;

n – расчетная частота вращения, мин$^{-1}$;

d_i – диаметр осевого отверстия вала, мм, если этот диаметр меньше или равен $0{,}4d_r$, то можно принять $d_i = 0$;

d_r – действительный диаметр вала, мм.

Диаметр носовой части гребного вала на участке от дейдвудного сальника до фланца или муфты может быть постепенно уменьшен до значения, равного 1,05 диаметра промежуточного вала. Участки гребного вала, имеющие контакт с водой, в случае, когда вал не имеет сплошной облицовки или другой эффективной антикоррозионной защиты, должны иметь наружный диаметр, который на 5% больше определенного с помощью формулы (19).

5. Расчет общего количества теплоты, выбор автономных и утилизационных котлоагрегатов

Общее количество теплоты на судовые нужды складывается из расходов теплоты на отопление помещений, санитарно-бытовые нужды, подогрев масла, топлива, а на танкерах, кроме того, на подогрев груза и воды для мытья танков [1].

Расчет выполняется в определенном порядке. Выбирают и обосновывают схему теплоснабжения судна (можно с применением пара или горячей воды). Для большинства грузовых и грузопассажирских судов, толкачей предпочтительна схема с применением горячей воды. На судах мощностью выше 220 кВт, как правило, для покрытия потребностей теплоты в ходовых режимах устанавливают утилизационные котлы с использованием отбросной теплоты выпускных газов главных двигателей (в некоторых случаях используют теплоту воды внутреннего контура системы охлаждения двигателей). В этом случае для покрытия потребности в теплоте на режимах стоянок необходима установка на судне автономного котла. Для подогрева груза на танкерах устанавливают специальный паровой котел. Автономные котлы должны использовать один и тот же сорт топлива с главными двигателями. Во всех вариантах

установки (как автономных, так и утилизационных котлов) необходимо предусмотреть автоматическое управление.

Далее производится расчет общей максимальной потребности в теплоте на судне за единицу времени. Эта величина представляет собой поток энергии, выраженной в ваттах (Вт).

Поток энергии на отопление помещений, Вт, равен

$$Q_{от} = k\Sigma F \cdot \Delta t_п,$$

где ΣF – поверхность стенок отапливаемых помещений, м^2;

k – общий коэффициент теплопередачи через стенку, для многослойной наружной стенки жилых помещений $k = (0{,}7 \ldots 1{,}0)$ Вт/(м^2·К), для промежуточной стенки $k = (1{,}4 \ldots 2{,}9)$ Вт/(м^2·К);

$\Delta t_п$ – разность температур внутри помещений и за стенкой.

Для расчета можно принять: температуру наружного воздуха –5 … +12ºС, температуру внутри кают +20ºС, душевых +25ºС, машинных помещений не ниже +12ºС, температуру забортной воды +1,0 … +1,5ºС.

В первом приближении можно произвести упрощенный расчет $Q_{от}$, основанный на эмпирических зависимостях расхода топлива на отопление помещений от основных характеристик судна. Эти зависимости (в Вт) имеют следующий вид:

для буксиров-толкачей $Q_{от} = 7000 + 17{,}5\Sigma P_e$;

для сухогрузных судов и танкеров $Q_{от} = 23200 + 11{,}7m_c$ (m_c – грузоподъемность судна, т);

для пассажирских судов $Q_{от} = 1750(1{,}3\, z_п + z)$, где $z_п$ – количество пассажиров на судне;

z – количество членов команды.

Потребный поток энергии на санитарно-бытовые нужды, Вт, составляет

$$Q_{сб} = (z_п + z_к)(q_{вм} + q_{вп}),$$

где $q_{вм}$ – расход теплоты на приготовление горячей мытьевой воды в единицу времени на одного человека, который составляет: на пассажирских судах 350 … 500 Вт/чел., на буксирах-толкачах и грузовых судах 500 … 750 Вт/чел.;

$q_{вп}$ – удельный расход теплоты на приготовление кипяченой питьевой воды составляет на пассажирских судах 100 … 120 Вт/чел., на толкачах и грузовых судах 110 … 120 Вт/чел.

Потребный поток энергии на подогрев топлива, масла и другие технические нужды, Вт, кроме подогрева груза для наливных судов, определяется формулой

$$Q_{пт} = (0{,}4 \ldots 0{,}15)(Q_{ст} + Q_{сб}).$$

Для подогрева нефтепродуктов в танках танкеров обычно применяют отдельный паровой котел.

Расчет общего количества потока теплоты, потребного на судне, производится в табличной форме (табл. 5.1). В таблице загрузки для всех потребителей теплоты в ходовом и стояночном режимах составляет $k_з = 0{,}5 \ldots 0{,}9$.

При расчете фактического потока энергии учитывается коэффициент запаса $k_е = 1{,}1$ и коэффициент одновременности для ходового режима $k_о = 0{,}8 \ldots 0{,}9$, а для стояночного – $k_о = 0{,}7 \ldots 0{,}8$.

Фактический потребный поток энергии в ходовом режиме – $Q_х = k_о \cdot k_с \Sigma Q_{ох}$; в стояночном режиме – $Q_с = k_о \cdot k_с \Sigma Q_{ос}$.

По общему количеству потока энергии, потребляемому на судне, производят расчет мощности источников теплоты и их подбор. В качестве источника теплоты на судах используются утиль-котлы, автономные котлоагрегаты и калориферы.

Максимальный поток энергии, Вт, выпускных газов $Q_г$, которые могут быть утилизованы, определяется по формуле

$$Q_г = [(a_N \cdot P_е)/3{,}6] \cdot x_д \cdot g_г \cdot c_р \cdot (t_1 - t_2) \cdot \eta_о,$$

где a_N – коэффициент загрузки двигателя: $a_N = 0{,}85$;

$g_г$ – часовой расход выпускных газов, приходящийся на единицу мощности, кг/(кВт·ч); для четырехтактных ДВС – $g_г = (6 \ldots 7)$ кг/(кВт·ч); для двухтактных – $g_г = (11 \ldots 12)$ кг/(кВт·ч);

$c_р$ – удельная теплоемкость выпускных газов: $c_р$ = (1,05 … 1,13) кДж/(кг·К);

t_1 – температура газов на входе в котел, ºС; она принимается на (10 … 15)ºС менее температуры их на выходе двигателя (берется из технических условий);

t_2 – температура газов на выходе из котла, составляющая (185 … 215)ºС для водогрейных котлов и (220 … 250)ºС для паровых;

$\eta_о$ – коэффициент, характеризующий потери теплоты от котла в окружающую среду: $\eta_о$ = –0,95.

Таблица 5.1. **Расчет общего количества потребной теплоты на судне**

Потребители теплоты	Максимальный поток энергии Q, Вт	Режим работы судна			
		Ходовой		Стояночный	
		Коэффициент загрузки $k_з$	Потребный поток энергии Q_x, Вт	Коэффициент загрузки $k_з$	Потребный поток энергии Q_c, Вт
Отопление					
Приготовление горячей воды					
Подогрев топлива, масла и пр. нужды					
Итого:			ΣQ_X		ΣQ_C

Если $Q_г > Q_x$, то мощность утилизационного котла принимается равной Q_x. В этом случае подсчитывается коэффициент использования теплоты выпускных газов в утиль-котлах: $\alpha = (Q_x/Q_г) \cdot 100\%$.

Если $Q_г < Q_x$, то мощность утиль-котла принимается равной $Q_г$ и недостающая часть теплоты на ходовом режиме обеспечивается работой автономного котлоагрегата.

Мощность автономного котлоагрегата должна быть достаточной для обеспечения всех нужд судна в теплоте при любом режиме работы утиль-котла, следовательно, он должен быть рассчитан по максимальной величине фактически потребного потока энергии, т.е. если $Q_c < Q_x$, то по величине Q_x.

В зависимости от принятой схемы снабжения судна теплотой, из соответствующего альбома оборудования речного флота по величине мощности (производительности) подбирают котлоагрегат.

6. Расчет мощности судовой электростанции

Выбор дизель-генератора и валогенераторов. Мощность судовой электростанции и количество генераторов определяется в соответствии с требованиями Речного Регистра или Регистра Судоходства. Расчет мощности производят на основании таблицы нагрузок, учитывающий количество, мощность и режим работы механизмов.

Расчет судовой электростанции рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1. Все потребители разбивают на группы по источникам электроэнергии, от которых предполагается их питание (дизель-

генератор, валогенераторы, трансформаторы); каждую группу потребителей разделяют по назначению: палубные механизмы; механизмы обслуживающие энергетическую установку (компрессор, масляный насос, вентиляторы машинного отделения и т. д.); механизмы общесудовых систем (осушительный насос, противопожарные насосы, балластные насосы и т. п.); прочее оборудование (радиостанция, приборы управления судном, освещение, нагревательные приборы и т. п.).

2. Составляют таблицу нагрузок электростанции, в которую заносят все потребители, разделенные по назначению. Подобные таблицы составляют для каждой группы потребителей по источникам электроэнергии (генераторы или трансформаторы), между которыми (группами) не предусмотрена параллельная работа.

3. Мощность электростанции определяют для основных режимов эксплуатации судна в зависимости от его типа и характера работы. По Правилам Регистра необходимо предусматривать следующие режимы работы судна: ходовой режим, стоянка в порту, снятие якоря, специальный режим для судов технического флота, рыболовных и тому подобных судов, аварийный режим (пожар или получение судном пробоины). Во всех случаях необходимо предусматривать характерные для данного судна режимы, соответствующие наибольшей и наименьшей нагрузке электростанций.

4. На основании расчетов, выполняемых в таблице, определяют потребляемую мощность на различных режимах эксплуатации судна, по которой выбирают генераторы тока, обеспечивающие потребность в электроэнергии для каждого режима работы судна.

В курсовом проекте необходимо выбрать дизель-генераторы по судну-прототипу [3] с указанием основных параметров без расчетов.

7. Системы СЭУ

В курсовом проекте необходимо самостоятельно сделать расчеты по системам, рассмотренным в литературе [1, 2, 5], и привести принципиальные схемы по вариантам задания.

7.1. Система топливная

Привести краткое описание системы с указанием ее назначения, привести марку и ГОСТ топлива, используемого главными и вспо-

могательными дизелями, а также автономными котлами в настоящее время, состава оборудования.

По заданной автономности плавания в первом приближении определить общий запас топлива или запасы разных видов его [2].

7.2. Система смазывания

Дать краткое описание системы с указанием ее назначения, марок и ГОСТов смазочных масел, составе оборудования.

Так же, как и для системы топливной, определить общий запас смазочных масел [2].

7.3. Система сжатого воздуха

Дать краткое описание, привести требования Регистра к воздухохранителям, компрессорам. Определить емкость пусковых воздухохранителей (баллонов) главных вспомогательных двигателей из условия обеспечения необходимого числа пусков в соответствии с требованиями Регистра. Выбрать компрессоры [2].

7.4. Система газовыпуска

Дать краткое описание системы с указанием ее назначения и состава оборудования (газоотводные трубы, искрогасители, глушители, искрогасители и т. п.), материала труб и изоляции.

Привести требования Регистра к размещению трубопроводов на главных и вспомогательных двигателях.

Определить площадь сечения газовыпускных трубопроводов [2].

8. Технико-экономические показатели

Тепловая экономичность СЭУ оценивается по ее КПД – η_y:

$$\eta_y = (3600 \cdot P_{ey})/(B_y \cdot Q_н^p),$$

где P_{ey} – мощность главных, вспомогательных дизелей и котлоагрегатов, кВт;

B_y – часовой расход топлива этими механизмами, кг/ч;

$Q_н^p$ – низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг.

КПД судового комплекса $\eta_{ск}$ определяется так:

$$\eta_{ск} = (3600 \cdot x_в \cdot P_т)/(\Sigma B_{гд} \cdot Q_н^p),$$

где $x_в$ – количество движителей;

$P_т$ – полезная тяга гребного винта (упор винта), кН;

υ – скорость судна, м/с;

$\Sigma B_{гд}$ – часовой расход топлива главными двигателями;

$Q_н^р$ – низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг.

Коэффициент полезного действия судового комплекса водоизмещающих судов находится в пределах: $\eta_{ск} = 0{,}18 – 0{,}26$.

Библиографический список

1. *Конаков Г.А., Васильев Б.В.* Судовые энергетические установки и техническая эксплуатация флота. – М. : Транспорт, 1980. – 423 с.

2. *Беспалов В.И.* Судовые энергетические установки : консп. лекций для студ. оч. и заоч. обуч. спец-ти «Эксплуатация судовых энергетических установок» / В.И. Беспалов, В.В. Колыванов. – Н. Новгород : Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012. – 108 с.

3. Справочник по серийным транспортным судам. Т. 1–8.

4. Руководство по расчету и проектированию гребных винтов судов внутреннего плавания.

5. Правила классификации и постройки судов внутреннего плавания (Речной Регистр). – Т. 3. – 2008.

6. *Хряпченко А.С.* Судовые вспомогательные и утилизационные котлы : учеб. пособие. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Л. : Судостроение, 1998. – 296 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Перечень основных ГОСТов, необходимых для выполнения курсового проекта.

1. ГОСТ 2.105–79. Общие требования к текстовым документам.
2. ГОСТ 2.301–68. Форматы.
3. ГОСТ 2.106–96. Текстовые документы.
4. ГОСТ 2.104–06. Основные надписи.
5. ГОСТ 2.109–73. Основные требования к чертежам.
6. ГОСТ 2.307–68. Нанесение размеров и предельных отклонений.

7. ГОСТ 2.316–08. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц.
8. ГОСТ 4393–74. Дизели стационарные, судовые, тепловозные и промышленные. Типы и основные параметры.
9. ГОСТ 19354–74. Соединения фланцевых судовых валопроводов. Конструкция и размеры.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»

Кафедра эксплуатации судовых энергетических установок

Судовое энергетическое оборудование и системы

(Курсовой проект по СЭУ)

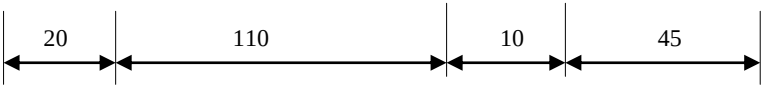
Разработал: Ст. гр. ____ Фамилия И.О.
Проверил: Фамилия И.О.

Н. Новгород
2015 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Перечень механизмов и оборудования в машинном помещении

16	Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
8	1–2	Главный двигатель	2	2×736 кВт n = 350мин$^{-1}$
8	3–5	Клапан невозвратный	3	
	6,7	Манометр	2	



ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Основные технические характеристики судна

Характеристика	Обозначение	Размерность	Числовые значения
Длина расчетная	L	М	
Ширина расчетная	B	М	
Осадка кормой	T_K	М	
Коэффициент водоизмещения	δ	–	
Скорость хода	v	км/ч	
Количество главных двигателей	X	–	
Мощность главных двигателей	P_0	кВт	

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Приближенные значения КПД передачи $\eta_л$, валопровода $\eta_{вп}$ и главной передачи $\eta_{гл}$

Тип главной передачи	$\eta_л$	$\eta_{вп}$	$\eta_{гл}$
Непосредственная (валопровод)		0,97	0,97–0,99
С одноступенчатым зубчатым редуктором	0,97–0,98	0,97	0,94–0,95
С двухступенчатым зубчатым редуктором	0,96–0,97	0,97	0,93–0,94
С реверс-редуктором	0,94–0,96	0,97	0,92–0,93
С гидромуфтой	0,96–0,97	0,97	0,93–0,94
Гидродинамическая	0,92–0,93	0,97	0,89–0,90
Объемная гидравлическая	0,87–0,92	0,98	0,85–0,90
С электромагнитной муфтой	0,97–0,98	0,97	0,94–0,95
Электрическая на переменном токе	0,90–0,95	0,98	0,88–0,93
Электрическая на постоянном токе	0,83–0,92	0,98	0,86–0,90

Оглавление

1. Общие положения и порядок выполнения курсового проекта 3
2. Указания к оформлению пояснительной записки и графической части……..... 3
3. Выбор главных двигателей……... 8
4. Расчет элементов главной судовой передачи…….. 12
5. Расчет общего количества теплоты, выбор автономных и утилизационных котлоагрегатов…… 13
6. Расчет мощности судовой электростанции……. 17
7. Системы СЭУ……. 18
8. Технико-экономические показатели…… 19

Библиографический список……... 19
Приложение 1……. 20
Приложение 2……. 21
Приложение 3……. 22
Приложение 4……. 22
Приложение 5……. 22

Матвеев Юрий Иванович
Беспалов Валентин Иванович

Расчет и выбор основного оборудования судовой энергетической установки

Методические указания

Ведущий редактор *Н.С. Алёшина*
Корректор *Д.В. Богданов*
Вёрстка *М.Е. Савиновой*

Подписано в печать 27.08.15.
Формат бумаги 60×84 1/16. Гарнитура «Таймс».
Ризография. Усл. печ. л. 1,4.
Тираж 76 экз. Заказ 136.

Издательско-полиграфический комплекс ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

Вопросы к зачету
по дисциплине «Судовые энергетические установки»

ПК-4

1. Состав СЭУ теплохода, дизель - электрохода. Требования, предъявляемые к СЭУ.
2. Конструкция, принцип действия, область применения газотурбинных установок.
3. Технико-экономические показатели СЭУ.
4. Конструкция, принцип действия, область применения паротурбинных установок.
5. Типы судовых энергетических установок. Основные схемы мощности на винт.
6. Конструкция судового валопровода, назначение его элементов.
7. Соединительные муфты валопровода.
8. Методика расчета основных элементов валопровода (промежуточный вал, упорный вал, гребной вал).
9. Показатели мощности, маневренности и живучести СЭУ.
10. Механические передачи мощности на винт.
11. Показатели энергетической эффективности СЭУ.

ПК-5

12. Подготовка главной дизельной установки к действию, пуск, обслуживание во время работы.
13. Передачи мощности на гребной винт с гидродинамической передачей.
14. Конструкция, принцип действия гидромуфт и гидротрансформаторов, их характеристики.
15. Электрическая передача мощности на винт.
16. Общая характеристика дизельных установок. Выбор главных двигателей.
17. Оценка эффективности СЭУ, к.п.д. судового комплекса.

ПК-7

18. Требования Классификационных обществ (КО) к топливной системе СЭУ (насосы, расположение трубопроводов, устройства для подогрева топлива, топливные цистерны).
19. Особенности топливных систем при использовании моторного топлива.
20. Особенности топливных систем при использовании водотопливных эмульсий.
21. Система смазывания судовых ДВС. Требования (КО) к насосам ДВС, подвод смазочного масла к ДВС, цистерны).
22. Система охлаждения судовых ДВС (Насосы, расположение трубопроводов, фильтры, теплообменные аппараты). Требования классификационных обществ.
23. Судовое топливо. Основные свойства и характеристики жидких топлив. Нормативные документы на топливо.
24. Прием топлива (бункеровка). Предотвращение разливов нефтепродуктов.
25. Комплексная утилизация теплоты СЭУ.

ПК-6

26. Расположение оборудования в машинном помещении, определение центра массы СЭУ.
27. Расположение объектов энергетической установки на судне. Учет требований классификационных обществ и СанПиН при проектировании машинного помещения.
28. Газовыпускная система СЭУ.
29. Главные судовые передачи на винт.
30. Основные типы конструкции соединительные муфт валопровода.
31. Соединительные и соединительно—разобщительные муфты.
32. Показатели тепловой и экономической эффективности СЭУ.
33. Совместная работа комплекса дизель - гребной винт порциальной работе винтов.
34. Совместная работа комплекса дизель - гребной винт при страгивании с места и разгон судна.
35. Обобщенные характеристики дизелей по мощности.

36. Судовые технические средства и устройства защиты окружающей среды.
37. Классификация водоопреснительных установок.
38. Система водоснабжения судов.
39. Режимы работы дизеля с винтом фиксированного шага при прямой передаче.
40. Судовые технические средства и устройства защиты окружающей среды.

Итоговый ТЕСТ

ФТД04 Судовые энергетические установок

ПК-4 Способен устанавливать причины отказов судового оборудования, определять и Способен устанавливать причины отказов судового оборудования, определять и осуществлять мероприятия по их предотвращению

1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. Построить верную последовательность из предложенных элементов. Указать цифрами без знаков препинания.

Какие меры при обнаружении неисправности необходимо по ремонту вышедшей из строя плунжерной пары блочного ТНВД дизеля

1. отключить ТНВД
2. По договоренности с мостиком производить работы с отключённым дизелем
3. Снять ТНВД
4. Опресовать ТНВД
5. Произвести замену плунжерной пары

2. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только 1 из предложенных вариантов. Выбрать 1 вариант ответа, записать его номер (например, 1) и аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Допускается работа дизеля с превышением по крутящему моменту _____% в режиме перегрузки не более 1 часа

3. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

При чрезмерном повышении давления по манометру при запуске шестеренного насоса из холодного состояния для перекачки высоковязкой жидкости необходимо_____

4. ***Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. Построить верную последовательность из предложенных элементов. Указать цифрами без знаков препинания.*** Дизель не запускается или запускается с трудом

   1. отрегулировать клапан
   2. осмотреть неисправный клапан
   3. снять кожух с распределителя пускового воздуха
   4. разобрать клапан и устранить поломку

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

1. ***Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. Построить верную последовательность из предложенных элементов. Указать цифрами без знаков препинания.*** Укажите действия механика при пожаре в подпоршневой полости ДВС.

1. Остановить двигатель по согласованию с капитаном судна

2. Уменьшить частоту вращения
3. Доложить вахтенному начальнику

2. ***Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки***. В дизеле происходит самовоспламенение топлива за счет _____

3. ***Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. Построить верную последовательность из предложенных элементов. Указать цифрами без знаков препинания.*** При обнаружении очага пожара необходимо

1. Доложить вахтенному начальнику 2. Произвести разведку силами экипажа
3. Попытаться самостоятельно потушить очаг возгорания 4. Изолировать очаг пожара

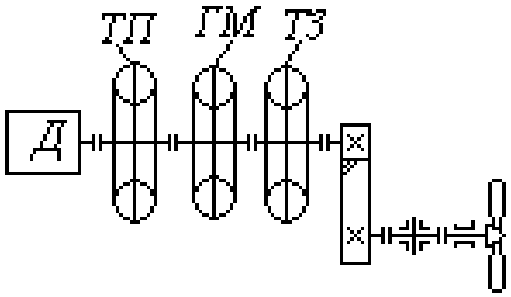
4. ***Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки***. Укажите периодичность проверки действия ручных и автоматических извещателей, для контроля технического состояния систем сигнализации обнаружения пожара

ПК-6 Способен осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: 1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы; 2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы; 3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции

1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки. Укажите, какие процедуры обязаны выполнить члены судового экипажа на месте, в ведении которых находятся системы.

2. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только 1 из предложенных вариантов. Выбрать 1 вариант ответа, записать его номер (например, 1) и аргументы, обосновывающие выбор ответа. На схеме показана передача_____.

1.Механическая (непосредственная)
2.Дизель редукторная
3.Электрическая
4.Комбинированная
5.Гидравлическая



3. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки. _____ - поэтому пуск ДВС относится к одному из наиболее ответственных этапов его эксплуатации.

4. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. Построить верную последовательность из предложенных элементов. Указать цифрами без знаков препинания. Каким образом следует регулировать температуру охлаждающей воды внутреннего контура охлаждения при поломке приводного насоса

1 Обеспечить прохождение охлаждающей забортной воды, проходящей через водоохладитель
2 Перевести работу на резервный насос
3 открыть/закрыть соответствующие резервной системе клапана

ПК-7 Способен выполнять безопасные и аварийные процедуры эксплуатации механизмов двигательной установки, включая системы управления

1. ***Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. Выберите только правильные варианты ответов. Построить верную последовательность из предложенных элементов. Указать цифрами без знаков препинания.*** Укажите элементы в порядке увеличения точности регулировки количества подачи топлива в каждый из цилиндров дизеля

1. Кулачная шайба распределительного вала
2. Плунжер
3. Топливная рейка
4. Прокладка под ТНВД

2. ***Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки***. Как изменяется температура отработавших газов tr при работе ДВС по внешней характеристике?

3. ***Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки***. При использовании для охлаждения технического средства забортной воды необходимо следить за тем, чтобы ее температура на выходе не превышала ___ °С во избежание интенсивного солеотложения в полостях охлаждения.

4. ***Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. Построить верную последовательность из предложенных элементов. Указать цифрами без знаков препинания.*** Главный двигатель работает на ВФШ при

номинальной мощности и номинальной частоте вращения. Что нужно сделать при “утяжелении” винтовой характеристики во избежание перегрузки ДВС**.**

1. Определить допустимую максимальную температуру газов по приборам
2. Доложить вахтенному начальнику
3. Добиться работы в установившимся режиме
4. Снизить цикловую подачу топлива