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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б.1.О.Д18 Теория и устройство судна

Профиль: Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики
Институт: Пермский филиал
Отделение высшего образования
Специальность: 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики

1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Курсы
		2
Лекции	6 Часы	6
СРС	63 Часы	63
Практические занятия	3 Часы	3
Зачет	0 Часы	

2. Место дисциплины в структуре ООП

Код дисциплины	Наименование блока	Трудоемкость дисциплины, з.е.
Б1.О.18	Блок 1 Дисциплины (модули) (Обязательная часть)	2

3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	СРС	Практические занятия	Зачет	Всего
1	Раздел 1 Общее устройство и конструкция судна и осуществление безопасного техническое его использования.					
1,1	Тема 1.1 Классификация судов. Мореходные и эксплуатационные качества судов.	1 Часы	3 Часы			4 Часы
1,2	Тема 1.2 Общее устройство судна и основные конструктивные элементы: корпус, надстройки, оборудовние.	1 Часы	3 Часы	1 Часы		5 Часы
1,3	Тема 1.3 Классификация, назначение и состав судовых систем. Общесудовые и специальные системы		4 Часы			4 Часы
1,4	Тема 1.4 Общесудовые устройства: рулевое (подруливающее), якорное, швартовное и др.. Специальные устройства: грузовое, люковое, сцепное.		4 Часы			4 Часы
1,5	Тема 1.5 Конструкция корпуса.Терминология элементов.		5 Часы			5 Часы
1,6	Тема 1.6 Системы набора перекрытий.		4 Часы			4 Часы
1,7	Тема 1.7 Системы набора корпуса судна.		5 Часы			5 Часы
2	Раздел 2 Плавучесть и остойчивость. Требования международных и национальных нормативно-технических документов.					
2,1	Тема 2.1 Главные размерения и плавучесть судна. Грузовая марка.,запас плавучести, грузовой размер, грузовая шкала		6 Часы			6 Часы
2,2	Тема 2.2 Начальная остойчивость, теория судна для расчета остойчивости,крена, дифферента, осадки	1 Часы	4 Часы			5 Часы
2,3	Тема 2.3 Изменение остойчивости при перемещении, приеме (снятии) груза .Влияние жидких и подвешенных грузов на остойчивость	1 Часы	4 Часы	1 Часы		6 Часы
2,4	Тема 2.4 Общие положения по нормированию остойчивости. Национальные и международные требования по остойчивости.		4 Часы			4 Часы
3	Раздел 3 Ходкость и судовые движители. Управляемость. Принципы технического обслуживание судового электрооборудования и средств автоматики. Основы разработки и оформления эксплуатационной документации.					
3,1	Тема 3.1 Сопротивление воды движению судна.	1 Часы	5 Часы			6 Часы
3,2	Тема 3.2 Судовые движители.	1 Часы	3 Часы			4 Часы
3,3	Тема 3.3 Характеристики гребных винтов. Пропульсивный комплекс судна.		4 Часы			4 Часы
3,4	Тема 3.4 Расчет характеристик винта при выборе гребного электродвигателя.		5 Часы	1 Часы		6 Часы

4. Компетенции обучающегося, формируемые в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Формируемые компетенции					
1	Раздел 1 Общее устройство и конструкция судна и осуществление безопасного техническое его использования.						
1,1	Тема 1.1 Классификация судов. Мореходные и эксплуатационные качества судов.	ОПК-2.(ИДК: ОПК-2.3.1;)	ПК-14.(ИДК: ПК-14.3.1;)	ПК-16.(ИДК: ПК-16.3.1;)			
1,2	Тема 1.2 Общее устройство судна и основные конструктивные элементы: корпус, надстройки, оборудовние.	ОПК-2.(ИДК: ОПК-2.3.1;)	ПК-14.(ИДК: ПК-14.3.1;)	ПК-16.(ИДК: ПК-16.3.1;)			
1,3	Тема 1.3 Классификация, назначение и состав судовых систем. Общесудовые и специальные системы						
1,4	Тема 1.4 Общесудовые устройства: рулевое (подруливающее), якорное, швартовное и др.. Специальные устройства: грузовое, люковое, сцепное.						
1,5	Тема 1.5 Конструкция корпуса.Терминология элементов.						
1,6	Тема 1.6 Системы набора перекрытий.						
1,7	Тема 1.7 Системы набора корпуса судна.						
2	Раздел 2 Плавучесть и остойчивость. Требования международных и национальных нормативно-технических документов.						

2,1	Тема 2.1 Главные размерения и плавучесть судна. Грузовая марка.,запас плавучести, грузовой размер, грузовая шкала						
2,2	Тема 2.2 Начальная остойчивость, теория судна для расчета остойчивости,крена, дифферента, осадки	ОПК-2.(ИДК: ОПК-2.3.1;)	ПК-14.(ИДК: ПК-14.3.1;)	ПК-16.(ИДК: ПК-16.3.1;)			
2,3	Тема 2.3 Изменение остойчивости при перемещении, приеме (снятии) груза .Влияние жидких и подвешенных грузов на остойчивость	ОПК-2.(ИДК: ОПК-2.3.1;)	ПК-14.(ИДК: ПК-14.3.1;)	ПК-16.(ИДК: ПК-16.3.1;)			
2,4	Тема 2.4 Общие положения по нормированию остойчивости. Национальные и международные требования по остойчивости.						
3	Раздел 3 Ходкость и судовые движители. Управляемость. Принципы технического обслуживание судового электрооборудования и средств автоматики. Основы разработки и оформления эксплуатационной документации.						
3,1	Тема 3.1 Сопротивление воды движению судна.	ОПК-2.(ИДК: ОПК-2.3.1;)	ПК-14.(ИДК: ПК-14.3.1;)	ПК-16.(ИДК: ПК-16.3.1;)			
3,2	Тема 3.2 Судовые движители.	ОПК-2.(ИДК: ОПК-2.3.1;)	ПК-14.(ИДК: ПК-14.3.1;)	ПК-16.(ИДК: ПК-16.3.1;)			
3,3	Тема 3.3 Характеристики гребных винтов. Пропульсивный комплекс судна.						
3,4	Тема 3.4 Расчет характеристик винта при выборе гребного электродвигателя.	ОПК-2.(ИДК: ОПК-2.3.1;ОПК-2.У.1;)	ПК-14.(ИДК: ПК-14.3.1;ПК-14.У.1;)	ПК-16.(ИДК: ПК-16.3.1;ПК-16.У.1;)			

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

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

№ п/п	компетенции	Индикатор достижения		
		Знать	Уметь	Владеть
1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности	ОПК-2.З.1 основы по теории и устройству судна	ОПК-2.У.1 решать прикладные инженерно-технические задачи с использованием аналитических методов	ОПК-2.В.1 методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
2	Способен владеть знаниями правил несения судовых вахт, поддержания судна в мореходном состоянии, способностью осуществлять контроль за выполнением установленных требований норм и правил	ПК-14.З.1 нормы и правила, необходимые для поддержания судна в мореходном состоянии	ПК-14.У.1 осуществлять контроль за выполнением установленных требований норм и правил	ПК-14.В.1 основными методами расчета мореходных качеств судна
3	Способен осуществлять организацию работы коллектива в сложных и критических условиях в том числе при борьбе с пожаром и спасении экипажа, осуществлять выбор, обоснование, принятие и реализацию управленческих решений в рамках приемлемого риска	ПК-16.З.1 сновные требования нормативно-технических документов, правил техники безопасности, пожарной безопасности для принятия управленческих решений в рамках приемлемого риска	ПК-16.У.1 применять основные требования нормативно-технических документов, правил техники безопасности, пожарной безопасности и норм охраны труда	ПК-16.В.1 навыками эксплуатации оборудования в соответствии с требованиями нормативно-технических документов, правил техники безопасности, пожарной безопасности и норм охраны труда

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	A-VI/1-1. Спецификация минимального стандарта компетентности в области способов личного выживания	.	A-VI/1-1.1. Выживание в море в случае оставления судна
2	A-VI/1-4. Спецификация минимального стандарта компетентности в области личной безопасности и общественных обязанностей	.	A-VI/1-4.1. Соблюдение порядка действий при авариях
3	A-VI/3. Спецификация минимального стандарта компетентности в области современных методов борьбы с пожаром	.	A-VI/3-3. Проверка и обслуживание систем и оборудования для обнаружения пожара и пожаротушения
4		A-III/6-3. Управление операциями судна и забота о людях на судне на уровне эксплуатации	A-III/6-3.6. Вклад в безопасность персонала и судна

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 (Стол рабочий (22 ед.); стул (33 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.) (761) Стул (2 ед.); Парты (41 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.) (768) Стол аудиторный (35 ед.); стул (40 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.) (771))	761,768,771
2	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду университета	462,763

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	Багров, Л.В.;Речной транспорт (общий курс);учебник для студ.ин-тов водного тр-та;Багров, Л.В.Быков, Л.С.Гаранин, Н.П.Трофимов, В.В.-М.,Транспорт; <null> ;	1 993	Текст	38

3	Осокин, М.В.;Обеспечение мореходных качеств судна при составлениии грузового плана;справ.пособие для студ.очн.и заочн.обучения спец.180402;Осокин, М.В.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 012	Текст	165
4	<null>;ОСТ ВД 5Р.5349-78.Системы судовые и системы судовых энергетических установок;основные термины и определения;<null>-М.,<null>; <null> ;		Текст	2
5	Данилов, А.Т.;Современное морское судно;учебник;Данилов, А.Т.Середохо, В.А.-СПб.,Судостроение; <null> ;	2 011	Текст	3
6	Сизов, В.Г.;Теория корабля;учебник;Сизов, В.Г.-М.,ТрансЛит; <null> ;	2 008	Текст	22
7	Кеслер, А.А.;Теория и устройство судов;метод.указания;Кеслер, А.А.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 000	Текст	16
8	Кеслер, А.А.;Начальная остойчивость и ее применение в эксплуатационных задачах;учеб.пособие для студ.очн.и заочн.обучения по спец.2401;Кеслер, А.А.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	1 996	Текст	62
9	Кеслер, А.А.;Теория и устройство судов;метод.указания к курс.проекту (ч.2) для студ.заочн.обучения спец.1606 и 1607;Давыдова, С.В.Кеслер, А.А.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 000	Текст	16
10	Кеслер, А.А.;Общее устройство судов внутреннего и смешанного плавания;учеб.пособие для студ.очн.и заочн.обучения спец.180402, 180404;Давыдова, С.В.Кеслер, А.А.Фунтикова, Е.В.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 006	Текст	289
11	Кеслер, А.А.;Расчет и анализ показателей пропульсивного комплекса судна;учебно-метод.пособие к выполн.курс.работы по дисц."Теория и устройство судов"для студ.очн.и заочн.обучения спец.180403;Кеслер, А.А.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 007	Текст	144
12	Кеслер, А.А.;Особенности проектирования подруливающих устройств;учеб.пособие для студ.очн.и заочн.обучения спец.180404 и 180403;Кеслер, А.А.Фунтикова, Е.В.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 009	Текст	211
13	Роннов, Е.П.;Проверка остойчивости судов внутреннего плавания;метод.указания по проверке остойчивости судов при выполн.разд.курс.и дипломн.проектов студ.всех спец.;Роннов, Е.П.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 009	Текст	143
14	Фунтикова, Е.В.;Конструкция корпусов судов;метод.указания и задания на выполн.лабор.работы для студ.очн.обучения спец.180101, 180402, 180403, 180404, 080507;Фунтикова, Е.В.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 009	Текст	353
15	Роннов, Е.П.;Проектирование судов внутреннего плавания;учеб.пособие;Роннов, Е.П.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 009	Текст	133
16	Лесюков, В.А.;Теория и устройство судов внутреннего плавания;учебник;Лесюков, В.А.-М.,Транспорт; <null> ;	1 982	Текст	46
17	Жинкин, В.Б.;Теория и устройство корабля;учебник;Жинкин, В.Б.-СПб.,Судостроение; <null> ;	2 002	Текст	63
18	Анфимов, В.Н.;Устройство и гидромеханика судна;учебник;Анфимов, В.Н.Сиротина, Г.Н.Чижов, А.М.-Л.,Судостроение; <null> ;	1 974	Текст	40
19	Кеслер, А.А.;Расчет характеристик винта при выборе гребного электродвигателя;метод.указания и задания для студ.очн.(лабор.работа) и заочн.(контр.работа) обучения спец.180404;Кеслер, А.А.Фунтикова, Е.В.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 011	Текст	235
20	Российский речной регистр;Правила;В 4 т.;<null>-М.,Новости; <null> ;	2 008	Текст	31
21	Кеслер, А.А.;Теория и устройство судна;учеб.пособие;Кеслер, А.А.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 012	Текст	214
22	Фунтикова, Е.В.;Решение задач по плавучести и остойчивости;метод.указания и задания по выполн.расчетно-графических работ для студ.очн.и заочн.обучения спец.180404 и студ.заочн.обучения спец.080507;Фунтикова, Е.В.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 012	Текст	70
23	Жинкин, В.Б.;Теория и устройство корабля;учебник;Жинкин, В.Б.-СПб.,Судостроение; <null> ;	2 010	Текст	3
24	Кеслер, А.А.;Теория и устройство судна;учеб.пособие для студ.очн.и заочн.обучения спец.180403.65, 180405.65, 180407.65;Кеслер, А.А.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 014	Текст	195
25	Фунтикова, Е.В.;Конструкция корпусов судов;метод.указания и задания на выполн.лабор.работы для студ.очн.обучения спец.180101, 180402, 180403, 180404, 080507;Фунтикова, Е.В.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 009	Электронный ресурс	0
26	Кеслер, А.А.;Особенности проектирования подруливающих устройств;учеб.пособие для студ.очн.и заочн.обучения спец.180404 и 180403;Кеслер, А.А.Фунтикова, Е.В.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 009	Электронный ресурс	0
27	Роннов, Е.П.;Проверка остойчивости судов внутреннего плавания;метод.указания по проверке остойчивости судов при выполн.разд.курс.и дипломн.проектов студ.всех спец.;Роннов, Е.П.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 009	Электронный ресурс	0
28	Роннов, Е.П.;Проектирование судов внутреннего плавания;учеб.пособие;Роннов, Е.П.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 009	Электронный ресурс	0

29	Кеслер, А.А.;Расчет характеристик винта при выборе гребного электродвигателя;метод.указания и задания для студ.очн.(лабор.работа) и заочн.(контр.работа) обучения спец.180404;Кеслер, А.А.Фунтикова, Е.В.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 011	Электронный ресурс	0
30	Кеслер, А.А.;Теория и устройство судна;учеб.пособие;Кеслер, А.А.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 012	Электронный ресурс	0
31	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

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)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения		Процедура оценивания	Критерии оценивания результата обучения и шкала оценивания			
			Контролируемые разделы (темы)	Вид контроля	Форма контроля		2	3	4	5
							не зачтено	зачтено		
1	ОПК-2.3.1; ПК-14.3.1; ПК-16.3.1	A-VI/1-1.1.,A-VI/1-4.1.,A-VI/3-3.,A-III/6-3.6.	1.1; 1.2; 3.1; 3.2	Текущий контроль	Опрос	Опрос проводится в часы занятий в аудитории по мере изучения тем и разделов	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	ОПК-2.3.1, ОПК-2.У.1, ПК-14.3.1, ПК-14.У.1, ПК-16.3.1, ПК-16.У.1	A-VI/1-1.1.,A-VI/1-4.1.,A-VI/3-3.,A-III/6-3.6.	1.2	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа	Выполняется в часы, предусмотренные учебным планом. Студенту выдается 1 вариант задания. Всего вариантов 37	РГР выполнена не полностью, допущены грубые ошибки, большинство предусмотренных заданий не выполнены либо выполнены с грубыми ошибками	РГР выполнена большей частью, но допущены ошибки в расчетах и чертежах (графиках); необходимые умения и практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных заданий выполнены, отдельные из выполненных заданий содержат ошибки; оформление РГР с нарушением установленных требований	РГР в целом выполнена, но допущены неточности в расчетах и чертежах (графиках), теоретическое содержание освоено; необходимые умения и практические навыки работы в основном сформированы, все предусмотренные задания выполнены с отдельными неточностями, оформление РГР согласно установленным требованиям.	РГР выполнена в полном объеме; без ошибок в расчетах и чертежах (графиках), теоретическое содержание освоено полностью, без пробелов, системно и глубоко; необходимые умения и практические навыки сформированы, все задания выполнены безупречно, оформление РГР согласно установленным требованиям.

3	ОПК-2.3.1, ОПК-2.У.1, ОПК-2.В.1, ПК-14.3.1, ПК-14.У.1, ПК-14.В.1, ПК-16.3.1, ПК-16.У.1, ПК-16.В.1	А-VI/1-1.1.,А-VI/1-4.1.,А-VI/3-3.,А-III/6-3.6.	2.2; 2.3	Текущий контроль	Комплект типовых задач	Задачи выполняются студентом в часы предусмотренные учебным планом во втором семестреи оформлются самостоятельно.	Ответ на задачи дан неправильный. Объяснение хода их решения дано неполное, непоследовательное, с грубыми ошибками	Ответ на задачи дан правильный. Объяснение хода их решения недостаточно полное, непоследовательное, с ошибками	Ответ на задачи дан правильный. Объяснение хода их решения подробное, но недостаточно логичное, с единичными ошибками в деталях	Ответ на задачи дан правильный. Объяснение хода их решения подробное, последовательное, грамотное
4	ОПК-2.3.1, ОПК-2.У.1, ПК-14.3.1, ПК-14.У.1, ПК-16.3.1, ПК-16.У.1	А-VI/1-1.1.,А-VI/1-4.1.,А-VI/3-3.,А-III/6-3.6.	3.4	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа	Выполняется в часы, предусмотренные учебным планом. Студенту выдается 1 вариант задания. Всего вариантов 99	РГР выполнена не полностью, допущены грубые ошибки, большинство предусмотренных заданий не выполнены либо выполнены с грубыми ошибками	РГР выполнена большей частью, но допущены ошибки в расчетах и чертежах (графиках); необходимые умения и практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных заданий выполнены, отдельные из выполненных заданий содержат ошибки; оформление РГР с нарушением установленных требований	РГР в целом выполнена, но допущены неточности в расчетах и чертежах (графиках), теоретическое содержание освоено; необходимые умения и практические навыки работы в основном сформированы, все предусмотренные задания выполнены с отдельными неточностями, оформление РГР согласно установленным требованиям.	РГР выполнена в полном объеме; без ошибок в расчетах и чертежах (графиках), теоретическое содержание освоено полностью, без пробелов, системно и глубоко; необходимые умения и практические навыки сформированы, все задания выполнены безупречно, оформление РГР согласно установленным требованиям.
5	ОПК-2.3.1, ОПК-2.У.1, ОПК-2.В.1, ПК-14.3.1, ПК-14.У.1, ПК-14.В.1, ПК-16.3.1, ПК-16.У.1, ПК-16.В.1	А-VI/1-1.1.,А-VI/1-4.1.,А-VI/3-3.,А-III/6-3.6.	Раздел 1,2,3	Промежуточная аттестация	Зачет	Длительность подготовки - 30 мин. Проводится по вопросам. Всего вопросов 32	Обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов дисциплины, его базовых понятий и фундаментальных проблем. Слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отсутствуют ответы на дополнительные вопросы, необходимые умения и навыки			Обучающийся демонстрирует знание основных разделов дисциплины, его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобретены необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично изложен теоретический материал, допущены лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности

6	ОПК-2.3.1, ОПК-2.У.1, ОПК-2.В.1, ПК-14.3.1, ПК-14.У.1, ПК-14.В.1, ПК-16.3.1, ПК-16.У.1, ПК-16.В.1	A-VI/1-1.1.,A-VI/1-4.1.,A-VI/3-3.,A-III/6-3.6.	Раздел 1,2,3	Промежуточная аттестация	Итоговый тест	Тестовае задание для итогового тестирования. Используются в ходе внутреннего контроля и внешней процедуры государственной аккредитации для диагностической работы при формировании аккредитационного показателя «Доля обучающихся, выполнивших 70% и более заданий диагностической работы, сформированной из фонда оценочных средств организации, осуществляющей образовательную деятельность, по соответствующей образовательной программе высшего образования	0-49% правильных ответов	50-69% правильных ответов	70-89% правильных ответов	90-100% правильных ответов

Вопросы для опроса

по дисциплине «Теория и устройство судна»

специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

Контролируемые компетенции:

ОПК-2. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности

ПК-14. Способен владеть знаниями правил несения судовых вахт, поддержания судна в мореходном состоянии, способностью осуществлять контроль за выполнением установленных требований норм и правил

ПК-16. Способен осуществлять организацию работы коллектива в сложных и критических условиях в том числе при борьбе с пожаром и спасении экипажа, осуществлять выбор, обоснование, принятие и реализацию управленческих решений в рамках приемлемого риска

Раздел 1 (тема 1.1, 1.2)

1. Классификация судов
2. Мореходные качества судов
3. Эксплуатационные качества судов
4. Общее устройство судна
5. Основные конструктивные элементы: корпус, надстройки, оборудование
6. Классификация, назначение и состав судовых систем
7. Общесудовые системы
8. Специальные системы
9. Общесудовые устройства: рулевое (подруливающее), якорное, швартовное и др.
10. Специальные устройства: грузовое, люковое, сцепное.
11. Конструкция корпуса.
12. Терминология элементов конструкции корпуса
13. Системы набора перекрытий
14. Системы набора корпуса судна

Раздел 3 (тема 3.1, 3.2)

1. Сопротивление воды движению судна
2. Судовые движители
3. Характристики гребных винтов
4. Насадка гребного винта
5. Взаимодействия корпуса судна и движителя
6. Пропульсивный комплекс судна
7. Расчет характеристик винта при выборе гребного электродвигателя
8. Типы расчетов

Расчетно-графическая работа 1

Тема: **«Анализ технико-эксплуатационных характеристик транспортных судов»**

Контролируемые компетенции:

ОПК -2 – Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности
ПК-14. Способен владеть знаниями правил несения судовых вахт, поддержания судна в мореходном состоянии, способностью осуществлять контроль за выполнением установленных требований норм и правил
ПК-16. Способен осуществлять организацию работы коллектива в сложных и критических условиях в том числе при борьбе с пожаром и спасении экипажа, осуществлять выбор, обоснование, принятие и реализацию управленческих решений в рамках приемлемого риска

«Анализ технико-эксплуатационных характеристик транспортных судов».

В процессе выполнения работы необходимо выявить особенности общего расположения судна, указанного в задании. Для этого следует найти упомянутое в задании судно в справочниках серийных речных судов или в учебниках, сети интернет и детально изучить особенности его компоновки. В результате анализа общего расположения судна необходимо выявить особенности размещения надстроек, рулевой рубки, МО, а также помещений различного назначения (пассажирские каюты, салоны, грузовые трюмы и т.д.).

Изучение особенностей компоновки судна, определенного заданием, целесообразно выполнять в следующей последовательности. Необходимо установить:

1. Назначение судна.
2. Главные размерения судна (расчетные длину и ширину, высоту борта, осадку).
3. Место расположения надстройки и рулевой рубки. Определить число ярусов надстройки.
4. Расположение помещений в корпусе (по отсекам).
5. Расположение помещений в надстройке (по палубам).
6. Характеристики жилых помещений (число кают и мест в них), а также общественных и санитарных помещений для пассажиров.
7. Характеристики жилых, общественных и санитарных помещений для экипажа.
8. Характеристики главных двигателей (число двигателей и их марки)ю
9. Характеристики судовых движителей (тип и число)ю
10. Характеристики судовых устройств (перечень и назначение).
11. Характеристики общесудовых систем (перечень и назначение).
12. Установить состав и характеристики электрооборудования судна, используемого для работы судовых устройств и систем.

1. Вычерчивание схемы общего расположения судна.

Изображение корпуса делается упрощенно, без показа набора и принятых условных обозначений. На продольном разрезе судна судна и плане трюма утолщенной линией изображаются очертания корпуса, а

также попавшие в сечение поперечные и продольные переборки, внутренние борта, второе дно и платформы.

Надстройки показываются схематично. Изображение корпуса, надстроек, МО, трюмов должны давать представление об архитектурно- конструктивном типе и назначении судна, а также месте расположения соответствующего оборудования.

Судовое энергетическое оборудование принимается на основе общесудовой спецификации и должно быть показано на схеме общего расположения. В его состав включаются главные двигатели, дизель-генераторы, котлы и электрооборудование.

Энергетическое оборудование изображается на схеме тонкими линиями без соблюдения масштаба. Условно в виде прямоугольника изображаются главные двигатели, дизель-генераторы и котлы, а виде окружности- электродвигатели, компрессоры.

Электродвигатели, насосы и другие механизмы, входящие в системы обслуживающие СЭУ, общесудовые системы, а также аккумуляторные батареи на схеме не изображаются. На схеме указывается лишь отсек, в котором расположено упомянутое оборудование. Как правило, вся указанная группа судового оборудования располагается в МО.

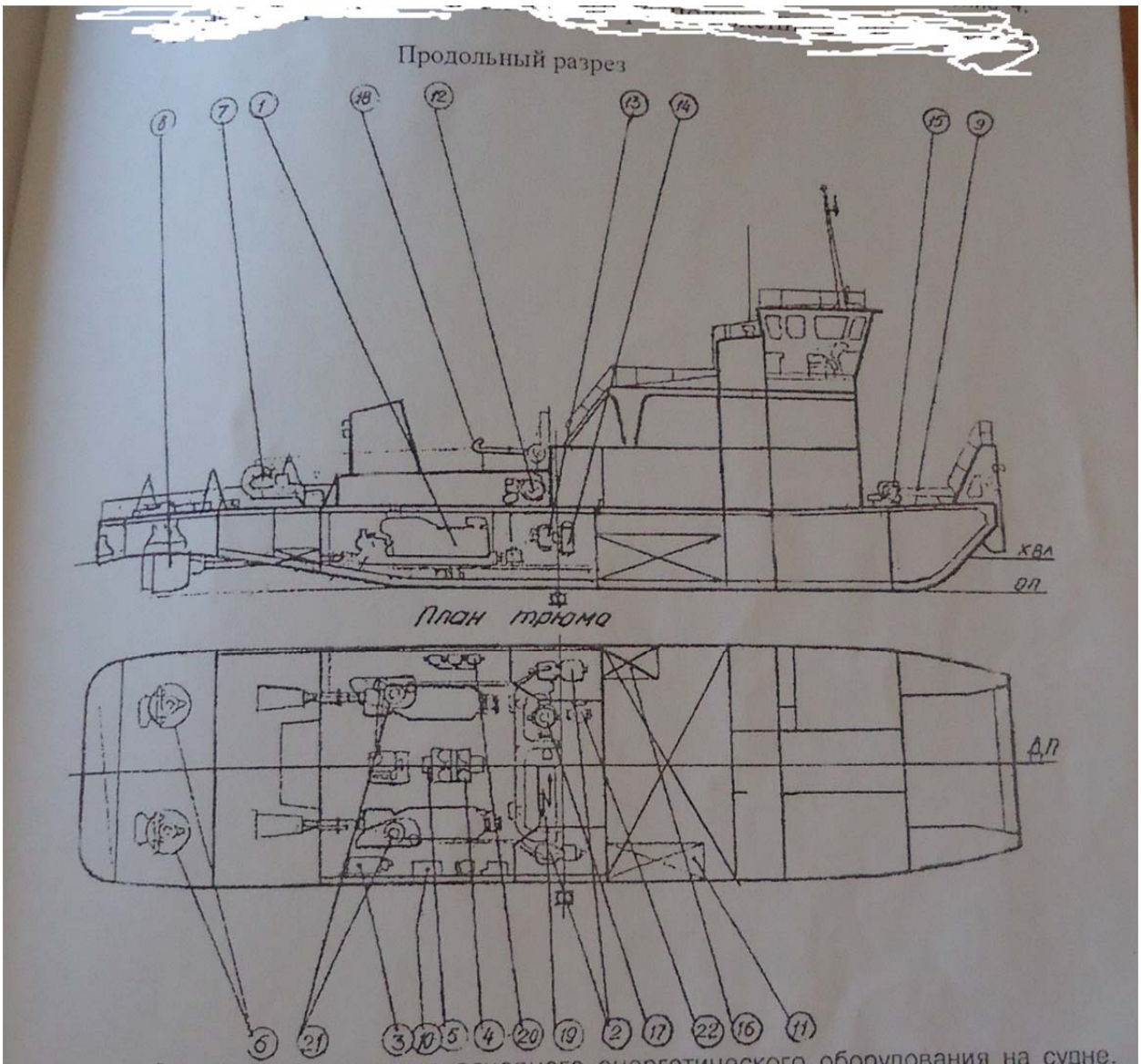


Рис. Схема расположения основного энергетического оборудования на судне.
1 - гл. двигатель; 2 - дизель-генератор; 3 - котлоагрегат; 4 - балоны сжатого воздуха; 5 - компрессор; 6 - рулевые машины; 7 - буксирная лебедка; 8 - движетельно-рулевой комплекс; 9 - автосцеп; 10 - расходный бак; 11 - бак основного запаса топлива; 12 - вентилятор; 13 - теплообменник; 14 - гидрофор; 15 - брашпиль; 16 - сточно-фановая цистерна; 17 - пожар. насос; 18 - сан. насос; 19 - ГРЩ; 20 - маслопрокачив. насосы; 21 - утилизационные котлы; 22 - осушительный насос.

2. Составление общесудовой спецификации

Общесудовая спецификация составляется на основе материалов, приведенных в справочных по серийным судам и включает в себя основные показатели по судну в целом- характеристики корпуса, СЭУ, движителей, судовых систем и устройств, электрорадионавигационного оборудования.

Общесудовая спецификация по корпусу и механизмам выполняется в следующей форме:

1. Назначение судна.
2. Тип судна.
3. Район плавания
4. Класс судна
5. Пассажировместимость,чел.
6. Грузоподъемность, т
7. Главные размерения судна (габаритные длина и ширина, высота от основной плоскости до верхней кромки несъемных частей),м
8. Водоизмещение судна при осадке в грузу и порожнем, т
9. Автономность плавания судна по запасам топлива, сут.
10. Тяговое усилие (для буксиров-толкачей), кн.
11. Скорость хода судна на глубокой воде, км/ч.
12. Форма обводов корпуса (коэффициенты полноты ватерлинии, мидель-шпангоута, водоизмещения).
13. Материал корпуса и надстройки.
14. Система набора корпуса судна.
15. Количество экипажа.
16. Главные двигатели (количество, марка двигателя и мощность).
17. Движители (открытый гребной винт, винт в поворотной или неподвижной насадке, количество и материал винтов).
18. Судовые устройства (перечень устройств).
19. Общесудовые системы (перечень систем).
20. Вспомогательные механизмы (типы дизель-генераторов, их мощность).
21. Системы обслуживания СЭУ (перечень систем с указанием потребителей электроэнергии, их количества. Марки и мощности электродвигателя).
22. Электроснабжение (основные параметры тока и напряжения).
23. Источники электроэнергии (типы, марки и мощность генераторов тока).
24. Средства внешней связи (тип и марка радиостанции).

25. Средства судовой радиосвязи и радиовещания (марка систем и устройств. Системы сигнализации).
26. Приборы управления судном (количество и тип).

3. Сравнительный анализ эксплуатационно-технических показателей судов

Выполнения анализа начинается с выбора по справочной литературе значений характеристик по базовому (заданному) судну. Затем выбираются для сравнения еще два судна. Эти суда принимаются по следующим условиям: класс судна должен быть таким же как у базового (или близким), мощность главной СЭУ и грузоподъемность не должны существенно отличаться от соответствующих значений базового судна.

Эксплуатационно-технические показатели позволяют оценить те качества судна, которые определяют его пригодность в различных условиях эксплуатации. Набор эксплуатационно-технических показателей для различных типов судов, модифицируется в зависимости от особенностей типа судов.

К натуральным показателям относятся следующие технико-эксплуатационные характеристики: главные размерения корпуса судна, грузоподъемность, пассажировместимость, тяга на гаке или сила упора, скорость хода судна, мощность главной энергетической установки, нагрузка масс судна (составляющие массы судна), массовое водоизмещение судна, численность экипажа, сроки службы, провозная способность и др. Эти показатели непосредственным образом характеризуют качества судов. Однако для сравнения судов удобнее применять относительные показатели и коэффициенты.

В качестве анализируемых характеристик принимаются класс судна, его пассажировместимость (грузоподъемность), водоизмещение в грузу, главные размерения (расчетные), суммарная мощность главных двигателей, скорость хода, относительные величины, L/B,L/H,B/T, а также $0{,}12n_{пас}/D$ и $n_{пас}*V/N$ – для пассажирских судов, $P_г/D$ и $P_гV/N$ – для грузовых судов, $(0{,}12\ n_{пас}+P_г)\ V/N$- для грузопассажирских судов. Все упомянутые данные заносятся в таблицу.

Для приближенной оценки условий обеспечения ходкости, прочности и остойчивости судов выполняется расчет соотношений их главных

размерений L/B, L/H и B/T. Для оценки транспортных возможностей сравниваемых судов необходимо выполнить расчеты коэффициентов утилизации судов (для пассажирских судов – $0,12n_{пас}/D$; для грузовых судов- $P_г/D$; для грузопассажирских судов $(0,12n_{пас}+P_{г)}/D)$ и транспортной эффективности судов (для пассажирских судов $n_{пас}V/N$, чел км/кВт; для грузовых судов $P_гV/N$, т.км/кВт; для грузопассажирских судов- $(0,12n_{пас}+P_г)V/N$,т км/кВт ч). При этом необходимо помнить, что мощность главных двигателей в этих расчетах принимается в кВт, а не в лошадиных силах, как приводится во многих справочниках. Перевод в необходимую размерность делается, исходя из известного соотношения 1 л.с.=0,736 кВТ.

При расчете коэффициента утилизации пассажирских судов показатель 0,12 обозначает, что масса пассажира с багажом принята равной 0,12 т.

В заключительной части работы проводится сравнительный анализ относительных показателей, указывается влияние показателя на то или иное качество судна, а также устанавливается (выявляется) соотношение качеств сравниваемых судов. При этом следует полнее раскрывать причинно-следственные связи.

Анализ технико-эксплуатационных характеристик судов ведется в следующей последовательности. Прежде всего, сравниваются класс судна и его пассажировместимость или грузоподъемность. При анализе пассажировместимости необходимо учитывать не только число посадочных мест, но и их комфортабельность (выписать и сравнить каюты каких категорий размещены на судне).

Навигационные качества судов приближенно можно оценить по соотношению их главных размерений. Например, для водоизмещающих относительно тихоходных судов при постоянном водоизмещении с увеличением значения L/B сопротивление воды будет уменьшаться и, следовательно, условия для обеспечения ходкости будет лучше.По соотношению L/H можно выполнить сравнительную оценку условиям прочности корпуса. При одинаковой длине условия обеспечения прочности корпуса у судна, имеющего меньшее значение L/H, будут лучше. При прочих равных условиях по соотношению B/T можно судить об остойчивости судна. С уменьшением B/T остойчивость судов становится выше.

Техническое совершенство и потенциальные транспортные возможности сравниваемых судов можно оценить по коэффициенту утилизации и значению показателей транспортной эффективности. Можно ожидать, когда

выше коэффициент утилизации, судно спроектировано лучше. Значение показателей транспортной эффективности характеризуют, прежде всего, производительность и экономичность судна, как транспортного средства. В самом деле, более высокое значение этого показателя указывает на то, что судно потенциально может выполнять большую работу, приходящуюся на единицу мощности главных двигателей.

Таблица 1- Сравнительный анализ эксплуатационно-технических показателей судов

Характеристики	Анализируемые суда	
	Заданный вариант	Сравниваемые суда
Номер проекта		
Класс судна		
Пассажировместимость, $n_{пас,}$ чел		
Грузоподъемность, $P_г$,т		
Объем грузовых трюмов, $м^3$		
Водоизмещение в грузу, D,т		
Главные размерения (расчетные), м: Длина, L Ширина,B Высота борта, H Осадка,T		
Суммарная мощность главных двигателей , N, кВт		
Скорость, V, км/ч		
Соотношение главных размерений: L/B L/H B/T		
Коэффициент утилизации $0{,}12\,n_{пас}/D$ или $P_г/D$		
Транспортная эффективность судна $\frac{n_{пас}\cdot V}{N}\left(\frac{чел.\cdot км}{кВт\cdot ч}\right)$ или $\frac{P_г\cdot V}{N}\left(\frac{т\,км}{кВт\,ч}\right)$		

4. Систематизация энергетического оборудования базового судна

Целью выполнения этой части работы является систематизация энергетического оборудования с разделением по видам энергии: механическая, электрическая, тепловая. При этом имеется в виду, что судно снабжено производителями (источниками) того или иного вида энергии и на нем имеются потребители энергии. Между производителями и потребителями энергии находятся промежуточное оборудование (промежуточные звенья): проводники энергии, накопители (аккумуляторы), распределители, преобразователи и др.

Имеющуюся информацию по энергетическому оборудованию в отчете необходимо представить с использованием следующей рубрикации:

4.1 Механическая энергия

4.1.1 Источники механической энергии

4.1.2 Потребители механической энергии

4.1.3 Промежуточное оборудование

4.2 Электрическая энергия

4.2.1 Источники электрической энергии

4.2.2 Потребители электрической энергии

4.2.3 Промежуточное оборудование

4.3 Тепловая энергия

4.3.1 Источники тепловой энергии

4.3.2 Потребители тепловой энергии

4.3.3. Промежуточное оборудование

По каждому виду оборудования в отчете даются основные показатели: тип и марка механизма (оборудования), назначение и количество однотипных единиц оборудования, мощность и частота вращения, напряжение тока, теплопроизводительность и т.д.

Номер задания	Номер проекта	Тип судна, класс Регистра
1	20	Грузопассажирский дизель-электроход мощностью 3×662 кВт. Класс «⊕ О»
2	26 - 37	Грузопассажирский теплоход мощностью 3×386 кВт. Класс «⊕ О»
3	588	Грузопассажирский теплоход мощностью 3×275 кВт. Класс «⊕ О»
4	939	Пассажирский двухкорпусный теплоход мощностью 2×166 кВт. Класс «⊕ Р»
5	860	Грузопассажирский теплоход мощностью 3×294 кВт. Класс «⊕ О»
6	92-016	Пассажирский теплоход туристического назначения. Класс «⊕ О», (постройка ЧССР)
7	301	Пассажирский теплоход туристического назначения. Класс «⊕ О», (постройка ГДР)
8	302	Пассажирский теплоход туристического назначения. Класс «⊕ М (лёд)», (постройка ГДР).
9	302 М 302 МК	Пассажирский теплоход туристического назначения. Класс «⊕ М (лёд)», (постройка ГДР)
10	Ку 040	Пассажирский теплоход туристического назначения. Класс «⊕ О», (постройка Австрии)
11	Ку 056	Пассажирский теплоход туристического назначения. Класс «⊕ М», (постройка Австрии)
12	Ку 065	Пассажирский теплоход туристического назначения. Класс «⊕ О», (постройка Австрии)
13	81080	Пассажирский теплоход мощностью 2×110 кВт. Класс «⊕ О (лёд)»
14	507	Сухогрузный теплоход грузоподъёмностью 5300т, мощностью 2×736 кВт. Класс «⊕ О»
15	1565	Сухогрузный теплоход грузоподъёмностью 5000т, мощностью 2×663 кВт. Класс «⊕ О»
16	1566	Составной сухогрузный теплоход грузоподъёмностью 10000т, мощностью 2×663 кВт. Класс «⊕ О»
17	791	Сухогрузный теплоход грузоподъёмностью 2700т, мощностью 2×486 кВт. Класс «⊕ М»
18	1557	Сухогрузный теплоход грузоподъёмностью 2700т, мощностью 2×486 кВт. Класс « Р 4/1 С» Морского Регистра ★
19	781	Сухогрузный теплоход грузоподъёмностью 2000т, мощностью 2×486 кВт. Класс «★Р 4/1 С» Морского Регистра.
20	576	Сухогрузный теплоход грузоподъёмностью 2000т, мощностью 2×368 кВт. Класс «⊕ О».
21	559Б	Сухогрузный теплоход грузоподъёмностью 1200т, мощностью 2×295 кВт. Класс «⊕ О».
22	0225	Сухогрузный теплоход грузоподъёмностью 2100т, мощностью 2×662 кВт. Класс «⊕ М-СП», (постройка Финляндии).

23	292	Сухогрузный теплоход грузоподъёмностью 2100т, мощностью 2×662 кВт. Класс «⊕ М-СП», (постройка Финляндии).
24	326.1	Контейнеровоз грузоподъёмностью 1000т, мощностью 2×441 кВт. Класс «⊕ М-пр (лёд)», (постройка ГДР).
25	1743	Сухогрузный теплоход грузоподъёмностью 2100т, мощностью 2×515 кВт. Класс «⊕ М».
26	Р32БУ	Самоходная шаланда грузоподъёмностью 2900-3350т, мощностью 2×565 кВт. Класс «⊕ М-пр (лёд)»
27	Р19	Сухогрузный двухкорпусный теплоход грузоподъёмностью 1000т, мощностью 2×663 кВт. Класс «⊕ О».
28	Р86А	Сухогрузный теплоход-площадка грузоподъёмностью 700-1000т, мощностью 2×221 кВт. Класс «⊕ Р».
29	Р97И	Сухогрузный теплоход-площадка с изгибающим устройством, мощностью 2×300 кВт. Класс «⊕ О».
30	81110	Сухогрузный теплоход-площадка грузоподъёмностью 1200т, мощностью 2×220 кВт. Класс «⊕ Р».
31	Р143	Составной сухогрузный теплоход с изгибающим устройством для малых рек грузоподъёмностью 311т, мощностью 440 кВт. Класс «⊕ Р».
32	Р168	Сухогрузный теплоход для перевозки овощей и тарно-штучных грузов грузоподъёмностью 625/1350 т, мощностью 2×398 кВт. Класс «⊕ О-пр (лёд)».
33	19610	Сухогрузный теплоход грузоподъёмностью 3900/5500т, мощностью 2×972 кВт. Класс «КМ★ЛЗ 1 АЗ». ★ 1
34	507	Сухогрузный теплоход грузоподъёмностью 5300т, мощностью 2×736 кВт. Класс «⊕ О»
35	488 АМ/4	Сухогрузный теплоход грузоподъёмностью 3000т, мощностью 2×640 кВт. Класс «КМ ЛЗ II-СП А1» (постройка Португалии). ★
36	19611	Сухогрузный теплоход грузоподъёмностью 2800/4100т, мощностью 2×972 кВт. Класс «КМ ★ЛЗ 1АЗ». ★ 1
37	787	Сухогрузный теплоход грузоподъёмностью 1885т, мощностью 2×440 кВт. Класс «КМ★ЛЗ II-СП А1».

Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волжская государственная академия водного транспорта»

Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Решение задач по плавучести и остойчивости

Методические указания и задания
на выполнение расчетно-графических работ
для студентов очного и заочного обучения специальности
180404 «Эксплуатация судового электрооборудования
и средств автоматики» и студентов заочного обучения
специальности 180507 «Менеджмент организации»

Составитель – Е.В. Фунтикова

Нижний Новгород
Издательство ФБОУ ВПО «ВГАВТ»
2012

УДК 629.5.023
Р47

Решение задач по плавучести и остойчивости : метод. указания и задания на выполнение расчетно-графических работ для студ. оч. и заоч. обуч. специальности 180404 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» и студ. заоч. обуч. специальности 180507 «Менеджмент организации» / сост. – Е.В. Фунтикова. – Н. Новгород : Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012. – 20 с.

Указания содержат сведения о плавучести и остойчивости судна. Даны основные положения метода начальной остойчивости, рассмотрены задачи по плавучести с использованием грузовой шкалы и грузового размера, задачи по проверке остойчивости при различных вариантах загрузки судна.

Методические указания написаны в соответствии с программой по дисциплине «Транспортные средства» для специальности 180507 «Менеджмент организации».

Работа рекомендована к изданию кафедрой проектирования и технологии постройки судов (протокол № 12 от 14.06.2012 г.).

© ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012

Введение

Целью этой работы является изучение мореходных качеств судна и закрепление теоретических знаний по плавучести и остойчивости путем решения практических задач с использованием грузовой шкалы.

В ходе работы перед студентом стоят следующие задачи.

1. Изучить разделы по плавучести и остойчивости судна.
2. Научиться работать с грузовой шкалой и грузовым размером судна, решать задачи по плавучести с их использованием.
3. Проверить остойчивость судна по допустимому значению метацентрической высоты при различных вариантах загрузки.

В приложении 1 представлены варианты заданий для выполнения работы.

В связи с тем, что данная работа направлена на изучение плавучести и остойчивости судна, она содержит, наряду с методическими указаниями, общие сведения по этим навигационным качествам, а также пояснения к терминам и определениям основных положений плавучести и начальной остойчивости.

1. Общие сведения по плавучести и остойчивости судна

Выполнение данной работы предусматривает ознакомление с такими мореходными качествами судна, как плавучесть и остойчивость.

1.1. Плавучесть судна

Плавучесть – способность судна находиться в положении равновесия относительно поверхности воды при заданной нагрузке.

На смоченную поверхность корпуса судна непрерывно действуют силы давления воды и силы тяжести всех частей судна и грузов.

Равнодействующая вертикальных составляющих сил давления воды на смоченную поверхность корпуса судна называется силой поддержания.

Согласно закону Архимеда сила поддержания

$$D = \rho \cdot g \cdot V,$$

где V – объем подводной части судна, м^3;
ρ – плотность воды, т/м^3;
g – ускорение свободного падения, м/с^2.

Точка приложения равнодействующей сил поддержания C называется центром величины (рис. 1).

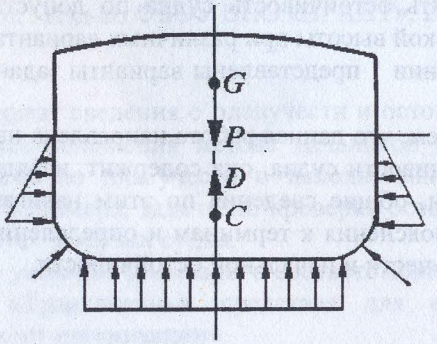


Рис. 1. Силы, действующие на судно

Равнодействующая сил тяжести P приложена в центре тяжести судна – точка G.

Первым условием равновесия плавающего судна является равенство силы тяжести и силы поддержания:

$$P = \rho g V.$$

Это и есть основное уравнение плавучести.

Для того чтобы судно не имело поперечных и продольных наклонений (крена и дифферента), необходимо, чтобы центр величины и центр тяжести в прямом положении судна лежали на одной вертикали, т.е.

$$X_C = X_G;$$
$$Y_C = Y_G = 0.$$

Это второе условие равновесия плавающего судна.

Объем погруженной части судна (V) называется объемным водоизмещением, а величина $\rho \cdot V$ называется массовым водоизмещением.

Каждой осадке судна соответствует свое объемное и массовое водоизмещение.

Водоизмещение порожнем – водоизмещение судна без запасов, расходных материалов, грузов и людей.

Водоизмещение в полном грузу – водоизмещение судна при его осадке по конструктивную ватерлинию.

Грузовым размером называется плавная кривая, абсциссы которой в определенном масштабе представляют водоизмещение судна при данной осадке (рис. 2). Грузовой размер служит для определения водоизмещения при данной осадке или, наоборот, определения осадки при данном водоизмещении.

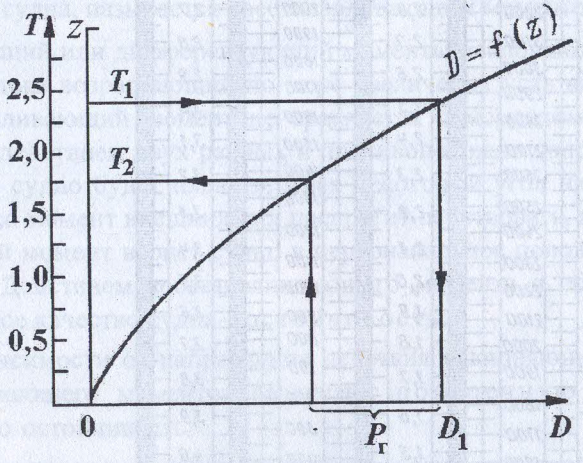


Рис. 2. Грузовой размер

Грузовая шкала выражает зависимость между осадкой судна, его водоизмещением, дейдведом (массой переменных грузов), числом тонн, вызывающим изменение осадки на 1 см в пресной и морской воде (рис. 3). Основой для построения грузовой шкалы служит грузовой размер.

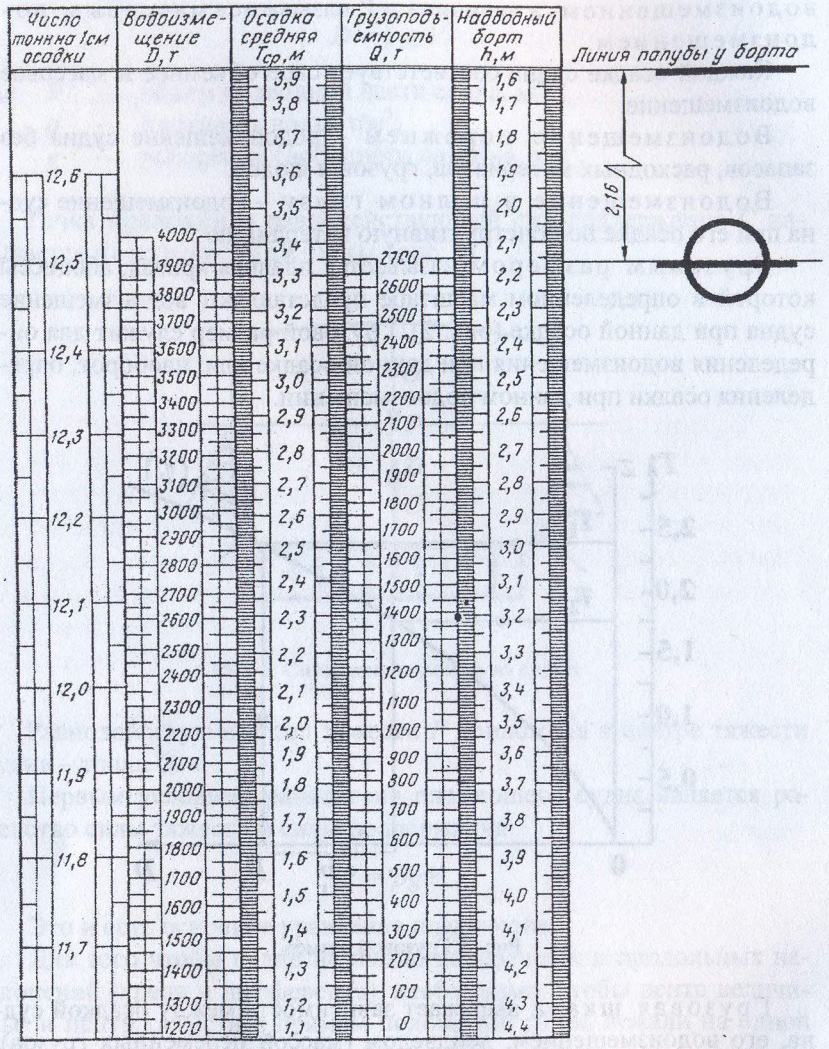


Рис. 3. Грузовая шкала

1.2. Остойчивость судна

Остойчивость – способность судна, наклоненного внешними силами, возвращаться в исходное положение равновесия после прекращения действия этих сил.

Остойчивость – чрезвычайно важное мореходное качество судна. Недостаточная остойчивость при определенных условиях является непосредственной причиной опрокидывания и гибели судна, грузов и людей.

Момент внешних сил, стремящихся наклонить судно в поперечной плоскости, называется кренящим моментом ($M_{кр}$), а в продольной – дифферентующим моментом ($M_{диф}$).

Момент сил тяжести и поддержания, направленный против наклонения судна, называется восстанавливающим моментом.

Кренящий или дифферентующий моменты наклоняют судно до тех пор, пока возрастающий по мере увеличения угла наклонения восстанавливающий момент не сравняется с моментом внешних сил. Под действием двух равных и противоположно направленных моментов судно будет плавать, имея некоторый угол наклонения. Как только момент внешних сил прекратит действовать, восстанавливающий момент вернет судно в первоначальное положение равновесия. Действием восстанавливающего момента и объясняется мореходное качество судна – остойчивость.

В зависимости от направления действия наклоняющего и восстанавливающего моментов различают поперечную и продольную остойчивость.

В зависимости от значения величины угла наклонения различают начальную остойчивость при малых углах (10–12°) и остойчивость на больших углах крена (конечных углах наклонения). На малых углах наклонения для определения восстанавливающего момента используется метацентрическая формула остойчивости (метод начальной остойчивости). При больших углах наклонения используется другой метод.

1.3. Метацентрическая формула остойчивости

Определения, входящих в формулу величин (рис. 4):

– центр кривизны траектории, по которой перемещается центр величины, называется метацентром (m_0). Он находится как точка пересечения линий действия силы поддержания (в исходном положении равновесия и в наклоненном состоянии судна);

– расстояние от центра тяжести судна до метацентра называется метацентрической высотой (h_0);

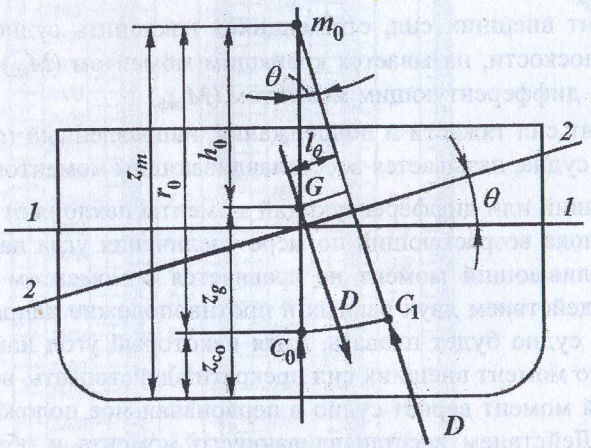


Рис. 4. Элементы начальной остойчивости (поперечное наклонение):

m_0 – начальный поперечный метацентр;
r_0 – начальный поперечный метацентрический радиус;
h_0 – начальная поперечная метацентрическая высота, м;
z_m – аппликата метацентра, м;
z_{c_0} – аппликата центра величины, м;
z_g – аппликата центра массы судна, м.

– радиус кривизны траектории центра величины называется метацентрическим радиусом (r_0). В методе начальной остойчивости траектория центра величины заменяется дугой окружности с радиусом равным метацентрическому;

– величина восстанавливающего момента определяется по формулам:

$M_\Theta = D \cdot l_\Theta = D \cdot h_0 \cdot \sin\Theta$ – при поперечном наклонении;

$M_\Psi = D \cdot l_\Psi = D \cdot h_0 \cdot \sin\Psi$ – при продольном наклонении,

где l – плечо восстанавливающего момента, м.

Плечо восстанавливающего момента – это перпендикуляр, опущенный из центра тяжести судна на линию действия силы поддержания.

По Правилам Российского Речного Регистра остойчивость судна должна удовлетворять ряду требований. Проверка соответствия судна этим требованиям выполняется как на этапе его проектирования, так и в процессе эксплуатации судна. В перечень требований Регистра к остойчивости входит требование к начальной поперечной остойчивости, т.е. остойчивости судна на тихой воде при посадке прямо (угол крена равен 0°). Проверка такой остойчивости заданного судна студентами выполняется в соответствии с настоящими указаниями.

Метацентрическая высота судна в соответствии с рис. 4 определяется по формуле

$$h_0 = z_m - z_g . \qquad (1)$$

Аппликата центра массы судна (z_g) зависит от количества принятого груза и распределения его по высоте судна.

Начальная поперечная остойчивость судна регламентируется Речным Регистром путем проверки условия выполнения допустимого значения метацентрической высоты ($h_{\text{рег}}$), т.е. выполняется условие

$$h_i \geq h_{\text{рег}} , \qquad (2)$$

где h_i – фактическое значение метацентрической высоты при i-м состоянии судна по загрузке.

2. Порядок выполнения практической работы

Целью работы является приобретение навыков в решении задач по плавучести и остойчивости судна. Работа выполняется по индивидуальным заданиям. Номер варианта задания определяется преподавателем по приложению 1.

2.1. Задачи по плавучести судна с использованием грузовой шкалы

Исходные данные:
– грузовая шкала для сухогрузного теплохода;
– осадка судна принимается по варианту задания.
Постановка задач:
1. При заданной осадке определить водоизмещение судна, грузоподъемность, массу груза, изменяющего осадку на 1 см.
2. Определить количество груза, которое может принять судно до полной загрузки.
3. Вычислить, какое количество груза можно принять дополнительно или требуется снять с судна при прохождении мелководного участка глубиной 3 м, если под килем достаточно иметь запас в 30 см.

Грузовая шкала используется следующим образом: на грузовой шкале отмечается, согласно условию, точка, и к ней горизонтально прикладывается линейка. Точки пересечения линейки со шкалами укажут остальные искомые величины.

При решении задач предполагается, что судно не имеет крена и дифферента.

2.2. Задачи по плавучести судна с использованием грузового размера

Исходные данные принимаются по варианту задания:
– главные размерения судна;
– водоизмещение судна при соответствующей осадке.
Постановка задач:
1. Построить грузовой размер, соответствующий условиям эксплуатации судна в пресной воде $D_i = f(T_i)$.

Для построения грузового размера следует осадку судна (T) разделить на 4 равные части и найти приращение осадки ΔT, тогда $T_1 = \Delta T$, $T_2 = 2\Delta T$, $T_3 = 3\Delta T$, $T_4 = T$. Каждой осадке соответствует водоизмещение, указанное в задании.

2. Определить осадку судна порожнем.

Массу судна в таком состоянии (D_1) можно определить в зависимости от его полного водоизмещения ($D_{пол}$ соответствует осадке по КВЛ) по формуле

$$D_1 = k_п \cdot D_{пол},$$

где $k_п$ – коэффициент, значение которого для трюмных сухогрузных судов может быть принято равным 0,3.

3. Определить осадку судна при 50% загрузке.
Определяем массу груза:

$$P_{гр50\%} = 0{,}5\ (D_{пол} - D_1).$$

Вычисляем массу судна с грузом:

$$D_2 = D_1 + P_{гр50\%}.$$

По грузовому размеру найдем осадку судна с грузом.

4. Определить, какое количество груза приняли на судно при увеличении его осадки порожнем на 1,5 м.

По грузовому размеру определим массу судна с грузом D_3 при новой осадке и вычислим массу груза:

$$P_{гр} = D_3 - D_1.$$

2.3. Задачи по остойчивости судна

Исходные данные принимаются по варианту задания:
– главные размерения судна;
– значения аппликат метацентра судна при соответствующей осадке.
Постановка задач:
1. Построить кривую начальной остойчивости – график зависимости аппликаты метацентра судна от его садки $z_m = f(T_i)$ в пресной воде (ρ = 1 т/м^3) (рис. 5).
2. Произвести проверку остойчивости при следующих вариантах загрузки:
– судно порожнем;
– судно в грузу;
– при вертикальном перемещении груза.

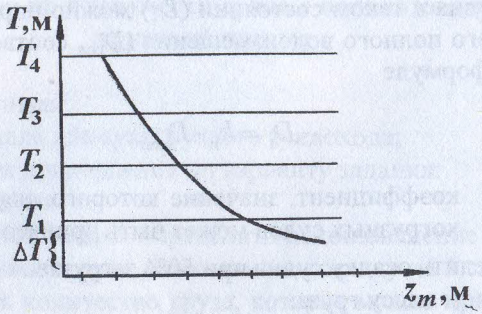


Рис. 5. Кривая начальной остойчивости $z_m = f(Ti)$

Судно порожнем

Аппликату центра массы судна (z_{g1}) при рассматриваемом состоянии можно определить в зависимости от высоты борта (H) по формуле

$$z_{g1} = k \cdot H,$$

где k – коэффициент, значение которого для трюмных сухогрузных судов может быть принято равным 0,7.

Аппликата метацентра (z_{m1}) находится в зависимости от осадки судна по кривой начальной остойчивости. В свою очередь осадка определяется по грузовому размеру при известном водоизмещении $V_1 = \frac{D_1}{\rho}$. При известных значениях z_{g1} и z_{m1} расчетное значение метацентрической высоты определяется по формуле

$$h_1 = z_{m1} - z_{g1}.$$

В заключение необходимо проверить выполнение требования Речного Регистра к начальной остойчивости порожнего судна (формула 2), т.е. сопоставить значения h_1 и $h_{рег}$, где $h_{рег}$ = 0,2 м (норма Регистра).

Судно в грузу

В трюм судна приняли груз с аппликатой центра тяжести $z_{g\,гр} = 2{,}2$ м (рис. 6).

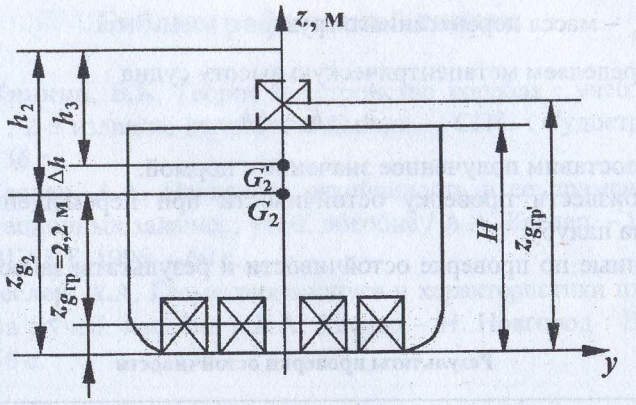


Рис. 6. Судно в грузу

Массу груза $P_{гр}$ принять по п. 2.2 при увеличении осадки на 1,5 м.

По кривой начальной остойчивости при известной осадке определим аппликату метацентра z_{m2}.

При известном значении массы судна с грузом, расчет аппликаты центра массы этого судна выполняется по формуле

$$z_{g_2} = \frac{D_1 z_{g_1} + P_{гр} z_{g\,гр}}{D_3}, \text{ м.}$$

Вычисляем метацентрическую высоту судна

$$h_2 = z_{m2} - z_{g2}.$$

Сравним ее значение с нормой.

Перемещение груза

Четверть груза переместили вверх на палубу так, что его аппликата центра тяжести стала

$$z_{g\,гр'} = z_{g\,гр} + H.$$

Находим изменение метацентрической высоты судна:

$$\Delta h = \frac{P_{гр}\left(z_{g\,гр'} - z_{g\,гр}\right)}{D_3},$$

где $P_{гр}$ – масса перенесенного груза.

Определяем метацентрическую высоту судна

$$h_3 = h_2 - \Delta h.$$

Сопоставим полученное значение с нормой.

Произвести проверку остойчивости при перемещении всего груза на палубу.

Данные по проверке остойчивости и результаты занести в таблицу.

Результаты проверки остойчивости

Варианты загрузки	Показатель, единица измерения				
	Масса судна, D, т	Аппликата центра массы судна, z_g, м	Аппликата метацентра, z_m, м	Метацентрическая высота, h, м	Результат проверки
Судно порожнем					
Судно в грузу					
Частичное перемещение груза	–				
Перемещение всего груза	–				

3. Оформление работы

Работа оформляется на листах формата А4 и должна содержать: титульный лист (приложение 2), исходные данные с указанием номера варианта, решение задач по плавучести с построением грузового размера, решение задач по остойчивости с графиком кривой.

Библиографический список

1. **Жинкин, В.Б.** Теория и устройство корабля : учеб. / В.Б. Жинкин ; 2-е издание, исправл. и дополн. – СПб. : Судостроение, 2000. – 336 с.

2. **Кеслер, А.А.** Начальная остойчивость и ее применение в эксплуатационных задачах : учеб. пособие / А.А. Кеслер. – Н. Новгород : ВГАВТ, 1996. – 60 с.

3. **Кеслер, А.А.** Геометрия корпуса и характеристики плавучести судна : учеб. пособие / А.А. Кеслер – Н. Новгород : ВГАВТ, 1993. – 56 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Варианты индивидуальных заданий

№ варианта	п. 2.1	п. 2.2									
	Осадка, м	Высота борта, м	Осадка, м	D_i, м^3				z_{mi}, м			
				№ ВЛ				№ ВЛ			
		Н	Т	1	2	3	4 квл	1	2	3	4 квл
1	3,3	5,5	3,4	910	1920	2960	4040	16,4	9,1	7,5	7,9
2	3,25	5,4	3,5	1122	2367	3655	4385	20,9	11,2	8,2	6,9
3	3,2	5,0	3,0	897	1845	2824	3862	23,4	12,0	8,8	7,3
4	3,15	5,4	3,2	920	1942	2998	4090	20,7	11,0	7,7	6,3
5	3,0	5,0	3,2	663	1393	2148	2935	19,0	10,0	7,3	6,1
6	2,95	5,4	3,0	663	1419	2209	3025	11,8	6,5	5,1	4,5
7	2,9	4,5	3,0	632	1302	1991	2704	14,0	7,7	6,0	5,4
8	2,85	4,5	2,8	631	1299	1986	2716	19,0	10,0	7,3	6,1
9	2,8	5,0	3,2	900	1898	2931	3968	17,4	9,32	6,9	5,9
10	2,75	5,1	3,2	942	1939	2963	4058	19,7	10,4	7,6	6,5
11	2,7	5,0	3,0	615	1300	2002	2721	21,1	14,9	8,5	7,1
12	2,65	5,2	3,1	617	1300	2008	2728	19,0	10,0	7,3	6,1
13	2,6	4,8	2,8	752	1548	2361	3219	25,8	13,5	9,6	7,8
14	2,55	5,4	3,8	1010	2131	3290	4489	12	6,6	5,3	4,8
15	2,5	5,0	3,0	731	2085	3106	4573	16,9	9,2	7,0	6,1
16	2,45	4,0	2,6	455	923	1404	1937	15,9	8,4	6,6	5,9
17	2,4	5,5	3,5	908	1915	2957	4029	15,4	8,4	6,3	5,5
18	2,38	5,2	3,0	850	1785	2760	3755	21,0	11,5	8,0	6,8
19	2,35	5,8	3,8	1308	2759	4260	5811	17,9	10,2	8,1	7,2
20	2,3	4,8	3,0	662	1396	2156	2940	16,4	8,8	6,5	5,6
21	2,25	5,2	3,0	848	1788	2762	3754	21,1	11,2	8,1	6,8
22	2,2	4,8	3,2	796	1680	2595	3543	23,8	10,2	7,2	6,0
23	2,35	5,6	3,0	889	1874	2894	3933	19,4	10,3	7,6	6,4
24	2,3	5,5	3,1	829	1748	2700	3682	21,4	11,3	8,2	6,8

№ варианта	п. 2.1	п. 2.2									
	Осадка, м	Высота борта, м	Осадка, м	D_i, м^3				z_{mi}, м			
				№ ВЛ				№ ВЛ			
		Н	Т	1	2	3	4 квл	1	2	3	4 квл
25	2,25	5,8	3,3	982	2072	3200	4363	20,6	10,9	8,3	7,1
26	2,2	5,2	3,1	805	1697	2621	3575	15,9	8,6	6,4	5,5
27	2,15	5,0	2,8	540	1136	1743	2358	13,9	7,5	5,6	4,8
28	2,0	5,5	3,6	1167	2461	3800	5165	19,0	10,2	7,6	6,5
29	1,95	5,2	3,0	690	1454	2245	3062	15,8	8,5	6,3	5,4
30	1,9	5,3	3,3	968	2037	3145	4344	18,9	9,9	7,5	6,6
31	1,85	5,1	3,3	1046	2258	3487	4757	23,1	12,2	9,2	7,6
32	1,8	5,6	3,6	1167	2461	3800	5185	22,6	12,0	8,8	7,4
33	1,75	4,5	3,0	584	1186	1806	2455	13,5	7,3	5,5	4,8
34	1,7	4,6	2,8	678	1430	2210	3014	19,5	10,3	7,8	5,8
35	1,65	4,5	3,2	768	1620	2478	3328	19,5	10,4	7,6	6,4
36	1,6	4,8	3,0	786	1644	2534	3443	21,2	11,2	8,1	6,8
37	1,55	5,0	3,2	930	1960	3028	4130	21,2	11,6	8,4	6,5
38	1,5	5,5	3,6	1227	2587	3995	5449	21,3	11,4	8,3	7,1
39	1,45	5,2	3,2	810	1666	2548	3472	15,6	8,5	3,8	2,3
40	1,4	5,0	3,5	972	2025	3165	4317	19,1	9,8	6,7	5,1
41	1,35	4,8	2,8	611	1298	3429	4170	21,3	11,1	7,6	6,2
42	1,33	5,5	3,5	533	1625	2755	3921	17,4	9,5	7,1	6,2
43	1,3	5,2	3,4	987	2061	3214	4384	19,7	10,5	7,7	6,5
44	1,28	5,0	3,0	585	1233	1902	2593	13,8	7,5	5,6	4,9
45	1,25	4,8	2,6	518	1091	1685	2298	15,2	8,8	6,7	5,9
46	1,23	5,0	3,0	649	1369	2114	2883	19,3	10,2	7,5	6,3
47	1,2	5,0	3,3	584	1232	1901	2593	13,8	7,5	5,6	4,9
48	1,18	5,5	3,6	1193	2515	3884	5298	20,5	10,9	8,1	6,9
49	1,15	4,9	3,3	822	1692	2588	3539	19,0	10,1	7,5	6,3
50	1,1	5,0	3,2	757	1597	2466	3364	16,5	8,9	6,6	5,7

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волжская государственная академия водного транспорта»

Кафедра проектирования и технологии постройки судов

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

ПО ПЛАВУЧЕСТИ И ОСТОЙЧИВОСТИ

Вариант №

Разработал студент: Ф.И.О.
(номер группы, подгруппы)

Проверил: Ф.И.О.
(должность и ученая
степень преподавателя)

Оглавление

Введение 3
1. Общие сведения по плавучести и остойчивости судна 3
   1.1. Плавучесть судна 3
   1.2. Остойчивость судна 7
   1.3. Метацентрическая формула остойчивости 8
2. Порядок выполнения практической работы 9
   2.1. Задачи по плавучести судна с использованием грузовой шкалы 10
   2.2. Задачи по плавучести судна с использованием грузового размера 10
   2.3. Задачи по остойчивости судна 11
3. Оформление работы..... 14
Библиографический список..... 15
Приложение 1..... 16
Приложение 2 18

РГР 2

Тема: «Определение сопротивления движения судна и расчет характеристик винта»

Контролируемые компетенции:

ОПК-2 – способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности
ПК-34 – Способен планировать выполнение технического обслуживания, включая установленные законом проверки и проверки класса судна
ПК-14. Способен владеть знаниями правил несения судовых вахт, поддержания судна в мореходном состоянии, способностью осуществлять контроль за выполнением установленных требований норм и правил

ПК-16. Способен осуществлять организацию работы коллектива в сложных и критических условиях в том числе при борьбе с пожаром и спасении экипажа, осуществлять выбор, обоснование, принятие и реализацию управленческих решений в рамках приемлемого риска

Расчет производится в соответствии с заданием по методическим указаниям:

Кеслер, А.А. Расчет характеристик винта при выборе гребного электродвигателя: метод. указания и задания для студ. оч. и заочн. обуч. специальности 180404 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» / А.А. Кеслер, Е.В. Фунтикова. – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2011.– 28 с.

Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волжская государственная академия водного транспорта»

Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Расчет характеристик винта при выборе гребного электродвигателя

Методические указания и задания
для студентов очного (лабораторная работа)
и заочного (контрольная работа) обучения специальности
180404 «Эксплуатация судового электрооборудования
и средств автоматики»

Составители – А.А. Кеслер, Е.В. Фунтикова

Кафедра
проектирования судов
№ _____

Нижний Новгород
Издательство ФГОУ ВПО «ВГАВТ»
2011

УДК 629.5.037
Р24

Расчет характеристик винта при выборе гребного электродвигателя : метод. указания и задания для студ. оч. (лабор. раб.) и заоч. (контр. раб.) обуч. специальности 180404 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» / сост. – А.А. Кеслер, Е.В. Фунтикова. – Н. Новгород : Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2011. – 28 с.

Дана последовательность расчета силы сопротивления движению судна с использованием показателей судна-прототипа. Представлены рекомендации по определению характеристик винта и выбору гребного электродвигателя.

Методические указания составлены в соответствии с программами по дисциплине «Теория и устройство судов» для студентов очной и заочной форм обучения специальности 180404 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики».

Работа рекомендована к изданию кафедрой проектирования и технологии постройки судов (протокол № 8 от 24.03.2011 г.).

© ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2011

Введение

Целью работы является закрепление теоретических знаний по гидромеханике судна и получение навыков по определению элементов винтовых движителей и выбору электродвигателя гребной электрической установки (ГЭУ).

ГЭУ – это система электрического привода гребных винтов судна. Современные ГЭУ могут быть различных типов, но в состав каждой из них входят:

- первичный двигатель (ДВС, паровая или газовая турбина);
- электрический генератор переменного или постоянного тока, приводимый в движение первичным двигателем;
- гребные электродвигатели постоянного или переменного тока различных типов;
- гидравлические движители – гребные винты или водометные насосы.

В зависимости от числа гребных валов ГЭУ подразделяют на одно-, двух- и трехвальные, а по способу передачи движения от электродвигателей на гребные винты – на установки с редукторной и с прямой передачей.

По роду тока ГЭУ двойного рода подразделяют на установки переменного, постоянного и двойного рода тока. В качестве гребных электродвигателей в ГЭУ переменного тока используются электродвигатели переменного тока, в ГЭУ постоянного – электродвигатели постоянного тока. ГЭУ двойного рода тока имеют электродвигатели постоянного тока, которые получают электроэнергию от синхронных генераторов через преобразователи переменного тока в постоянный.

В ходе работы студенту необходимо выполнить:

- приближенный расчет силы сопротивления движению судна;
- расчет элементов гребного винта, а также необходимой мощности и частоты вращения гребного электродвигателя;
- выбор гребного электродвигателя для судна.

В приложении 1 представлены варианты исходных данных для выполнения работы. Они включают конструктивные главные размерения корпуса судна, м: длину (L), ширину (B) и осадку (T). Кроме того, варьируются значения коэффициента полноты водоизмещения (δ) и скорости хода судна (v_0, км/ч).

Количество движителей (x) принимается в зависимости от заданной ширины судна:

при $B \le 7{,}5$ м принимается $x = 1$;

при $B > 7{,}5$ м – $x = 2$.

Номер варианта выбирается студентом по двум последним цифрам шифра зачетной книжки.

Значения характеристик в приложении 1 даны с учетом того, что в работе производится выбор гребного электродвигателя для пассажирского судна, имеющего обычную (нетоннельную) корму.

1. Приближенный расчет силы сопротивления движению судна на глубокой тихой воде

При движении судна возникает сопротивление его движению со стороны окружающей среды; оно включает несколько составляющих:

- сопротивление трения;
- сопротивление формы (вихревое сопротивление);
- волновое сопротивление;
- сопротивление выступающих частей;
- сопротивление воздуха.

При выполнении расчета сопротивления движению судов сопротивление формы корпуса и волновое сопротивление объединяют в одну составляющую полного сопротивления, которая называется остаточным сопротивлением.

Полное сопротивление движению судна определяется по формуле

$$R = c\frac{\rho v^2}{2}S, \qquad (1)$$

где c – коэффициент полного сопротивления;

ρ – плотность воды (для пресной воды $\rho = 1$ т/м^3);

S – смоченная поверхность корпуса судна, м^2;

v – скорость хода судна, м/с.

Смоченная поверхность корпуса приближенно рассчитывается по формуле

$$S \simeq L\,(0{,}55 + 0{,}45\,\delta^2)\,(B + 2T),$$

где L, B, T – длина, ширина и осадка судна по конструктивную ватерлинию (КВЛ) соответственно, м;

δ – коэффициент полноты водоизмещения.

Коэффициент полного сопротивления рассчитывается по формуле

$$C = C_o + C_т + \Delta C_т + C_{в\,ч} + C_в,$$

где C_o – коэффициент остаточного сопротивления;

$C_т$ – коэффициент сопротивления трения эквивалентной гидродинамически гладкой пластины;

$\Delta C_т$ – надбавка к коэффициенту сопротивления $C_т$, учитывающая влияние шероховатости поверхности корпуса судна;

$C_{в\,ч}$ – коэффициент сопротивления, вызванного выступающими частями (кронштейнами гребных валов, рулевыми органами и др.);

$C_в$ – коэффициент воздушного сопротивления надводной части судна.

Величина C_o зависит от числа Фруда (Fr_V), характеризующего скоростной режим судна, и формы корпуса. Число Фруда по водоизмещению определяется по формуле

$$\mathrm{Fr}_V = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \sqrt[3]{V}}},$$

где v – скорость хода судна, м/с;

V – объемное водоизмещение корпуса судна, м^3;

g – 9,81 м/с^2 – ускорение свободного падения.

Для расчета коэффициента остаточного сопротивления используется формула

$$C_o = C_o' \frac{\chi_{L/B}\,\chi_{B/T}\,\chi_\delta\,\overline{S}'}{\chi'_{L/B}\,\chi'_{B/T}\,\chi'_\delta\,\overline{S}}, \qquad (2)$$

где C'_0 – коэффициент остаточного сопротивления судна-прототипа при некотором значении числа Фруда (Fr_V);

$\chi_{L/B}, \chi_{B/T}, \chi_\delta$ – поправочные множители для расчетного судна;

$\chi'_{L/B}, \chi'_{B/T}, \chi'_\delta$ – аналогичные множители для судна-прототипа;

$\overline{S}, \overline{S}'$ – относительная смоченная поверхность расчетного судна и судна-прототипа соответственно.

Относительная смоченная поверхность расчетного судна находится по формуле

$$\overline{S} = \frac{S}{V^{2/3}},$$

где $V = \delta LBT$ – объемное водоизмещение корпуса, м^3.

Выбор судна-прототипа производится исходя из показателей L/B, δ, B/T и $\overline{S}$ расчетного судна по табл. 1.1. При этом следует, прежде всего, обратить внимание на близость к судну-прототипу значений параметров L/B и δ, а затем B/T и $\overline{S}$.

Таблица 1.1

Характеристики судов-прототипов

№ судна-прототипа	L/B	B/T	δ	$\overline{S}'$
1	6,77	4,00	0,500	6,90
2	5,72	4,01	0,465	7,10
3	6,60	4,95	0,573	7,53
4	7,75	5,27	0,575	8,00
5	8,10	5,05	0,710	8,05
6	9,35	5,64	0,656	8,77
7	7,10	8,07	0,737	9,45

После выбора судна-прототипа производится расчет силы сопротивления движению заданного судна по форме табл. 1.2. При этом вначале определяются и вносятся в табл. 1.2 исходные показатели по расчетному судну и судну-прототипу.

Режимы движения расчетного судна задаются пятью значениями числа Фруда: 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 и 0,8.

Значение коэффициента остаточного сопротивления выбранного судна-прототипа $\left(C'_0\right)$ находится с использованием рис. 1.1.

Расчет по табл. 1.2 выполняется следующим образом. Для каждого из принятых чисел Фруда по имеющимся значениям (L/B), (B/T), δ – для расчетного судна и $(L/B)'$, $(B/T)'$, δ' – для судна-прототипа с графиков снимаются значения $\chi_{L/B}$, $\chi'_{L/B}$, $\chi_{B/T}$, $\chi'_{B/T}$, χ_δ, χ'_δ. Соответствующие графики представлены на рис 1.2, 1.3, 1.4.

После расчета коэффициента остаточного сопротивления (C_0) находятся другие составляющие коэффициента полного сопротивления движению расчетного судна.

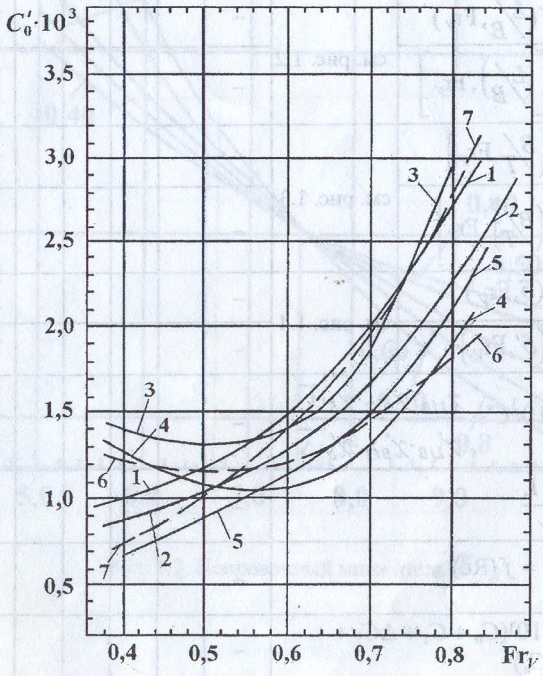


Рис. 1.1. Зависимости коэффициента остаточного сопротивления для судов-прототипов (на поле графика даны номера судов-прототипов)

Таблица 1.2

Расчет сопротивления движению судна

Характеристики расчетного судна и константы: $L/B = \ldots$; $B/T \ldots$; $\delta = \ldots$; $V = \ldots$ м³; $S = \ldots$ м²; $\rho = 1{,}0$ т/м³; $g = 9{,}81$ м/с²									
№ п/п	Расчетные формулы		Размерность	Режимы движения					Примечание
1	Fr_V		–	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	судно-прототип №
2	$v = \mathrm{Fr}_V \sqrt{g \cdot V^{1/3}}$		м/с						
3	$10^3\, C'_o = f(\mathrm{Fr}_V)$		–						
4	$\chi_{L/B} = f(L/B, \mathrm{Fr}_V)$	см. рис. 1.2	–						
5	$\chi'_{L/B} = f\left[\left(L/B\right)', \mathrm{Fr}_V\right]$		–						$\left(L/B\right)' = \ldots$
6	$\chi_{B/T} = f\left(B/T, \mathrm{Fr}_V\right)$	см. рис. 1.3	–						
7	$\chi'_{B/T} = f\left[\left(B/T\right)', \mathrm{Fr}_V\right]$		–						$\left(B/T\right)' = \ldots$
8	$\chi_\delta = f(\delta, \mathrm{Fr}_V)$	см. рис. 1.4	–						
9	$\chi'_\delta = f\left(\delta', \mathrm{Fr}_V\right)$		–						$\delta' = \ldots$
10	$10^3 C_o = 10^3 C'_o \cdot \dfrac{\chi_{L/B} \cdot \chi_{B/T} \cdot \chi_\delta \cdot \overline{S}'}{\chi'_{L/B} \cdot \chi'_{B/T} \cdot \chi'_\delta \cdot \overline{S}}$		–						$\overline{S}' = \ldots$; $\overline{S} = \ldots$
11	$\mathrm{Re} = \dfrac{v \cdot L}{\nu}$		–						
12	$10^3 \cdot C_т = f(\mathrm{Re})$		–						
13	$10^3 \cdot C = 10^3 (C_o + C_т + \Delta C_т + C_{в\,ч} + C_в)$		–						
14	$R = C \cdot \dfrac{\rho}{2} \cdot S \cdot v^2$		кН						
15	$v_ч = 3{,}6 \cdot v$		км/ч						

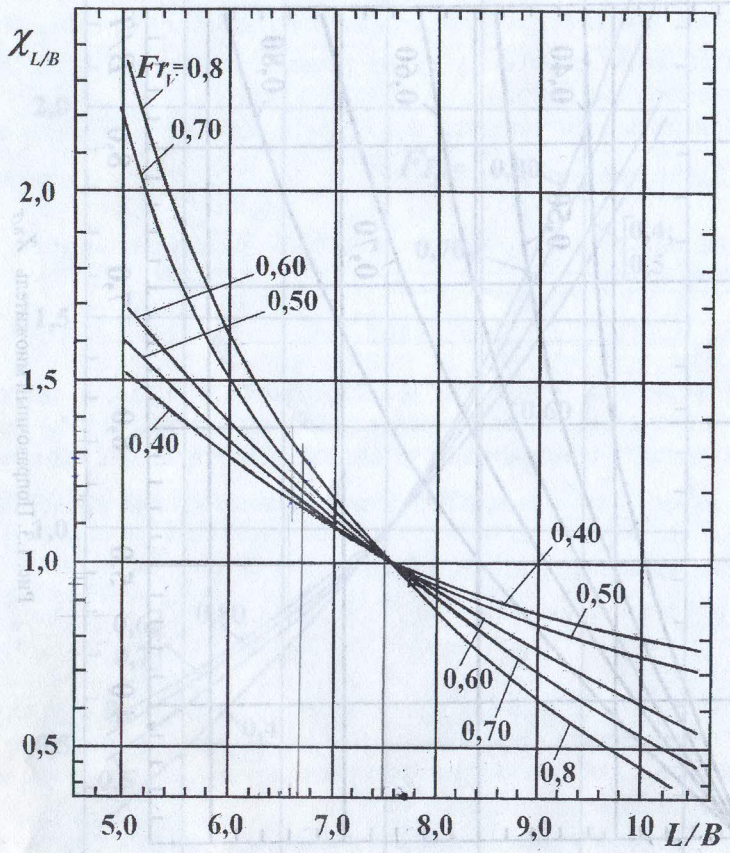


Рис. 1.2. Поправочный множитель $\chi_{L/B}$

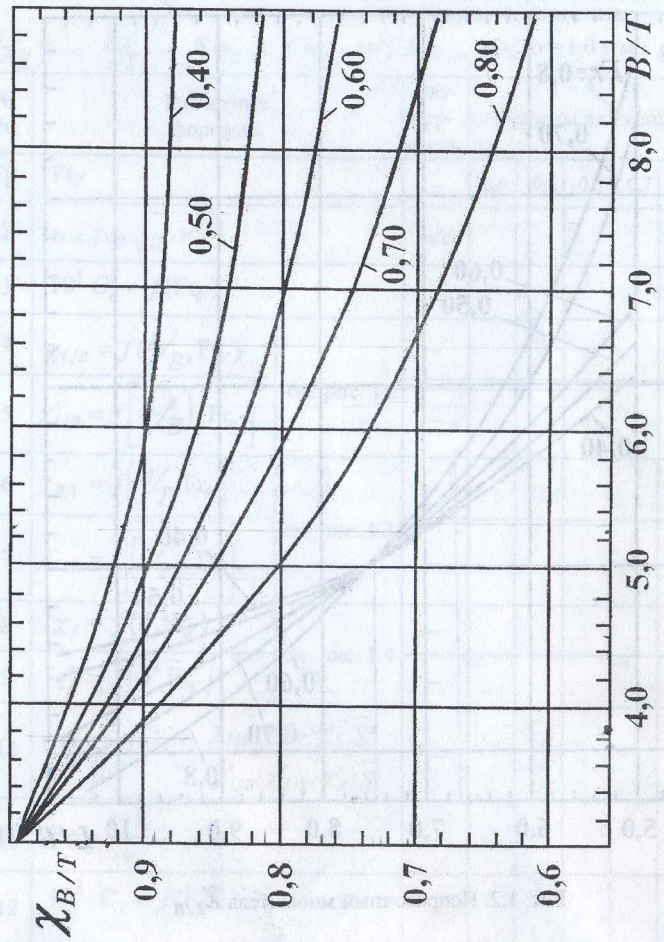


Рис. 1.3. Поправочный множитель $\chi_{B/T}$

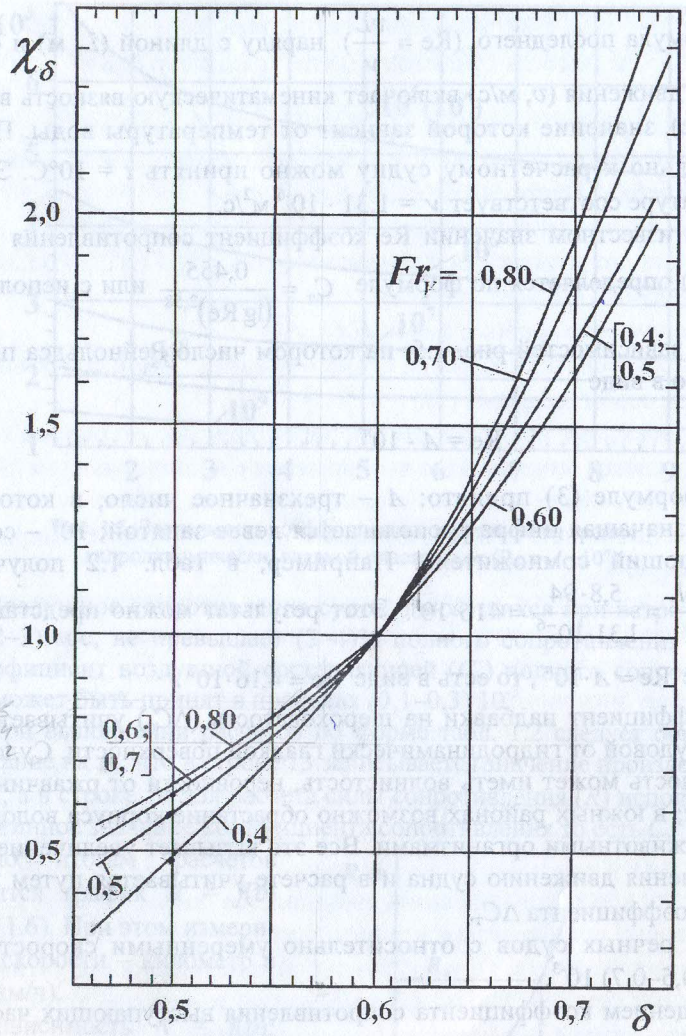


Рис. 1.4. Поправочный множитель χ_δ

Коэффициент сопротивления трения гидродинамически гладкой пластины определяется в зависимости от числа Рейнольдса (Re).

Формула последнего ($\mathrm{Re} = \frac{vL}{\nu}$) наряду с длиной ($L$, м) и скоростью движения (v, м/с) включает кинематическую вязкость воды (ν, м^2/с), значение которой зависит от температуры воды. Применительно к расчетному судну можно принять t = 10°С. Этой температуре соответствует $\nu = 1{,}31 \cdot 10^{-6}$ м^2/с.

При известном значении Re коэффициент сопротивления трения ($C_т$) определяется по формуле $C_т = \frac{0{,}455}{(\lg \mathrm{Re})^{2{,}58}}$ или с использованием зависимостей рис. 1.5, на котором число Рейнольдса представлено в виде

$$\mathrm{Re} = A \cdot 10^n. \qquad (3)$$

В формуле (3) принято: A – трехзначное число, в котором первая значащая цифра располагается левее запятой; 10^n – соответствующий сомножитель. Например, в табл. 1.2 получено $\mathrm{Re} = \frac{v \cdot L}{\nu} = \frac{5{,}8 \cdot 94}{1{,}31 \cdot 10^{-6}} = 416 \cdot 10^6$. Этот результат можно представить в форме $\mathrm{Re} = A \cdot 10^n$, то есть в виде $\mathrm{Re} = 4{,}16 \cdot 10^8$.

Коэффициент надбавки на шероховатость ($\Delta C_т$) учитывает отличие судовой от гидродинамически гладкой поверхности. Судовая поверхность может иметь волнистость, неровности от ржавчины и окраски; в южных районах возможно обрастание корпуса водорослями и животными организмами. Все это вызывает увеличение сопротивления движению судна и в расчете учитывается путем введения коэффициента $\Delta C_т$.

Для речных судов с относительно умеренными скоростями $\Delta C_т = (0{,}5–0{,}7)\ 10^{-3}$.

Введением коэффициента сопротивления выступающих частей ($C_{в\,ч}$) учитывается сопротивление, вызываемое конструкциями судна, находящимися за пределами «голого корпуса», то есть гребными валами и их кронштейнами, рулями, вертикальными и бортовыми килями. Значение этого коэффициента для большинства речных судов не превышает $(0{,}25–0{,}3)\ 10^{-3}$.

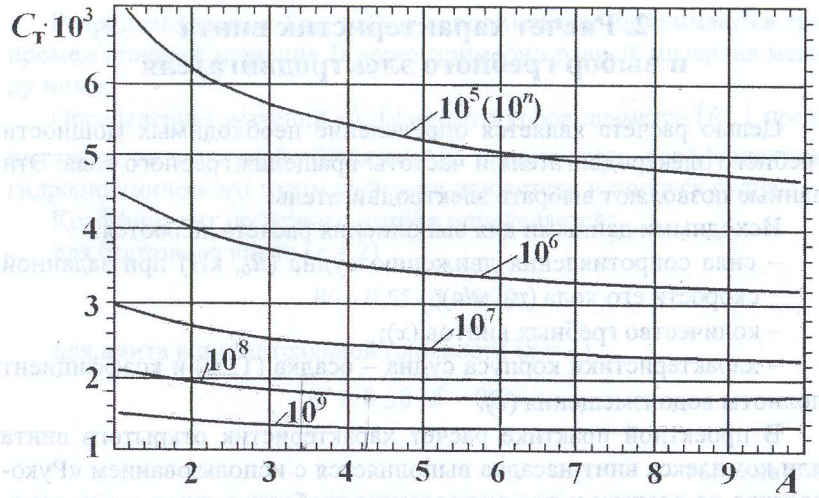


Рис. 1.5. Зависимость коэффициента сопротивления трения гидродинамически гладкой пластины от ($\mathrm{Re} = A \cdot 10^n$)

Воздушное сопротивление судов, движущихся при ветре силой до (2–3) м/с, не превышает (3–4)% полного сопротивления воды. Коэффициент воздушной составляющей ($C_в$) полного сопротивления может быть принят в пределах $(0{,}1–0{,}3)\ 10^{-3}$.

При выполнении расчетов по форме табл. 1.2 следует обратить внимание на то, что в строке 13 записывается значение произведения $10^3 \cdot C$, а в строке 14 для расчета силы сопротивления (R) используется истинное значение коэффициента сопротивления то есть C.

По итогам расчетов строится график $R = f(v)$ (рис. 1.6). При этом измеритель скорости – километр в час (км/ч).

Зависимость $R = f(v)$; позволяет определять силу сопротивления движению (R_0) расчетного судна при заданной скорости движения (v_0).

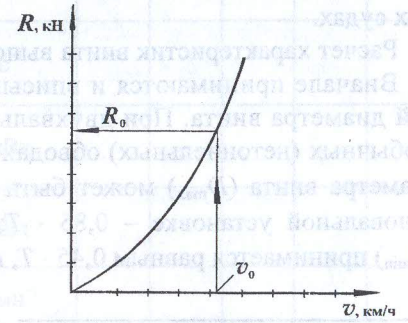


Рис. 1.6. Зависимость силы сопротивления движению от скорости хода судна

2. Расчет характеристик винта и выбор гребного электродвигателя

Целью расчета является определение необходимых мощности гребного электродвигателя и частоты вращения гребного вала. Эти данные позволяют выбрать электродвигатель.

Исходными данными для выполнения расчета являются:

– сила сопротивления движению судна (R_0, кН) при заданной скорости его хода (v_0, м/с);

– количество гребных винтов (x);

– характеристики корпуса судна – осадка (Т, м) и коэффициент полноты водоизмещения (δ).

В проектной практике расчет характеристик открытого винта или комплекса винт-насадка выполняется с использованием «Руководства по расчету и проектированию гребных винтов судов внутреннего плавания »* с приложением к нему в виде альбома расчетных диаграмм.

В данной работе в качестве движителя судна принят открытый винт. Такой конструктивный тип движителя является характерным для водоизмещающих пассажирских судов.

Выбор дискового отношения (Θ) и числа лопастей (z) в работе допускается не обосновывать, так как эти элементы винта несущественно влияют на величину потребляемой мощности. Для расчета принят винт с дисковым отношением $\Theta = 0{,}55$ и числом лопастей $z = 4$. Винты с такими показателями широко применяются на речных судах.

Расчет характеристик винта выполняется по форме табл. 2.1.

Вначале принимаются и вписываются в табл. 2.1 пять значений диаметра винта. При двухвальной пропульсивной установке и обычных (нетоннельных) обводах кормы максимальное значение диаметра винта (D_{max}) может быть принято равным $0{,}75 \cdot T$; при одновальной установке – $0{,}85 \cdot T$; минимальный диаметр винта (D_{min}) принимается равным $0{,}45 \cdot T$, где T – осадка судна.

* Руководство по расчету и проектированию гребных винтов судов внутреннего плавания / под ред. А.М Басина, Е.И. Степанюка – Л. : Транспорт, 1977. – 272 с.

В пределах между D_{min} и D_{max} дополнительно принимаются три промежуточных значения D через примерно равный интервал между ними.

Определению значений коэффициента упора-диаметра $\left(K'_d\right)$ предшествуют расчеты ряда показателей и, прежде всего, коэффициентов гидродинамического взаимодействия движителя и корпуса судна.

Коэффициент попутного потока определяется:

для бортового винта ($x = 2$)

$$W = 0{,}55 \cdot \delta - 0{,}20;$$

для винта в диаметральной плоскости ($x = 1$)

$$W = 0{,}50 \cdot \delta - 0{,}05.$$

Таблица 2.1

Расчет характеристик винта

Расчетные формулы	Единица измерения	Диаметр винта, м				
		D_{max}				D_{min}
$K'_d = D \cdot v_p \cdot \sqrt{\rho / T_0}$						
$\left.\begin{matrix}\lambda_p \\ H/D \\ \eta_p\end{matrix}\right\} = f\left(K'_d\right)$						
$n_c = \dfrac{v_p}{\lambda_p \cdot D}$	$с^{-1}$					
$P_д = \dfrac{T_0 \cdot v_p}{\eta_p}$	кВт					
$P_e = \dfrac{P_д}{\eta_в}$	кВт					
$n_м = 60 \cdot n_c$	$мин^{-1}$					
$H = D \cdot H/D$	м					

Кафедра проектирования судов
№ _____

Для расчета коэффициента засасывания винта используются зависимости:

$t = 0{,}8 \cdot W\left(1 + 0{,}25 \cdot W\right)$ – для бортового винта;

$t = 0{,}6 \cdot W\left(1 + 0{,}67 \cdot W\right)$ – для винта в ДП.

Затем, исходя из заданной скорости движения судна (v_0) и соответствующего сопротивления его движению (R_0), определяются скорость набегания воды на винт ($v_р$, м/с) и полный необходимый упор винта (T_0, кН):

$$v_р = v_0\left(1 - W\right); \quad T_0 = \frac{R_0}{x\left(1 - t\right)}.$$

При полученных постоянных значениях $v_р$ и T_0, а также при $\rho = 1$ т/м^3 (плотность жидкости) выполняется расчет коэффициента K'_d для каждого из принятых D_i.

Относительная поступь винта ($\lambda_р$), его шаговое отношение (H/D) и гидравлический КПД винта ($\eta_р$) определяются исходя из значений коэффициента K'_d по диаграмме, представленной на рис. 2.1.

Последующие расчеты по табл. 2.1 выполняются для принятого ряда значений D_i с использованием снятых с диаграммы показателей.

Расчетом определяются:

- $n_{с_i}$ (затем $n_{м_i}$) – оптимальная частота вращения вала винта с диаметром D_i, то есть частота, при которой винт с D_i имеет максимальный КПД;
- $P_{д_i}$ – мощность на валу винта (минимальная мощность, которую необходимо подвести к винту);
- P_{e_i} – минимальная мощность, которая должна быть создана на выходном фланце двигателя;
- H_i – шаг винта с диаметром D_i.

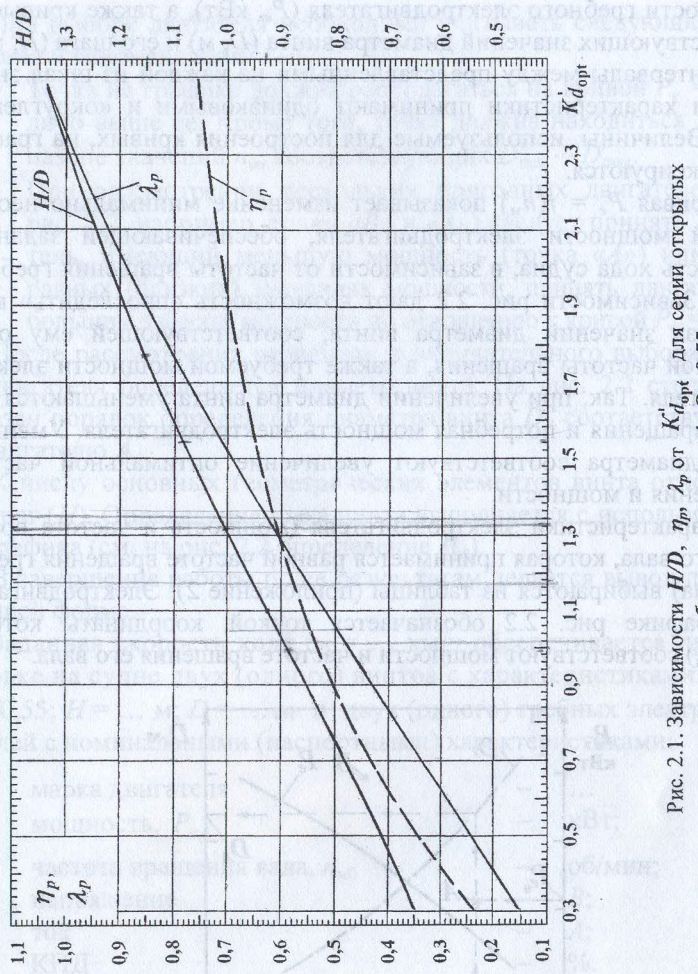


Рис. 2.1. Зависимости H/D, η_p, λ_p от $K'_{d_{opt}}$ для серии открытых гребных винтов с $z = 4$, $\Theta = 0{,}55$

Мощность на выходном фланце двигателя определяется по формуле $P_{e_i} = \dfrac{P_{д_i}}{\eta_в}$, где $\eta_в = 0{,}97$–$0{,}98$ – КПД валопровода.

Результаты расчета по табл. 2.1 представляются в виде графика, изображенного на рис. 2.2. В зависимости от частоты вращения гребного вала ($n_м$, мин$^{-1}$) на график наносятся кривая необходимой

мощности гребного электродвигателя (P_e, кВт), а также кривые соответствующих значений диаметра винта (D, м) и его шага (H, м).

Интервалы между представленными на каждой из шкал значениями характеристики принимают одинаковыми и «округленными». Величины, используемые для построения кривых, на графике не фиксируются.

Кривая $P_e = f(n_м)$ показывает изменение минимально необходимой мощности электродвигателя, обеспечивающей заданную скорость хода судна, в зависимости от частоты вращения гребного вала. Зависимости рис. 2.2 дают возможность «проследить» взаимосвязь значений диаметра винта, соответствующей ему оптимальной частоты вращения, а также требуемой мощности электродвигателя. Так, при увеличении диаметра винта уменьшаются частота вращения и потребная мощность электродвигателя. Уменьшению диаметра соответствуют увеличение оптимальной частоты вращения и мощности.

Характеристики электродвигателя (мощность и частота вращения его вала, которая принимается равной частоте вращения гребного вала) выбираются из таблицы (приложение 2). Электродвигатель на графике рис. 2.2 обозначается точкой, координаты которой (P_e, $n_м$) соответствуют мощности и частоте вращения его вала.

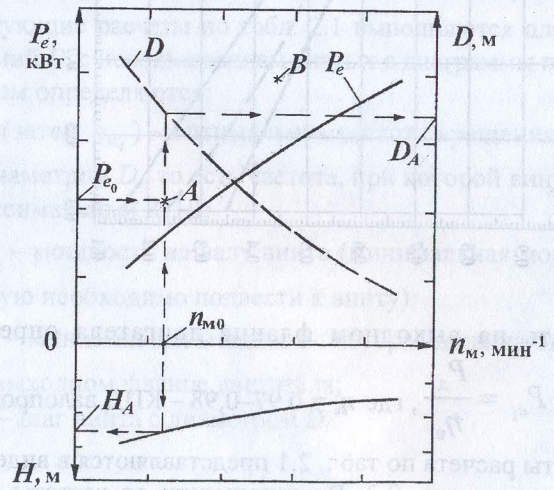


Рис. 2.2. К выбору гребного электродвигателя

При выборе двигателя необходимо учитывать следующие требования и рекомендации.

- Точка на графике должна располагаться на кривой $P_e = f(n_м)$ либо выше ее. Кроме того, точка должна находиться в диапазоне значений $n_м$, соответствующих $D_{min} \cdots D_{max}$.
- При рассмотрении нескольких пригодных двигателей (на рис. 2.2, например, точки «B» и «A») следует принять двигатель, имеющий меньшую мощность (точка «A») или, при равных (близких) значениях мощности, принять двигатель с большим запасом мощности по отношению к кривой $P_e = f(n_м)$.

После рассмотрения вариантов и окончательного выбора электродвигателя определяется диаметр винта. На рис. 2.2 стрелками показан порядок определения диаметра винта D_A соответствующего двигателю A.

К числу основных геометрических элементов винта относится его шаг (H). Определение шага винта выполняется с использованием графика (см. на рис. 2.2 определение H_A).

В завершение работы по ее результатам делается вывод по следующей форме.

Заданная скорость хода v_0 = … км/ч обеспечивается при установке на судне двух (одного) винтов с характеристиками z = 4; Θ = 0,55; H = … м; D = … м и двух (одного) гребных электродвигателей с номинальными (паспортными) характеристиками:

марка двигателя	–	…
мощность, P_{e_0}	–	кВт;
частота вращения вала, $n_{м0}$	–	об/мин;
напряжение	–	B;
ток	–	A;
КПД	–	%.

Оформление работы

Работа оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4 (210×297). Записка должна включать текст, объясняющий содержание и порядок выполнения работы, расчет по форме таблиц 1.2 и 2.1, графики $R = f(v)$ и по форме рис. 2.2, а также вывод по работе.

Процедура расчета характеристик, указанных в табл. 1.2 и 2.1, отдельно не показывается. В других случаях, при определении значения характеристики, после записи формулы даются значения входящих в нее показателей и только затем – конечный результат.

Первой страницей записки является титульный лист (номер страницы на нем не проставляется). На титульном листе указывается название работы: «Расчет характеристик винта при выборе гребного электродвигателя».

На второй странице записки дается текст задания на контрольную работу.

При оформлении графика «К выбору гребного электродвигателя» вместо стандартного буквенного обозначения выбранного двигателя следует около «точки» дать условное обозначение двигателя в виде буквы «*А*».

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Варианты задания на контрольную работу

Номер варианта	Характеристики корпуса судна				Скорость хода, v_0, км/ч
	L, м	B, м	T, м	δ	
00	40	6,5	1,6	0,550	18,0
01	40	6,5	1,6	0,600	17,0
02	42	7,0	1,7	0,550	18,0
03	42	7,0	1,7	0,600	17,5
04	44	7,2	1,8	0,500	18,0
05	44	7,2	1,8	0,500	19,0
06	46	7,4	1,9	0,550	18,0
07	46	7,4	1,9	0,500	19,0
08	48	7,5	1,9	0,500	19,0
09	48	7,5	1,9	0,600	19,5
10	50	7,6	1,9	0,600	20,0
11	50	7,6	1,9	0,550	19,5
12	44	7,8	1,8	0,600	19,0
13	44	7,8	1,8	0,550	20,0
14	46	7,9	2,0	0,650	19,5
15	46	7,9	2,0	0,600	20,0
16	48	8,0	2,0	0,650	20,5
17	48	8,0	2,0	0,600	21,0
18	50	8,1	2,1	0,570	20,0
19	50	8,1	2,1	0,600	21,0
20	52	8,2	2,1	0,570	21,0
21	52	8,2	2,1	0,600	22,0
22	54	8,4	2,2	0,570	22,5
23	54	8,4	2,2	0,570	21,0
24	56	8,5	2,2	0,600	21,0
25	56	8,5	2,2	0,600	23,0
26	58	8,6	2,3	0,600	21,5
27	58	8,6	2,3	0,550	23,0
28	60	8,7	2,30	0,580	22,0
29	60	8,7	2,30	0,580	23,0
30	62	8,7	2,30	0,600	22,0
31	62	8,7	2,30	0,600	21,0

См. продолжение

Продолжение прил. 1

Номер варианта	Характеристики корпуса судна				Скорость хода, v_0, км/ч
	L, м	B, м	T, м	δ	
32	64	8,7	2,30	0,650	22,0
33	64	8,7	2,30	0,600	21,5
34	66	8,8	2,40	0,650	22,0
35	66	8,8	2,40	0,550	23,0
36	68	8,9	2,40	0,650	22,0
37	68	8,9	2,40	0,550	21,0
38	70	9,0	2,40	0,500	22,0
39	70	9,0	2,40	0,550	22,0
40	72	9,0	2,40	0,550	23,0
41	72	9,0	2,40	0,550	22,0
42	74	9,1	2,40	0,550	21,5
43	74	9,1	2,40	0,550	22,0
44	60	9,0	2,35	0,600	22,0
45	60	9,0	2,35	0,550	21,5
46	62	9,0	2,35	0,600	22,5
47	62	9,0	2,35	0,550	21,0
48	64	10,0	2,50	0,700	22,5
49	64	10,0	2,50	0,650	23,0
50	66	10,5	2,50	0,700	22,5
51	66	10,5	2,50	0,650	22,5
52	68	10,5	2,50	0,650	21,5
53	68	10,5	2,50	0,600	22,5
54	70	11,0	2,55	0,570	22,5
55	70	11,0	2,55	0,600	21,0
56	72	11,0	2,55	0,570	22,0
57	72	11,0	2,60	0,600	23,0
58	74	10,5	2,60	0,600	23,0
59	74	10,5	2,55	0,500	21,0
60	76	11,0	2,60	0,650	21,0
61	76	11,0	2,60	0,600	22,0
62	78	11,5	2,70	0,650	23,0
63	78	11,5	2,70	0,700	23,0
64	80	11,5	2,70	0,700	23,5
65	80	11,5	2,70	0,650	22,0
66	82	12,0	2,80	0,700	21,5

См. продолжение

Окончание прил. 1

Номер варианта	Характеристики корпуса судна				Скорость хода, v_0, км/ч
	L, м	B, м	T, м	δ	
67	82	12,0	2,80	0,650	23,0
68	84	12,0	2,80	0,650	23,0
69	84	10,8	2,75	0,700	22,0
70	86	10,8	2,75	0,710	22,0
71	86	12,0	2,80	0,650	22,0
72	88	12,0	2,80	0,650	22,0
73	88	12,0	2,80	0,700	22,5
74	90	12,0	2,80	0,570	22,5
75	90	12,0	2,85	0,570	23,0
76	92	12,5	2,85	0,570	23,0
77	92	12,5	2,85	0,600	21,0
78	94	12,0	2,80	0,600	22,0
79	94	12,0	2,80	0,600	21,0
80	96	13,0	2,80	0,650	21,0
81	96	13,0	2,80	0,650	23,0
82	98	13,0	2,70	0,650	23,5
83	98	13,0	2,70	0,650	22,0
84	100	12,5	2,70	0,640	21,0
85	100	12,5	2,70	0,640	22,0
86	102	13,0	2,70	0,640	22,5
87	102	13,0	2,75	0,600	22,5
88	104	14,2	2,75	0,600	22,0
89	104	14,2	2,75	0,600	23,0
90	106	14,0	2,70	0,570	22,0
91	106	14,0	2,75	0,570	23,0
92	108	14,5	2,9	0,700	23,5
93	108	14,5	2,9	0,600	23,5
94	110	13,0	2,85	0,700	23,0
95	110	13,0	2,85	0,670	23,0
96	115	14,8	2,9	0,700	23,0
97	115	14,5	2,9	0,710	22,0
98	120	15,0	3,0	0,710	22,0
99	120	15,0	3,0	0,720	22,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Каталог электродвигателей

Тип электродвигателя	Номинальные характеристики				
	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Напряжение, *В*	Сила тока, *А*	КПД, %
Асинхронные электродвигатели					
4АНК 355М12УЗ	110	500	265	265	90,0
4АНК 355S10УЗ	110	600	283	242	90,5
4АНК 31558УЗ	110	750	225	311	91,5
4АНК 280М6УЗ	110	1000	230	297	91,5
4АНК 355М10УЗ	132	600	330	257	91,0
4АНК 315М8УЗ	132	750	247	364	92,0
4АНК 315S6УЗ	132	1000	257	320	92,0
4АНК 280 4УЗ	132	1500	250	330	92,0
4АНК 355 S 8УЗ	160	750	285	353	92,5
4АНК 315М6УЗ	160	1000	291	352	92,5
4АНК 355М8УЗ	200	750	350	359	92,5
4АНК 355S6УЗ	200	1000	304	411	93,0
4АНК 315 4УЗ	200	1500	312	396	93,0
4АНК 355М6УЗ	250	1000	380	401	93,0
4АНК 355М4УЗ	400	1500	505	485	94,0
Электродвигатели постоянного тока					
П 131-4К	55	300	220	289	85,6
П 131-4К	75	400	220	382	89,3
П 132-4К	75	300	220	385	88,5
П 131-6К	100	500	220	503	90,4
П 132-6К	100	400	220	505	80,0
П 133-6К	100	300	220	513	89,0
П 132-6К	125	500	220	624	91,1
П 133-6К	125	400	220	630	90,4
П 142-6К	125	300	220	640	88,6
П 133-8К	160	500	220	795	91,6
П 142-6К	160	400	220	815	89,4
П 143-6К	160	300	220	820	88,9
П 142-9К	200	500	220	1000	91,2
П 143-9К	200	400	220	1000	90,9
П 151-8К	200	300	220	1020	89,1

См. продолжение

Тип электродвигателя	Номинальные характеристики				
	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Напряжение, *В*	Сила тока, *А*	КПД, %
П 143-9К	250	500	220	1240	91,5
П 151-8К	250	400	220	1270	90,2
П 152-8К	250	300	220	1270	89,8
П 151-8К	320	500	220	1580	91,7
П 152-8К	320	400	220	1587	91,6
П 153-8К	320	300	220	1592	91,2
П 152-8К	400	500	330	1318	92,1
П 153-8К	400	400	330	1322	91,7
П 171-8К	400	300	330	1340	90,5
П 153-8К	500	500	330	1632	92,9
4П-450-26-500-УЗ	500	500	600	910	91,8
П 171-8К	500	400	330	1650	91,9
4П-450-36-500-УЗ	500	315	600	925	90,1
П 176-8К	620	190	460	1460	91,8
4П-450-26-630-УЗ	630	630	600	1128	93,1
П 171-12К	630	500	330	2060	92,6
4П-450-36-630-УЗ	630	400	600	1145	91,7
2 П 153-5К	700	350	700	1080	92,4
П 18-40-5К	780	252	750	1140	91,1
П 19-40-4К	780	175	630	1360	91,2
П 18-33-5К	780	306	750	1130	91,9
4П-450-28-800-УЗ	800	800	600	1418	94
4П-450-38-800-УЗ	800	500	600	1430	93,1
П 19-40-4К	900	210	750	1300	92,2
П 19-45-4К	900	190	750	1300	92,2
П 18-33-9К	900	354	860	1130	92,7
П 18-40-5К	900	292	860	1135	92,2
2 П 176-8К	1240	190	920	1460	91,8
П 176-8К	1420	450	750	2000	94,8

Оглавление

Введение..... 3

1. Приближенный расчет силы сопротивления движению судна на глубокой тихой воде..... 4
2. Расчет характеристик винта и выбор гребного электродвигателя..... 14

Оформление работы..... 19

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Варианты задания на контрольную работу 21

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Каталог электродвигателей..... 24

Кеслер Анатолий Александрович
Фунтикова Елена Владимировна

Расчет характеристик винта при выборе гребного электродвигателя

Методические указания и задания

Редактор *Н.С. Алёшина*
Корректор *Д.В. Богданов*
Компьютерная вёрстка *Л.М. Ступина*

Вопросы для подготовки к зачету

по дисциплине Теория и устройство судна

Специальность 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики

Специализация Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики

Контролируемые компетенции:

ОПК-2. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности

ПК-14. Способен владеть знаниями правил несения судовых вахт, поддержания судна в мореходном состоянии, способностью осуществлять контроль за выполнением установленных требований норм и правил

ПК-16. Способен осуществлять организацию работы коллектива в сложных и критических условиях в том числе при борьбе с пожаром и спасении экипажа, осуществлять выбор, обоснование, принятие и реализацию управленческих решений в рамках приемлемого риска

1. Классификация судов
2. Навигационные качества судов
3. Эксплуатационно-экономические показатели судов
4. Теоретический чертеж корпуса судна
5. Главные размерения корпуса судна
6. Коэффициенты полноты α, β, δ
7. Условия равновесия плавающего судна
8. Изменения средней осадки при приеме (снятии) малого груза
9. Грузовой размер
10. Грузовая марка
11. Статическая и динамическая остойчивость
12. Метод начальной остойчивости
13. Изменение начальной остойчивости и посадки судна при перемещении груза
14. Изменение начальной остойчивости и посадки судна при приеме(снятии) груза
15. Влияние на остойчивость подвешенных и жидких грузов
16. Остойчивость при больших углах крена
17. Конструкция и терминология элементов корпуса судна
18. Поперечная, продольная и смешанная системы набора корпуса судна
19. Общая продольная прочность корпуса судна
20. Общесудовые системы
21. Общесудовые системы
22. Специальные системы нефтеналивных судов
23. Основные составляющие сопротивления движению судна

24. Сопротивление трения
25. Остаточное сопротивление
26. Влияние путевых условий на сопротивление движению судна
27. Назначение и классификация судовых движителей
28. Геометрические, кинематические и гидродинамические характеристики гребных винтов
29. Взаимодействие гребного винта и корпуса судна, пропульсивный к.п.д. судна
30. Движительный комплекс гребной винт– насадка
31. Типы расчетов винтовых движителей
32. Назначение и классификация подруливающих устройств

Итоговое тестирование
Напр. подготовки 26.05.07 ЭСЭОиСА
Дисциплина: Теория устройство судна

Компетенции:
ОПК-2 – способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности

I) Сила тяжести судна D и сила плавучести γV при равновесии судна связаны соотношением *(запишите цифру правильного ответа)*:
1) $D > \gamma V$
2) $D = \gamma V$
3) $D = \gamma V/2$

II) Гидростатическое давление воды на глубине h определяется по закону Паскаля *(запишите цифру правильного ответа)***:**
1) $p = \rho \cdot g \cdot h$
2) $p = \rho \cdot g / h$
3) $p = \rho \cdot V \cdot h$

III) При переходе судна из морской воды (ρ = 1,025 т/м³) в пресную (ρ = 1,00 т/м³) осадка судна *(запишите цифру правильного ответа)***:**
1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

IV) Остойчивость – это *(запишите цифру правильного ответа)*
1) способность судна, противостоять статическим внешним силам при наклонении и возвращаться в исходное положение равновесия после прекращения действия внешних сил.
2) способность судна, противостоять динамическим внешним силам при наклонении на малый угол.
3) способность судна, получившего отклонение от положения равновесия, под действием внешних сил, возвращаться в исходное положение после прекращения их действия.

V) Плавучесть – это *(запишите цифру правильного ответа)*
1) способность судна, получившего отклонение от положения равновесия, под действием внешних сил, возвращаться в исходное положение после прекращения их действия.
2) способность судна находиться в определённом положении равновесия относительно спокойной поверхности воды.
3) способность судна плавать в заданном положении относительно поверхности воды.

VI) Установите соответствие между физической величиной и её аналитическим выражением *(запишите выбранные цифры соответствующие буквам А-?, Б-?,В-?.)*

А) Удельный вес воды γ	1) $M \cdot z/I$
Б) Напряжение от изгиба σ	2) $\rho \cdot g$
В) Изменение осадки при приёме малого груза ΔT	3) m/q

VII) Перечислите основные системы набора корпуса судна, применяемые в судостроении, и укажите их характерные особенности. (*Перечислите три системы***) _____**

VIII) Запишите условие равновесия плавающего судна по вертикали и укажите входящие в него величины. *(запишите математическую или словесную формулировку)* **_____**

IX) *Прочитайте вопрос и запишите развернутый обоснованный ответ*
Объясните физический смысл понятия «нейтральная плоскость» при приёме малого груза. Почему для изменения осадки без наклонения необходимо, чтобы абсцисса центра тяжести груза x_g совпадала с абсциссой центра тяжести площади ватерлинии x_c? _____

X) Запишите уравнение малой (поперечной) метацентрической высоты h_0. *(запишите математическую формулировку и укажите входящие в неё величины)*

Компетенции:
ПК-14. Способен владеть знаниями правил несения судовых вахт, поддержания судна в мореходном состоянии, способностью осуществлять контроль за выполнением установленных требований норм и правил

I) Вахта в машинном отделении (МО) при автоматизации СЭУ по знаку А2 (по классификации РМРС) предполагает *(запишите цифру правильного ответа)*
1)наличие постоянной вахты у пульта управления
2)возможность плавания без постоянной вахты в машинном отделении
3)отсутствие какого-либо контроля за СЭУ

II) Поддержание судна в мореходном состоянии включает в себя *(запишите цифру правильного ответа)*
1)только наличие достаточного количества топлива
2)обеспечение плавучести, остойчивости, непотопляемости и прочности корпуса в процессе эксплуатации
3)обеспечение непотопляемости и запасов топлива и питьевой воды

III) При приёме малого груза на судно для сохранения посадки без наклонения (без крена и дифферента) необходимо *(запишите цифру правильного ответа)*
1)разместить груз на верхней палубе
2)разместить груз в кормовой части
3)расположить центр тяжести груза на одной вертикали с центром тяжести площади ватерлинии

IV) Запас плавучести судна – это *(запишите цифру правильного ответа)*
1)количество топлива на борту
2)объём надводной части корпуса выше грузовой ватерлинии, обеспечивающий непотопляемость
3)суммарная мощность всех насосов осушительной системы

V) К основным мореходным качествам судна, которые должен контролировать вахтенный помощник капитана и вахтенный механик, относятся *(запишите цифру правильного ответа)*
1)только скорость хода
2)плавучесть, остойчивость, непотопляемость, ходкость, управляемость, прочность
3)только остойчивость

VI) Установите соответствие между видом грузовой операции и её влиянием на посадку и остойчивость *(запишите выбранные цифры соответствующие буквам А-?, Б-?, В-?)*

А) Вертикальный перенос груза	1) Возникает крен или дифферент, метацентрическая высота не изменяется

Б) Горизонтальный поперечный перенос груза	2) Изменяется только метацентрическая высота, посадка не меняется
В) Приём малого груза в районе нейтральной плоскости	3) Изменяется средняя осадка, метацентрическая высота не изменяется

VII) Какие виды освидетельствований судов предусматривают Правила Российского классификационного общества (ранее- РРР) *(Перечислите названия, не менее 3-х)* **_____**

VIII) Запишите условие (уравнение) плавучести судна и поясните, почему его соблюдение необходимо для поддержания судна в мореходном состоянии *(запишите математическое выражение и дайте словесное пояснение)*

_____

IX) *Прочитайте вопрос и запишите развернутый обоснованный ответ*
Какие требования Правил Российского Морского Регистра Судоходства к непотопляемости (количество отсеков, затопление которых выдерживает судно) должны соблюдаться для поддержания класса судна? Как эти требования отображаются в символе класса? _____

X) Запишите формулу для определения уменьшения начальной поперечной метацентрической высоты за счет наличия свободной поверхности жидкого груза *(запишите математическую формулировку и укажите входящие в неё величины)*

_____

Компетенции:
ПК-16. Способен осуществлять организацию работы коллектива в сложных и критических условиях в том числе при борьбе с пожаром и спасении экипажа, осуществлять выбор, обоснование, принятие и реализацию управленческих решений в рамках приемлемого риска

I) К судовым противопожарным системам, обеспечивающим борьбу с пожаром, относятся *(запишите цифру правильного ответа)*
1) водоотливная система
2) водяная, пенная и углекислотная системы
3) система осушения

II) К основным судовым устройствам, используемым при спасении экипажа, относится *(запишите цифру правильного ответа)*
1) рулевое устройство
2) буксирное устройство
3) шлюпочное устройство

III) При отрицательной начальной остойчивости (h < 0) судно *(запишите цифру правильного ответа)*
1)обладает положительной плавучестью
2)не обладает необходимой остойчивостью и может опрокинуться
3)сохраняет устойчивое равновесие

IV) Лаги предназначены для (*запишите цифру правильного ответа*)
1)измерения скорости хода судна и пройденного расстояния
2)измерения глубины под днищем судна
3)определения угловой скорости судна

V) На современных судах для борьбы с пожаром применяются следующие средства пожаротушения *(запишите цифру правильного ответа)*
1)только песок и кошма
2)стационарные системы (водяная, пенная, углекислотная, орошения) и первичные средства (огнетушители)
3) система орошения

VI) Установите соответствие между типом навигационного прибора и его назначением *(запишите выбранные цифры соответствующие буквам А-?, Б-?, В-?)*

А) Локатор	1) Определение положения судна и препятствий в условиях ограниченной видимости
Б) Лаг	2) Определение глубины под днищем судна
В) Эхолот	3) Определение скорости хода и пройденного расстояния

VII) К элементам конструкции корпуса, обеспечивающим его водонепроницаемость, относятся *(перечислите не менее трёх)*

_____

VIII) Запишите условие (уравнение) положительной начальной остойчивости и поясните, почему это условие критически важно для безопасной эвакуации экипажа в аварийной ситуации
(запишите математическую или словесную формулировку)

_____

IX) *Прочитайте вопрос и запишите развернутый обоснованный ответ*
то такое «запас плавучести» судна и как он связан с высотой надводного борта? Как изменяется запас плавучести при затоплении отсеков?

_____

X) Запишите формулу для определения изменения осадки при приёме малого груза (или при затоплении малого отсека)
(запишите математическую формулировку и укажите входящие в неё величины)