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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б.1.О.Д25 Теория и устройство судна

Профиль	Техническое обслуживание и ремонт судовых энергетических установок
Институт	«Морская академия»
Кафедра	Кафедра проектирования и технологии постройки судов
Специальность	26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок

1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Курсы
		3
Лекции	17 Часы	17
СРС	132 Часы	132
Практические занятия	20 Часы	20
Контактная самостоятельная работа	2 Часы	2
Курсовой проект	0 Часы	
Экзамен	9 Часы	9

2. Место дисциплины в структуре ООП

Код дисциплины	Наименование блока	Трудоемкость дисциплины, з.е.
Б1.О.25	Блок 1 Дисциплины (модули) (Обязательная часть)	5

3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	СРС	Практические занятия	Контактная самостоятельная работа	Курсовой проект	Экзамен	Всего
1	Раздел 1 Общие сведения о судне. Судовые устройства и системы							
1,1	Тема 1.1 Классификация судов	1 Часы	4 Часы					5 Часы
1,2	Тема 1.2 Общее устройство судна	1 Часы	2 Часы	2 Часы				5 Часы
1,3	Тема 1.3 Архитектурно-конструктивные особенности судов	1 Часы	2 Часы	2 Часы				5 Часы
1,4	Тема 1.4 Мореходные качества судна	1 Часы	2 Часы	2 Часы				5 Часы
1,5	Тема 1.5 Технико-эксплуатационные и технико-экономические показатели судна		2 Часы	2 Часы				4 Часы
1,6	Тема 1.6 Эксплуатационные требования к общесудовым системам		5 Часы					5 Часы
1,7	Тема 1.7 Требования Регистра к специальным системам судов различных типов		5 Часы					5 Часы
1,8	Тема 1.8 Эксплуатационные требования к общесудовым устройствам		5 Часы					5 Часы
1,9	Тема 1.9 Специальные устройсва судов различных типов		4 Часы					4 Часы
2	Раздел 2 Общие сведения, техническое обслуживание и ремонт пропульсивного комплекса судна							
2,1	Тема 2.1 Сопротивление движению судна на глубокой воде и встесненных путевых условиях. Ходовые испытания судов.	1 Часы	3 Часы	2 Часы				6 Часы
2,2	Тема 2.2 Типы расчетов винтовых движителей	1 Часы	3 Часы	2 Часы				6 Часы
2,3	Тема 2.3 Ходовые характеристики судна	1 Часы	3 Часы	2 Часы				6 Часы
3	Раздел 3 Судовые движители и их безопасное техническое использование							
3,1	Тема 3.1 Характеристики гребных винтов.	1 Часы	2 Часы	2 Часы				5 Часы
3,2	Тема 3.2 Кавитация винтов		4 Часы					4 Часы
3,3	Тема 3.3 Расчетные диаграммы и кривые действия винта	1 Часы	2 Часы	2 Часы				5 Часы
3,4	Тема 3.4 Взаимодействие гребного винта с корпусом судна		4 Часы	2 Часы				6 Часы
3,5	Тема 3.5 Теоретический чертёж гребного винта		6 Часы					6 Часы
4	Раздел 4 Выполнение курсового проекта по теме "Расчёт и анализ показателей пропульсивного комплекса судна				2 Часы			2 Часы
5	Раздел 5 Международные и национальные требования к плавучести и остойчивости							
5,1	Тема 5.1 Теоретический чертеж корпуса судна	1 Часы	6 Часы					7 Часы
5,2	Тема 5.2 Главные размерения судна, коэффициенты полноты корпуса судна	1 Часы	6 Часы					7 Часы
5,3	Тема 5.3 Плавучесть судна, крен, дифферент, осадка	1 Часы	6 Часы					7 Часы
5,4	Тема 5.4 Запас плавучести, надводный борт и грузовая марка		7 Часы					7 Часы
5,5	Тема 5.5 Начальная остойчивость	1 Часы	6 Часы					7 Часы
5,6	Тема 5.6 Теория судна для расчета остойчивости	1 Часы	6 Часы					7 Часы
5,7	Тема 5.7 Прием и снятие груза. Влияние на остойчивость	1 Часы	4 Часы					5 Часы
5,8	Тема 5.8 Влияние на остойчивость перемещающихся грузов.		5 Часы					5 Часы
5,9	Тема 5.9 Влияние на остойчивость жидких и подвешенных грузов		5 Часы					5 Часы
6	Раздел 6 Национальные требования к конструкции корпуса судна							
6,1	Тема 6.1 Прочность корпуса		6 Часы					6 Часы
6,2	Тема 6.2 Корпусные конструкции: терминология элементов	1 Часы	6 Часы					7 Часы
6,3	Тема 6.3 Системы набора перекрытий		6 Часы					6 Часы
6,4	Тема 6.4 Системы набора корпуса судна	1 Часы	5 Часы					6 Часы

4. Компетенции обучающегося, формируемые в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Формируемые компетенции						Формируемые компетенции	ИДК	Формируемые компетенции	ИДК	Формируемые компетенции	ИДК
1	Раздел 1 Общие сведения о судне. Судовые устройства и системы												
1,1	Тема 1.1 Классификация судов	ОПК-2.	ОПК-2.3.1;										
1,2	Тема 1.2 Общее устройство судна	ОПК-2.	ОПК-2.3.1;										
1,3	Тема 1.3 Архитектурно-конструктивные особенности судов	ОПК-2.	ОПК-2.3.1;										

1,4	Тема 1.4 Мореходные качества судна	ОПК-2.	ОПК-2.3.1;							
1,5	Тема 1.5 Технико-эксплуатационные и технико-экономические показатели судна	ОПК-2.	ОПК-2.3.1; ОПК-2.У.1;							
1,6	Тема 1.6 Эксплуатационные требования к общесудовым системам									
1,7	Тема 1.7 Требования Регистра к специальным системам судов различных типов									
1,8	Тема 1.8 Эксплуатационные требования к общесудовым устройствам									
1,9	Тема 1.9 Специальные устройсва судов различных типов									
2	Раздел 2 Общие сведения, техническое обслуживание и ремонт пропульсивного комплекса судна									
2,1	Тема 2.1 Сопротивление движению судна на глубокой воде и встесненных путевых условиях. Ходовые испытания судов.	ОПК-2.	ОПК-2.3.1;							
2,2	Тема 2.2 Типы расчетов винтовых движителей	ПК-34.	ПК-34.3.1;							
2,3	Тема 2.3 Ходовые характеристики судна	ОПК-2.	ОПК-2.3.1;		ПК-34.	ПК-34.3.1;				
3	Раздел 3 Судовые движители и их безопасное техническое использование									
3,1	Тема 3.1 Характеристики гребных винтов.	ОПК-2.	ОПК-2.3.1;		ПК-34.	ПК-34.3.1;				
3,2	Тема 3.2 Кавитация винтов									
3,3	Тема 3.3 Расчетные диаграммы и кривые действия винта	ОПК-2.	ОПК-2.3.1;		ПК-34.	ПК-34.3.1;				
3,4	Тема 3.4 Взаимодействие гребного винта с корпусом судна	ОПК-2.	ОПК-2.3.1; ОПК-2.У.1; ОПК-2.В.1;		ПК-34.	ПК-34.3.1; ПК-34.У.1; ПК-34.В.1;				
3,5	Тема 3.5 Теоретический чертёж гребного винта									
4	Раздел 4 Выполнение курсового проекта по теме "Расчёт и анализ показателей пропульсивного комплекса судна	ОПК-2.	ОПК-2.3.1; ОПК-2.У.1; ОПК-2.В.1;		ПК-34.	ПК-34.3.1; ПК-34.У.1; ПК-34.В.1;				
5	Раздел 5 Международные и национальные требования к плавучести и остойчивости									
5,1	Тема 5.1 Теоретический чертеж корпуса судна	ОПК-2.	ОПК-2.3.1;		ПК-20.	ПК-20.3.1;				
5,2	Тема 5.2 Главные размерения судна, коэффициенты полноты корпуса судна	ОПК-2.	ОПК-2.3.1;		ПК-20.	ПК-20.3.1;				
5,3	Тема 5.3 Плавучесть судна, крен, дифферент, осадка	ОПК-2.	ОПК-2.3.1;		ПК-20.	ПК-20.3.1;				
5,4	Тема 5.4 Запас плавучести, надводный борт и грузовая марка									
5,5	Тема 5.5 Начальная остойчивость	ОПК-2.	ОПК-2.3.1;		ПК-19.	ПК-19.3.1;				
5,6	Тема 5.6 Теория судна для расчета остойчивости	ОПК-2.	ОПК-2.3.1;		ПК-19.	ПК-19.3.1;				
5,7	Тема 5.7 Прием и снятие груза. Влияние на остойчивость	ОПК-2.	ОПК-2.3.1;		ПК-19.	ПК-19.3.1;				
5,8	Тема 5.8 Влияние на остойчивость перемещающихся грузов.									
5,9	Тема 5.9 Влияние на остойчивость жидких и подвешенных грузов									
6	Раздел 6 Национальные требования к конструкции корпуса судна									
6,1	Тема 6.1 Прочность корпуса									
6,2	Тема 6.2 Корпусные конструкции: терминология элементов	ОПК-2.	ОПК-2.3.1;							
6,3	Тема 6.3 Системы набора перекрытий									
6,4	Тема 6.4 Системы набора корпуса судна	ОПК-2.	ОПК-2.3.1;							

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

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

№ п/п	компетенции	Индикатор достижения		
		Знать	Уметь	Владеть
1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности	ОПК-2.3.1 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 практически применять информацию об остойчивости, посадке и напряжениях, диаграммы и устройства для расчета напряжений в корпусе	ПК-19.З.1 теоретическую информацию, связанную с остойчивостью судна, понятие удифферентовки судна, а также конструктивные особенности судов различных типов	ПК-19.У.1 решать задачи, связанные с влиянием груза (вид груза, прием, снятие, перенос) на остойчивость судна	ПК-19.В.1 методами расчета начальной остойчивости и остойчивости на больших углах наклонения судна
3	Способен обеспечить водонепроницаемость и предпринимать основные действия, в случае частичной потери плавучести в неповрежденном состоянии	ПК-20.З.1 нормы и правила, необходимые для поддержания судна в мореходном состоянии	ПК-20.У.1 решать эксплуатационные задачи, связанные с плавучестью судна.	ПК-20.В.1 основными методами расчета мореходных качеств судна
4	Способен планировать выполнение технического обслуживания включая установленные законом проверки и проверки класса судна	ПК-34.З.1 основные требования нормативно-технических документов, необходимые для проведения технического обслуживания	ПК-34.У.1 применять основные требования нормативно-технических документов, необходимых для проведения технического обслуживания	ПК-34.В.1 навыками эксплуатации оборудования в соответствии с требованиями нормативно-технических документов

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) Стол аудиторный (35 ед.); стул (40 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.) (771))	761,771
2	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду университета	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	Данилов, А.Т.;Современное морское судно;учебник;Данилов, А.Т.Середохо, В.А.-СПб.,Судостроение; <null> ;	2 011	Текст	3
5	Сизов, В.Г.;Теория корабля;учебник;Сизов, В.Г.-М.,ТрансЛит; <null> ;	2 008	Текст	22
6	Кеслер, А.А.;Теория и устройство судов;метод.указания;Кеслер, А.А.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 000	Текст	16
7	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
8	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
9	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
10	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
11	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
12	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
13	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
14	Роннов, Е.П.;Проектирование судов внутреннего плавания;учеб.пособие;Роннов, Е.П.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 009	Текст	133
15	Лесюков, В.А.;Теория и устройство судов внутреннего плавания;учебник;Лесюков, В.А.-М.,Транспорт; <null> ;	1 982	Текст	46
16	Жинкин, В.Б.;Теория и устройство корабля;учебник;Жинкин, В.Б.-СПб.,Судостроение; <null> ;	2 002	Текст	63
17	Анфимов, В.Н.;Устройство и гидромеханика судна;учебник;Анфимов, В.Н.Сиротина, Г.Н.Чижов, А.М.-Л.,Судостроение; <null> ;	1 974	Текст	40
18	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
19	Российский речной регистр;Правила;В 4 т.;<null>-М.,Новости; <null> ;	2 008	Текст	31
20	Кеслер, А.А.;Теория и устройство судна;учеб.пособие;Кеслер, А.А.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 012	Текст	214
21	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
22	Жинкин, В.Б.;Теория и устройство корабля;учебник;Жинкин, В.Б.-СПб.,Судостроение; <null> ;	2 010	Текст	3
23	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
24	Кеслер, А.А.;Теория и устройство судна;учеб.пособие для студ.очн.и заочн.обучения спец.180403, 180405, 180407;Кеслер, А.А.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 014	Электронный ресурс	0
25	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,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 006	Электронный ресурс	0
26	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
27	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

28	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
29	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
30	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
31	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
32	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,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 012	Электронный ресурс	0
33	Аносов, Н.М.;Технология перевозки грузов и остойчивость судна;учеб.пособие;Аносов, Н.М.Попело, В.М.-Владивосток,МГУ им.адм.Г.И.Невельского; URL: https://e.lanbook.com/book/20053 ;<null>	2 011	Электронный ресурс	0
34	Роннов, Е.П.;Проверка остойчивости судов внутреннего и смешанного (река-море) плавания;метод.указания к выполн.курс.и диплом.проектов для студ.всех спец.;Роннов, Е.П.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 018	Электронный ресурс	0
35	Роннов, Е.П.;Проверка остойчивости судов внутреннего и смешанного (река-море) плавания;метод.указания к выполн.курс.и диплом.проектов для студ.всех спец.;Роннов, Е.П.-Н.Новгород,ВГУВТ; <null> ;	2 018	Текст	50
36	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.26.05.06;Кеслер, А.А.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 019	Электронный ресурс	0
37	Кеслер, А.А.;Расчет и анализ показателей пропульсивного комплекса судна;учебно-метод.пособие к выполн.курс.работы для студ.очн.и заочн.обучения спец.26.05.06;Кеслер, А.А.-Н.Новгород,ВГУВТ; <null> ;	2 019	Текст	49
38	Роннов, Е.П.;Проектирование судов внутреннего плавания;учеб.пособие для курсантов Военно-морского инженерного ин-та и студ.вузов подготовки 180100 (652900, 552600), 26.05.01;Роннов, Е.П.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 019	Электронный ресурс	0
39	Фунтикова, Е.В.;Конструкция корпусов судов;метод.указания и задания на выполн.лабор.работы для студ.очн.обучения спец.18.01.01, 18.04.02, 18.04.03, 18.04.04, 08.05.07, 26.05.01;Фунтикова, Е.В.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 019	Электронный ресурс	0
40	Российское Классификационное Общество;Правила классификации, постройки и освидетельствования судов ВВП, судов смешанного (река-море) плавания, плавучих объектов;<null>;<null>-Москва,<null>; URL: http://vsuwt.ru/obrdejat/library/ ;<null>	2 019	Электронный ресурс	0
41	Роннов, Е.П.;Проектирование судов;учебник;Роннов, Е.П.-Санкт-Петербург,Лань; <null> ;	2 022	Текст	25
42	Жинкин, В.Б.;Теория и устройство корабля;учебник для вузов;Жинкин, В.Б.-Санкт-Петербург,Судостроение; URL: https://urait.ru/viewer/teoriya-i-ustroystvo-korablya-494164#page/1 (дата обращения: 29.11.2022) ;<null>	2 022	Электронный ресурс	0
43	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	Контролируемые разделы (темы)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения		Процедура оценивания	Критерии оценивания результата обучения и шкала оценивания			
						2	3	4	5
			Вид контроля	Форма контроля		не зачтено	зачтено		
1	ОПК-2.3.1; ПК-34.3.1; ПК-20.3.1; ПК-19.3.1	1.1; 1.2; 1.3; 1.4; 2.1;2.2; 2.3; 3.1; 3.3; 5.1; 5.2; 5.3; 5.5; 5.6; 5.7; 6.2; 6.4	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	1.2; 1.3; 1.4; 1.5	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-34.3.1, ПК-34.У.1, ПК-34.В.1	2.1; 2.2; 2.3; 3.1; 3.3; 3.4	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, ОПК-2.В.1, ПК-34.3.1, ПК-34.У.1, ПК-34.В.1	Разделы 1,2,3,4	Промежуточная аттестация	Курсовой проект	Выполняется в самостоятельно. Студенту выдается 1 вариант задания, всего вариантов 76	Проект не выполнен или не соответствует заданию; пояснительная записка содержит все необходимые разделы, но составлена непоследовательно, с ошибками, доклад обучающегося непоследователен, без выделения ключевых моментов; не получены ответы на вопросы	Проект выполнен частично, соответствует заданию; пояснительная записка содержит все необходимые разделы, приведенные расчеты верны и обоснованы, записка составлена непоследовательно, с ошибками; графическая часть выполнена с отклонениями от требований ЕСКД; доклад обучающегося непоследователен; на ряд вопросов даны неправильные ответы	Проект выполнен в полном объеме и соответствует заданию; пояснительная записка содержит все необходимые разделы, приведенные расчеты верны и обоснованы, но имеются некоторые замечания; графическая часть выполнена с незначительными отступлениями от стандартов; при защите доклад обучающегося краток, но допущены неточности в определениях и специальной терминологии; ответы на все поставленные вопросы верны, обоснованы, но на некоторые из них даны ответы после наводящих вопросов	Проект выполнен в полном объеме и соответствует заданию; пояснительная записка последовательно содержит все необходимые разделы, приведенные расчеты верны и обоснованы; графическая часть выполнена в полном объеме с соблюдением требований ЕСКД; защита проведена технически грамотно, охватывает все разделы работы; ответы на все поставленные вопросы верные, обоснованные и четкие
5	ОПК-2.3.1, ОПК-2.У.1, ОПК-2.В.1, ПК-19.3.1, ПК-19.У.1, ПК-19.В.1, ПК-20.3.1, ПК-20.У.1, ПК-20.В.1, ПК-34.3.1, ПК-34.У.1, ПК-34.В.1	Разделы 1,2,3,4,5,6	Промежуточная аттестация	Экзамен	Длительность 40 минут. Студенту выдается 1 билет из двух вопросов. Всего вопросов 36	Незнание или непонимание обучающимся основного материала; на большую часть вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов	Знания имеют фрагментарный характер, отличаются поверхностностью и малой содержательностью; содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные вопросы билета; нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала	Знания имеют достаточный содержательный уровень, однако отличаются слабой структурированностью; раскрыто содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы; недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета	Знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные; обучающийся свободно владеет научными понятиями; логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; обучающийся демонстрирует умение вести диалог и вступать в научную дискуссию
6	ОПК-2.3.1, ОПК-2.У.1, ОПК-2.В.1, ПК-19.3.1, ПК-19.У.1, ПК-19.В.1, ПК-20.3.1, ПК-20.У.1, ПК-20.В.1, ПК-34.3.1, ПК-34.У.1, ПК-34.В.1	Разделы 1,2,3,4,5,6	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

8. Разработчики:

	Доцент	Кафедра проектирования и технологии постройки судов	Кашина В. В.
(ученая степень)	*(занимаемая должность)*	*(место работы)*	*(ФИО)*

Вопросы для опроса
по дисциплине «Теория и устройство судна»
для студентов ЗФО

Специальности 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок
Специализация Техническое обслуживание и ремонт судовых энергетических установок

Контролируемые компетенции:
ОПК-2 – способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности
ПК-19 – способен практически применять информацию об остойчивости, посадке и напряжениях, диаграммы и устройства для устройства для расчета напряжений в корпусе
ПК-20 – Способен обеспечить водонепроницаемость и предпринимать основные действия, в случае частичной потери плавучести в неповрежденном состоянии
ПК-34 – Способен планировать выполнение технического обслуживания, включая установленные законом проверки и проверки класса судна

по темам раздела 1
(ОПК-2)

1. Классификация судов
2. Мореходные качества
3. Эксплуатационные качества
4. Общее устройство судна
5. Основные конструкционные элементы: корпус, надстройки, оборудование

по темам раздела 5
(ОПК-2, ПК-19, ПК-20)

1. Главные размерения судна
2. Коэффициенты полноты корпуса судна
3. Плавучесть судна, крен, дифферент, осадка
4. Запас плавучести, надводный борт и грузовая марка
5. Начальная остойчивость
6. Прием и снятие груза. Влияние на остойчивость.
7. Влияние на остойчивость перемещающихся грузов.
8. Влияние на остойчивость жидких и подвешенных грузов

по темам раздела 6

(ОПК-2, ПК-19, ПК-20, ПК-34)

1. Конструкция корпуса судна
2. Терминология элементов конструкции корпуса
3. Система набора перекрытий
4. Система набора корпуса судна

Расчетно-графическая работа

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

Контролируемые компетенции:

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

«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.

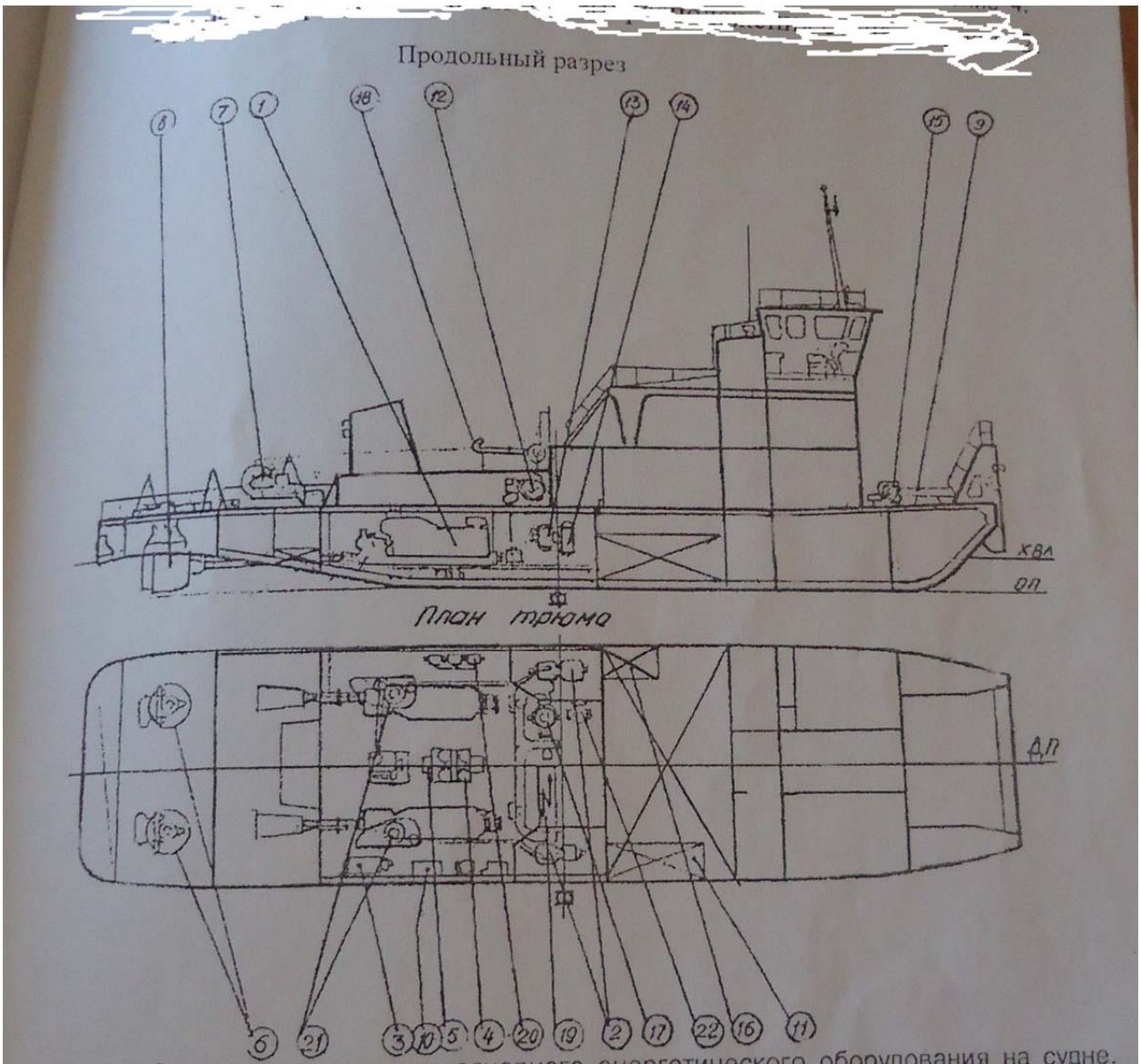


Рис. Схема расположения основного энергетического оборудования на судне.
1 - гл. двигатель; 2 - дизель-генератор; 3 - котлоагрегат; 4 - балоны сжатого воздуха; 5 - компрессор; 6 - рулевые машины; 7 - буксирная лебедка; 8 - движетельно-рулевой комплекс; 9 - автосцеп; 10 - расходный бак; 11 - бак основного 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».

Задача

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

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.

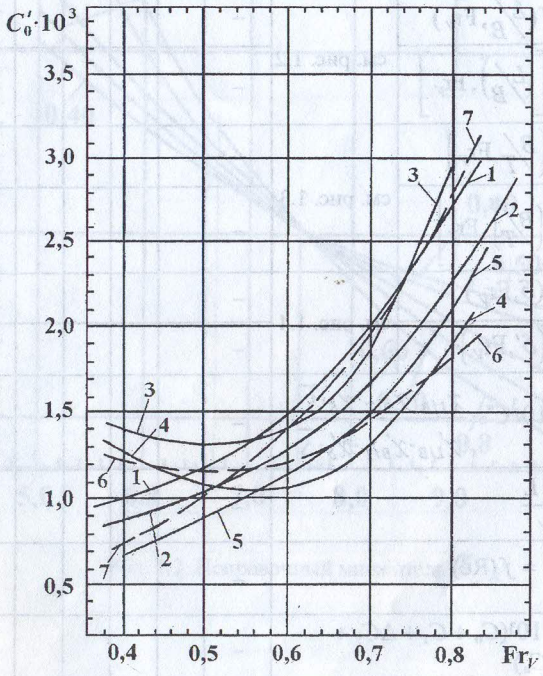


Рис. 1.1. Зависимости коэффициента остаточного сопротивления для судов-прототипов (на поле графика даны номера судов-прототипов)

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						

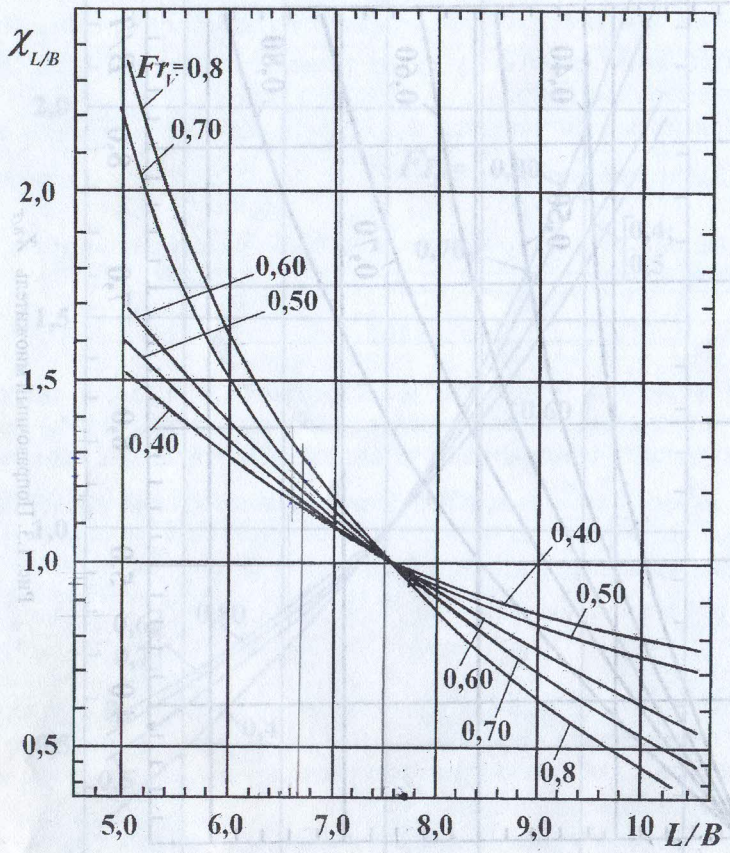


Рис. 1.2. Поправочный множитель $\chi_{L/B}$

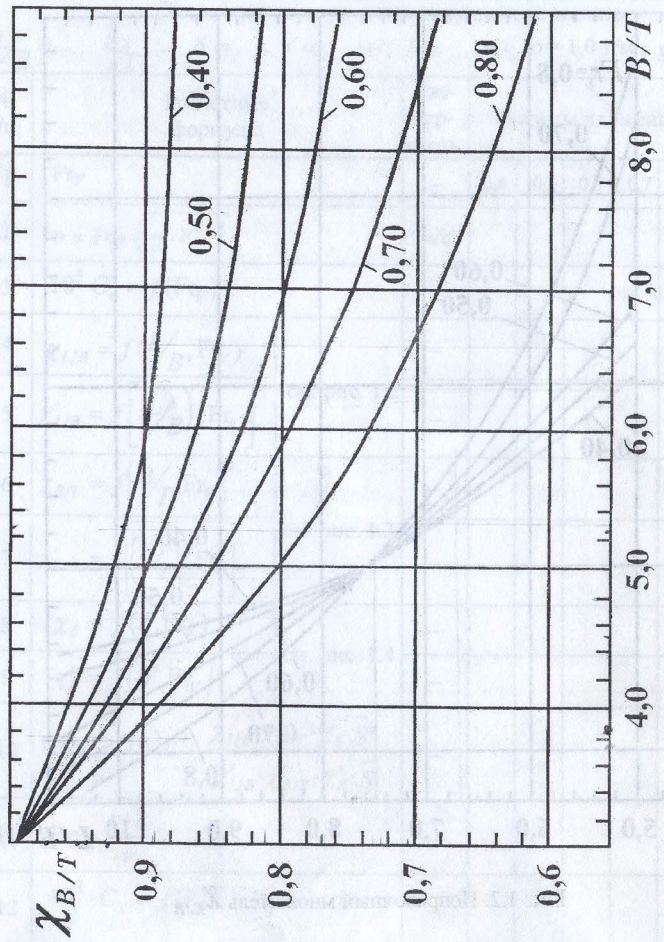


Рис. 1.3. Поправочный множитель $\chi_{B/T}$

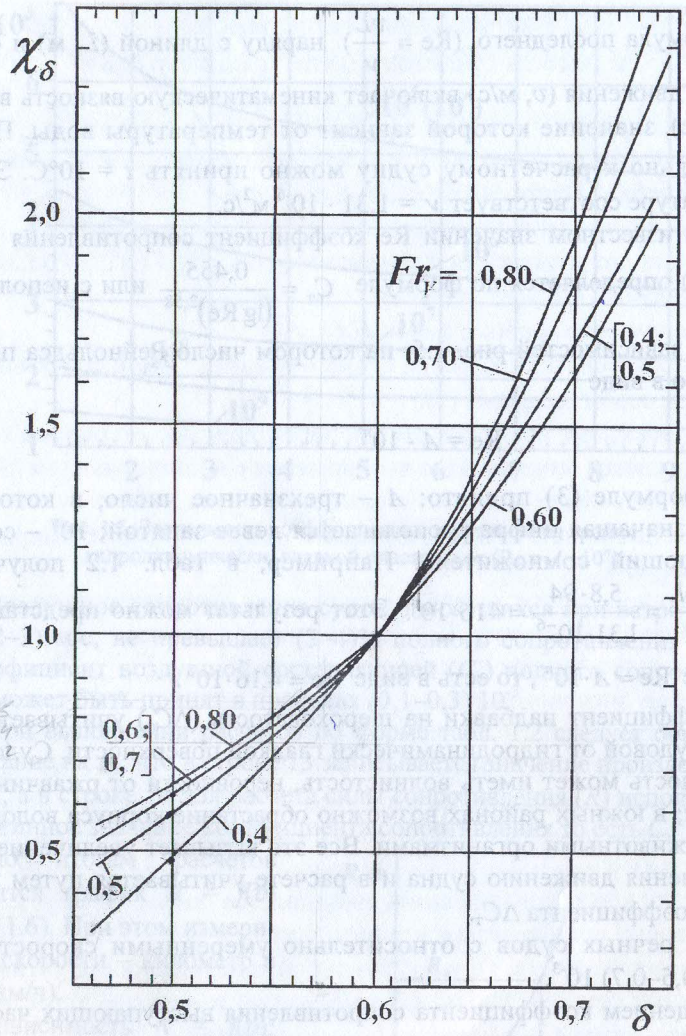


Рис. 1.4. Поправочный множитель χ_δ

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 $(0{,}25–0{,}3)\ 10^{-3}$.

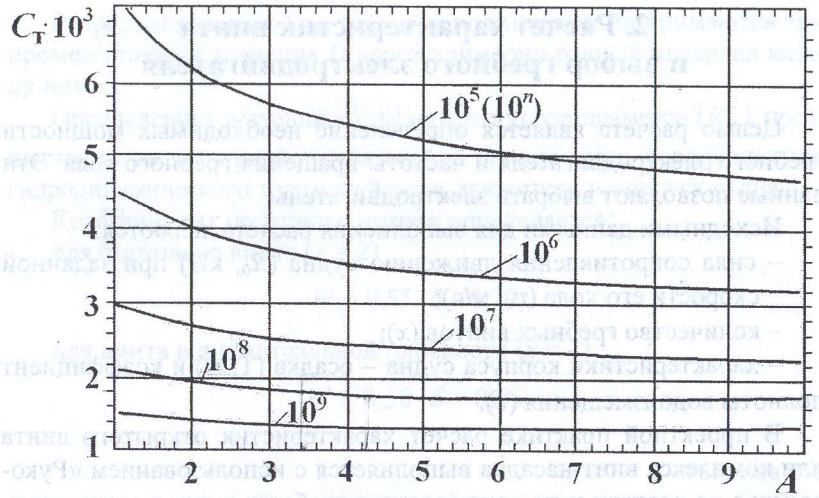


Рис. 1.5. Зависимость коэффициента сопротивления трения гидродинамически гладкой пластины от ($\mathrm{Re} = A \cdot 10^n$)

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).

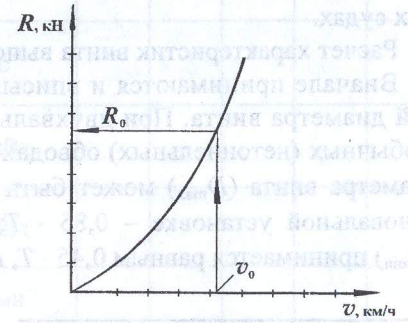


Рис. 1.6. Зависимость силы сопротивления движению от скорости хода судна

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.

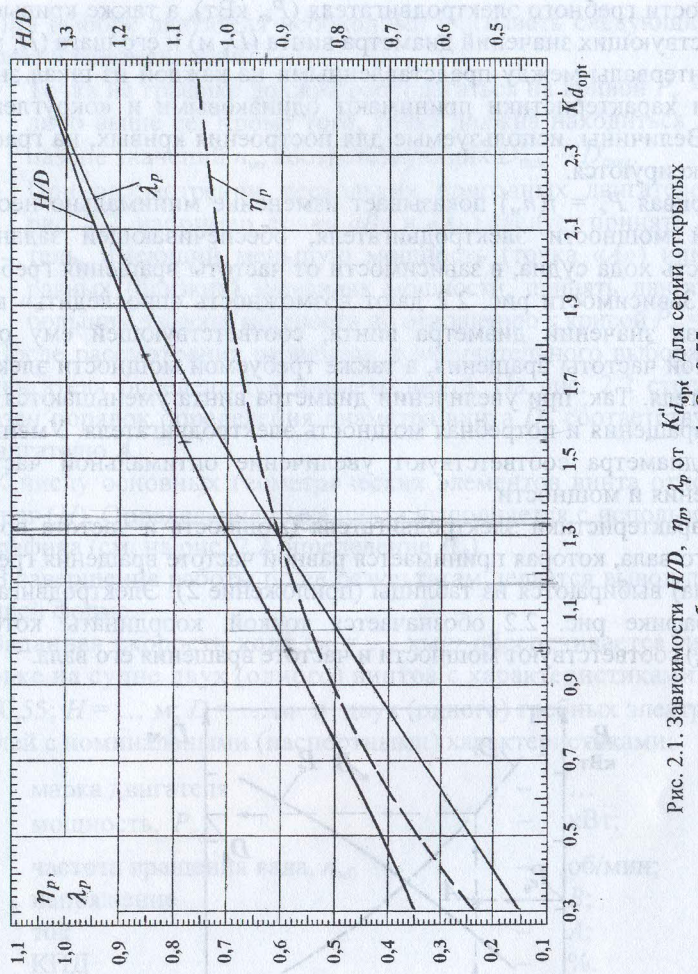


Рис. 2.1. Зависимости H/D, η_p, λ_p от $K'_{d_{opt}}$ для серии открытых гребных винтов с $z = 4$, $\Theta = 0{,}55$

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.

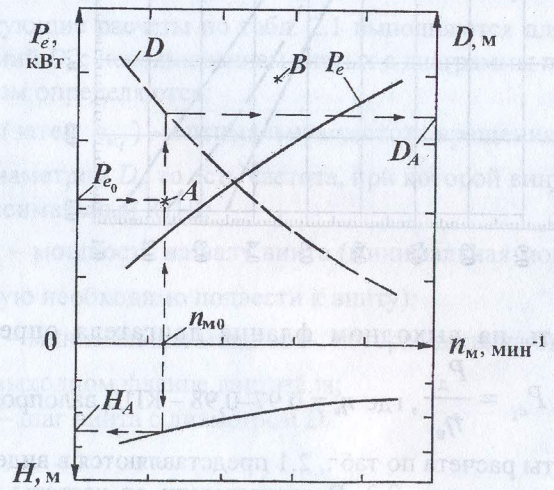


Рис. 2.2. К выбору гребного электродвигателя

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*

Методические указания
к выполнению курсового проекта
по дисциплине «Теория и устройство судна»

на тему: Расчет и анализ показателей пропульсивного комплекса судна

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.

Курсовой проект выполняется по учебно-методическому пособию: Кеслер, А.А. Расчет и анализ показателей пропульсивного комплекса судна: Учебно-метод. пособие к выполн. курс. проекта для студ. оч. и заоч. обуч. по спец-ти 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» / А.А. Кеслер. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2019. –76 с.

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

Кафедра проектирования и технологии постройки судов

А.А. Кеслер

РАСЧЕТ И АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОПУЛЬСИВНОГО КОМПЛЕКСА СУДНА

Учебно-методическое пособие
к выполнению курсового проекта по дисциплине
«Теория и устройство судов» для студентов очного и заочного
обучения по специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых
энергетических установок»

Нижний Новгород
Издательство ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
2019

УДК 629.5.015.2
К36

Кеслер, А.А.
Расчет и анализ показателей пропульсивного комплекса судна : учебно-метод. пособие к выпол. курс. проекта для студ. оч. и заоч. обуч. по спец-ти 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» / А.А. Кеслер – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2019. – 76 с.

Дана последовательность расчетов по определению силы сопротивления движению судна, по выполнению проектировочного и поверочного расчетов открытого гребного винта и винта в направляющей насадке. Гидродинамические расчеты по движителю выполняются с использованием расчетных диаграмм. Содержится необходимая информация для разработки и построения теоретического чертежа гребного винта. Показаны ходовые и тяговые характеристики и их использование для анализа показателей пропульсивного комплекса судна при различных режимах его эксплуатации.

Пособие также может быть использовано студентами специальности 26.05.06 в дипломном проектировании при выполнении расчетов по пропульсивному комплексу судна.

Для выполнения курсового проекта по дисциплине «Теория и устройство судов» студентами очного и заочного обучения по специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических уста- новок».

Рекомендовано к изданию кафедрой проектирования и технологии постройки судов (протокол № 5 от 20.11.2018 г.).

© ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2019

ВВЕДЕНИЕ

На большинстве самоходных судов большая часть энергозатрат связана с работой главной судовой энергетической установки, т.е. затрат энергии на обеспечение движения судна. При создании судна скорость его поступательного движения определяется в процессе проектирования пропульсивного комплекса, который включает три части: корпус судна – движитель – главный двигатель. Движитель (в большинстве случаев – гребной винт) в этом комплексе является динамическим связующим звеном между двигателем и корпусом; потребляя мощность двигателя, движитель создает силу, воздействующую на корпус.

В процессе проектирования пропульсивного комплекса ставится следующая задача: при заданном значении массы судна (посадке) и номинальных условиях его движения определить такие значения параметров геометрии и работы гребного винта, при которых его к.п.д. будет максимальным. Такая задача решается в результате проектировочного расчета гребного винта, который обычно выполняется в два этапа:

предварительный расчет показателей гребного винта с целью выбора, по результатам этого расчета, типа двигателя;

окончательный расчет гребного винта, обеспечивающего наиболее эффективное использование мощности выбранного двигателя.

В результате такого расчета определяются (обосновываются) базовые геометрические характеристики винта (диаметр, шаг, количество лопастей, дисковое отношение), которые принимаются для последующей разработки теоретического чертежа гребного винта. Полученная таким образом геометрия винта считается неизменной при всех возможных режимах эксплуатации судна, т.е. рассматривается винт с фиксированным шагом (ВФШ).

После определения значений показателей для номинального режима (основного расчетного режима) работы пропульсивного комплекса в курсовой работе предусмотрен расчет комплекса при других возможных эксплуатационных режимах его работы. Такой расчет позволяет получить значения силы упора винта (комплекса винт-насадка) и соответствующей потребляемой им мощности при различных возможных частотах вращения гребного вала и скоро-

стях хода судна. Результаты этого расчета представляются в виде графика – ходовые (тяговые) характеристики судна.

Такое (наглядное) представление зависимостей между показателями пропульсивного комплекса весьма удобно для понимания связей между ними и графического определения значений этих показателей в различных эксплуатационных ситуациях. Знание и умение использовать ходовые (тяговые) характеристики позволяет механику судна избежать перегрузок главного двигателя при эксплуатации или принять меры по повышению эффективности работы пропульсивного комплекса.

Некоторые из возможных ситуаций функционирования пропульсивного комплекса студенту предлагается проанализировать при выполнении курсовой работы.

При выполнении проекта в качестве главного двигателя принимается судовой дизель, а в качестве движителя – открытый винт или винт в насадке с фиксированным шагом (ВФШ). Расчет выполняется применительно к условиям работы винта на водоизмещающем судне.

Форма задания на курсовой проект дана в приложении П.

Пояснительная записка к курсовому проекту должна содержать следующие разделы:

расчет силы сопротивления движению судна;

проектировочный расчет винтового движителя;

определение ходовых или тяговых характеристик судна;

разработка теоретического чертежа гребного винта.

Курсовой проект также включает графическую часть – теоретический чертеж гребного винта.

При подготовке пояснительной записки и выполнении чертежа необходимо соблюдать требования к оформлению конструкторской документации [1].

Основные обозначения и сокращения

Геометрические элементы корпуса судна и модели

L_c, $L_м$ – длина корпуса судна по КВЛ и модели соответственно;
B_c, $B_м$ – ширина корпуса судна по КВЛ и модели соответственно;
T_c, $T_м$ – осадка судна по КВЛ и модели соответственно;
V_c – объемное водоизмещение судна;
δ_c – коэффициент полноты водоизмещения судна;
S_c, $S_м$ – площадь смоченной поверхности корпуса судна и модели соответственно;
λ – модуль геометрического подобия модели.

Сопротивление движению судна и модели

v_c, $v_м$ – скорость движения судна и модели соответственно;
R_c, $R_м$ – сила полного сопротивления движению судна и модели соответственно;
Z – сила тяги буксира или сила упора толкача;
C_c, $C_м$ – коэффициент полного сопротивления движению судна и модели соответственно;
C_m – коэффициент сопротивления трения гидродинамически гладкой пластины;
Re, Fr – число Рейнольдса и число Фруда соответственно;
ρ – плотность воды;
μ – кинематический коэффициент вязкости воды;
P_δ – буксировочная мощность;

Кинематические и динамические характеристики движителя

x – количество движителей на судне;
n – частота вращения винта;
W – коэффициент попутного потока в зоне работы движителя;

t – коэффициент засасывания корпуса судна движителем;

$T_к$, T – сила упора изолированного комплекса винт-насадка и изолированного открытого винта соответственно;

$T_{ек}$, T_e – сила эффективного упора комплекса винт-насадка и открытого винта соответственно;

v_e, v_p – скорость натекания воды на комплекс винт-насадка и на открытый винт соответственно;

λ_e, λ_p – относительная поступь комплекса винт-насадка и открытого винта соответственно;

$K_к$, K_1 – коэффициент упора изолированного комплекса винт-насадка и изолированного открытого винта соответственно;

$K_{ек}$, K_e – коэффициент эффективного упора комплекса винт-насадка и открытого винта соответственно;

K_2 – коэффициент момента комплекса винт-насадка или открытого винта;

$K'_{dк}$, K'_d – коэффициент упора – диаметра комплекса винт-насадка и открытого винта соответственно;

K''_{nk}, K''_n – коэффициент мощности – частоты вращения комплекса винт-насадка и открытого винта соответственно;

η_e, η_p – к.п.д. комплекса винт-насадка и открытого винта соответственно;

η_z – буксировочный коэффициент полезного действия;

$P_Д$ – мощность на валу винта (мощность, подведенная к винту).

Двигатель, редуктор, валопровод

P_0 – номинальная мощность на валу выбранного двигателя;

$P_э$ – мощность на валу двигателя;

$\eta_{ред}$ – коэффициент полезного действия редуктора;

$\eta_в$ – коэффициент полезного действия валопровода.

Геометрия винта

$Д$ – диаметр винта;
R – радиус винта;
H – конструктивный шаг винта;
$H/Д$ – шаговое отношение винта;
z – количество лопастей винта;
θ – дисковое отношение винта;
d_o – диаметр ступицы в плоскости действия винта;
$\overline{r} = r / R$ – относительный радиус сечения лопасти винта;
$b_{вх}$ – отстояние точки входящей кромки спрямленного контура лопасти от ее оси;
$b_{вых}$ – отстояние точки выходящей кромки спрямленного контура лопасти от ее оси
b_e – отстояние точки линии наибольших толщин лопасти от ее входящей кромки;
e_o – условная толщина лопасти на оси винта (см. рис. 4.3);
e_R – толщина лопасти на ее конце;
e – наибольшая толщина лопасти на радиусе *r;*
φ – шаговый угол на радиусе *r*.

Сокращения

ОВ – открытый винт;
ВН – винт в насадке;
БВ – бортовой винт;
ДВ – винт в диаметральной плоскости корпуса судна;
ДП – диаметральная плоскость судна.

1. Расчет силы сопротивления движению водоизмещающего судна

Методика определения силы сопротивления движению водоизмещающего судна принимается в зависимости от состава исходных данных. При выполнении проекта предполагается, что исходные данные включают результаты экспериментальных замеров силы сопротивления движению модели корпуса судна.

Наличие таких данных позволяет использовать наиболее точный метод определения силы сопротивления движению судна – метод пересчета сопротивления с модели на натуру (судно). Этот метод представлен ниже.

При отсутствии результатов модельных испытаний судна (например, в дипломном проектировании), расчет силы сопротивления выполняется с использованием показателей по судну-прототипу [2].

Расчет сопротивления движению судна с использованием результатов модельных испытаний его корпуса возможен при следующих исходных данных:

• зависимости силы сопротивления движению модели ($R_м$) от ее скорости ($v_м$);

• значении модуля геометрического подобия модели (λ) или значении масштаба испытанной модели ($M = 1/\lambda$);

• значений основных геометрических характеристик корпуса судна;

• значении температуры воды в опытовом бассейне ($t_м$, ºС).

Известно, что сила сопротивления движению судна изменяется пропорционально площади смоченной поверхности (S_c) его корпуса.

В настоящей работе расчет S_c выполняется по приближенной формуле; при этом следует различать два случая – судно однокорпусное и судно двухкорпусное (катамаран).

Для однокорпусного судна[1)]

$$S_c = (\omega_1 + \omega_2) V_c^{2/3}, \text{ м}^2$$

где ω_1, ω_2 – безразмерные коэффициенты, определяемые по формулам

$$\omega_1 = \frac{L_c}{\sqrt[3]{V_c}} \left(0{,}712 - 0{,}0152 \frac{L_c}{\sqrt[3]{V_c}} \right) + 2{,}54;$$

$$\omega_2 = 0{,}322 \frac{B_c}{T_c} - 0{,}733;$$

V_c – объемное водоизмещение судна, м^3.

---

1) Для проверки результата расчёта S_c по указанной формуле могут быть использованы зависимости:

$S_c = L_c(0{,}8 \cdot \delta + 0{,}2)(B_c + 2 \cdot T_c)$ – при $\delta \geq 0{,}7$;

$S_c = L_c(0{,}5\,\delta + 0{,}41)(B_c + 2T_c)$ – при $\delta < 0{,}7$.

При этом различие значений S_c не превышает 15%.

Значение V_c может быть получено по формуле $V_c = \delta \cdot L_c \; B_c \; T_c$, где L_c, B_c, T_c – длина, ширина и осадка судна по КВЛ соответственно, м; δ – коэффициент полноты водоизмещения.

Смоченная поверхность судна катамаранного типа рассчитывается по формуле $S_c = 2 \cdot L_c\,(1{,}36 \cdot T_c + 1{,}13 \cdot \delta_к \cdot B_к)$, где $B_к$ – ширина по КВЛ одного корпуса судна, м; $\delta_к$ – коэффициент полноты водоизмещения одного корпуса.

Полученное значение смоченной поверхности судна позволяет, на основе геометрического подобия модели и натуры, определить смоченную поверхность модели

$$S_м = S_c / \lambda^2 .$$

Сила полного сопротивления движению судна в курсовой работе определяется для условий спокойной и глубокой воды, то есть при этом не учитывается влияние ряда факторов: ветра, ветрового волнения, течения, стесненности водного пути по глубине и ширине. Расчет силы сопротивления движению выполняется по формуле

$$R_c = (C_{ос} + C_{тс} + \Delta C_{тс} + C_{вч} + C_в) \cdot \frac{\rho \cdot v_c}{2} \cdot S_c \text{, кН,} \qquad (1.1)$$

где $C_{ос}$ – коэффициент остаточного сопротивления; $C_{тс}$ – коэффициент сопротивления трения эквивалентной гидродинамически гладкой пластины; $\Delta C_{тс}$ – надбавка к коэффициенту $C_{тс}$, учитывающая влияние на сопротивление шероховатости поверхности корпуса судна (коэффициент влияния шероховатости); $C_{вч}$ – коэффициент сопротивления, вызванного выступающими частями (кронштейнами гребных валов, рулевыми органами, бортовыми килями и т.п.); $C_в$ – коэффициент воздушного сопротивления; v_c – скорость хода судна, м/с; ρ – плотность воды, т/м^3; S_c – смоченная поверхность судна, м^2.

Порядок расчета силы сопротивления движению судна формализован в виде таблицы 1.1.

Исходными данными в таблице 1.1 являются ряд значений скорости модели $(v_м)$ и соответствующие значения силы сопротивления ее движению $(R_м)$. Кроме того, необходимо определить и вписать значения ряда характеристик, обозначенных

в графе «примечание». Далее даны рекомендации по определению исходных данных к расчету по таблице 1.1.

Таблица 1.1

Расчет силы сопротивления движению судна и буксировочной мощности

Расчетные величины и формулы	Раз-мер-ность	Режимы движения					Примечание
$v_м$	м/с	0,660				модель	λ = … ;
$R_м$	Н	0,400					$S_м$ = … м^2;
$C_м = \frac{2R_м}{\rho \cdot S_м \cdot v_м^2}$	–	$7{,}04 \cdot 10^{-3}$					g = 9,81 м/с^2;
$Re_м = \frac{v_м \cdot L_м}{\mu_м}$	–	$0{,}718 \cdot 10^{6}$					ρ = 1000 кг/м^3;
$C_{тм} = f(Re_м)$	–	$4{,}74 \cdot 10^{-3}$					$L_м$ = … м;
$C_{ом} = C_м - C_{тм}$	–	$2{,}30 \cdot 10^{-3}$					$\mu_м$ = … м^2/с
$Fr_м = \frac{v_м}{\sqrt{g \cdot L_м}}$	–	0,189					
$v_c = v_м \sqrt{\lambda}$	м/с	5,72				судно	ρ = 1,0 т/м^3;
$\mathrm{Re}_c = \frac{v_c \cdot L_c}{\mu_c}$	–	$3{,}39 \cdot 10^{8}$					μ_c = … м^2/с;
$C_{тс} = f(Re_c)$	–	$1{,}80 \cdot 10^{-3}$					L_c = … м;
$C_c = C_{ос} + C_{тс} + \Delta C_{тс} + C_{вч} + C_в$	–	$4{,}92 \cdot 10^{-3}$					$C_{вч}$ = … $C_в$ = …
$R_c = C_c \, S_c \frac{\rho v_c^2}{2}$	кН	118					$\Delta C_{тс}$ = …
$P_Б = R_c \, v_c$	кВт	676					S_c = … м^2

Вначале определяются значения показателей, приведённых в графе «примечание» и относящихся к судну.

L_c – длина судна по ВКЛ (указана в задании).

μ_c – кинематический коэффициент вязкости воды, зависящий от её температуры и определяемый по таблице 1.2; его значение для судна может быть принято равным $1{,}57 \cdot 10^{-6}$м^2/с, что соответствует температуре 4ºС и максимальной плотности воды.

S_c – полученное выше значение площади смоченной поверхности судна.

$C_{в.ч.}$, $C_в$, ΔC_{mc} – коэффициенты, характеризующие составляющие полной силы сопротивления движению судна и не зависящие от его скорости.

Значение коэффициента ΔC_{mc} принимается по следующим рекомендациям: для судов со сварной обшивкой или клепаной в потай $\Delta C_{mc} = (0{,}3 \ldots 0{,}7)\ 10^{-3}$; при значительных неровностях (изношенности) поверхности корпуса $\Delta C_{mc} = (0{,}7 \ldots 1{,}0)\ 10^{-3}$. Минимальные значения коэффициента принимаются для свежеокрашенных поверхностей.

Характерные значения коэффициента $C_{вч}$ для судов внутреннего плавания лежат в пределах: $C_{вч} = (0{,}15 \ldots 0{,}20)\ 10^{-3}$ – для двухвальных судов и $C_{вч} = (0{,}10 \ldots 0{,}15)\ 10^{-3}$ – для одновальных.

Воздушное сопротивление зависит от формы и размеров надводной части судна. Коэффициент воздушного сопротивления $(C_в)$ может быть принят в пределах $(0{,}1 \ldots 0{,}2)\ 10^{-3}$ (для пассажирских судов принимается наибольшее значение).

Таблица 1.2

Зависимость кинематического коэффициента вязкости воды от ее температуры

t °C	$\mu \cdot 10^{+6}, \frac{м^2}{с}$	t °C	$\mu \cdot 10^{+6}, \frac{м^2}{с}$	t °C	$\mu \cdot 10^{+6}, \frac{м^2}{с}$
0	1,79	12	1,24	20	1,01
2	1,67	13	1,20	22	0,96
4	1,57	14	1,17	24	0,92
6	1,47	15	1,14	26	0,88
8	1,39	16	1,11	28	0,84
9	1,35	17	1,08	30	0,80
10	1,31	18	1,06		
11	1,27	19	1,03		
Примечание: Снятые с таблицы значения должны быть уменьшены в 10^6 раз. Так, при 4º истинное значение $\mu = 1{,}57 \cdot 10^{-6}$ м^2/с.					

Затем находятся значения показателей, представленных в графе «примечание» и относящихся к модели.

λ – модуль геометрического подобия модели; он является величиной обратной масштабу (M) модели (в задании см. λ или M);

$L_м$, $S_м$ – длина и площадь смоченной поверхности модели; их значения определяются на основе соотношений величин при геометрическом подобии объектов, то есть по формулам $L_{\text{м}} = \frac{L_{\text{с}}}{\lambda}$ и $S_{\text{м}} = \frac{S_{\text{с}}}{\lambda^2}$.

$\mu_м$ – кинематический коэффициент вязкости воды находится по таблице 1.2 при заданной (см. задание) температуре воды в опытовом бассейне.

В перечень исходных показателей по таблице 1.1 входят ряд соответствующих значений скорости модели ($V_м$) и силы сопротивления её движению ($R_м$); их значения приведены в задании на выполнение работы.

Расчёт значений силы полного сопротивления движению судна($R_с$) и буксировочной мощности ($P_б$) при той или иной скорости хода судна выполняется по таблице 1.1 независимо (однотипно).

В процессе такого расчёта находится значение числа Рейнольдса (Re), которое определяет режим пограничного слоя воды, обтекающей поверхность корпуса модели или судна. В количественном выражении режим также характеризуется коэффициентом сопротивления трения гидродинамически гладкой пластины.

В отечественной практике коэффициент сопротивления трения гидродинамически гладкой пластины рассчитывается по формуле

$$C_m = \frac{0{,}455}{(\lg Re)^{2{,}58}}, \qquad (1.2)$$

где $Re = \frac{v\,L}{\mu}$ – число Рейнольдса, μ – кинематический коэффициент вязкости воды, зависящий от ее температуры.

Систематизированные результаты расчетов по формуле (1.2) приведены в таблице 1.3.

Значимость модельных испытаний корпуса судна для расчета R_c заключается в том, что по их результатам определяются значения коэффициента остаточного сопротивления для судна C_{oc}, то есть определяется показатель, который зависит от особенностей формы корпуса и наиболее точно может быть получен только на основании модельного эксперимента.

Таблица 1.3

Зависимость коэффициента сопротивления трения от числа Рейнольдса

Re	$C_m 10^3$	*Re*	$C_m \cdot 10^3$	*Re*	$C_m \cdot 10^3$	*Re*	$C_m \cdot 10^3$	*Re*	$C_m \cdot 10^3$
1.10^5	7,19	1.10^6	4,45	1.10^7	3,01	1.10^8	2,12	1.10^9	1,56
2.10^5	6,16	2.10^6	3,94	2.10^7	2,69	2.10^8	1,95	2.10^9	1,45
3.10^5	5,66	310^6	3,68	3.10^7	2,52	3.10^8	1,83	3.10^9	1,38
4.10^5	5,35	4.10^6	3,51	4.10^7	2,42	4.10^8	1,76	4.10^9	1,33
5.10^5	5,11	5.10^6	3,36	5.10^7	2,36	5.10^8	1,70	5.10^9	1,29
6.10^5	4,97	6.10^6	3,26	6.10^7	2,30	6.10^8	1,66	6.10^9	1,27
7.10^5	4,77	7.10^6	3,18	7.10^7	2,25	7.10^8	1,64	7.10^9	1,25
8.10^5	4,66	8.10^6	3,12	8.10^7	2,20	8.10^8	1,62	8.10^9	1,23
9.10^5	4,55	9.10^6	3,06	9.10^7	2,16	9.10^8	1,60	9.10^9	1,21

Примечание: Снятые с таблицы значения C_m должны быть уменьшены в 10^3 раз. Например, для $Re = 2 \cdot 10^7$ истинное значение $C_m = 2{,}69 \cdot 10^{-3}$.

Коэффициент C_{oc} равен коэффициенту остаточного сопротивления модели $C_{oм}$ при равных значениях числа Фруда для судна и модели, то есть при $\left(Fr_{м} = \frac{v_{м}}{\sqrt{g \cdot L_{м}}} \right) = \left(Fr_{c} = \frac{v_{c}}{\sqrt{g \cdot L_{c}}} \right)$ или (как следствие) при следующем соотношении скоростей $v_c = v_м \sqrt{\lambda}$ (см. табл. 1.1).

После определения C_{oc}, C_{mc} и с учетом принятых значений ΔC_{mc}, $C_{вч}$ и $C_в$ находится значение коэффициента полного сопротивления движению судна (C_c) (см. таблицу 1.1).

В качестве примера в таблице 1.1 даны результаты расчета показателей по судну и его модели при следующих данных:

$L_c = 93{,}0$ м; $\lambda = 75$; $S_c = 1468$ м^2; $\mu_м = 1{,}14 \cdot 10^{-6}$ м^2/с;

$\mu_c = 1{,}57 \cdot 10^{-6}$ м^2/с; $C_{вч} = 0{,}17 \cdot 10^{-3}$; $C_в = 0{,}15 \cdot 10^{-3}$; $\Delta C_{mc} = 0{,}5 \cdot 10^{-3}$.

В итоге расчетов по таблице 1.1 определяется, наряду с силой буксировочного сопротивления движению судна (R_c),

буксировочная мощность (P_{δ} .). Буксировочная мощность может быть использована для приближенного (предварительного) определения необходимой мощности главного двигателя судна по формуле

$$P_{Э} = \frac{P_{\delta}}{x \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{проп}}, \text{ кВт},$$

где x – количество (движителей); $\eta_{пер}$ – к.п.д. передачи мощности от двигателя к движителю; $\eta_{проп}$ – пропульсивный к.п.д. судна.

Коэффициент $\eta_{пер}$ при использовании зубчатого редуктора и валопровода может быть принят в пределах 0,95…0,96.

Пропульсивный к.п.д. существенно зависит от скорости хода судна; при расчетной (номинальной) скорости его значение лежит в пределах:

0,58…0,66 – для водоизмещающих пассажирских и грузопассажирских судов;

0,50…0,60 – для грузовых судов (для грузовых судов с приставкой принимается минимальное значение);

0,38 …0,48 – для толкаемых и буксируемых составов (при v =10 … 14 км/ч).

Итоговые зависимости, полученные в табл. 1.1, представляются в графическом виде (рис. 1.1) на листе формата А4.

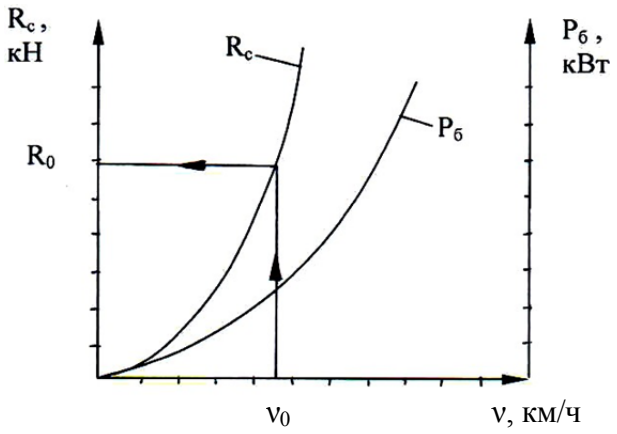


Рис. 1.1. Зависимости силы сопротивления движению ($R_с$)
и буксировочной мощности ($P_б$) от скорости хода судна

По рисунку 1.1, исходя из заданной скорости движения судна (v_0), определяется сила сопротивления его движению (R_0), которая входит в число исходных показателей при выполнении расчётов по движителю.

2. Проектировочный расчет гребного винта

2.1. Цель, этапы расчета и общие указания

Проектировочный расчет выполняется с целью определения значений основных элементов винта (открытого или работающего в направляющей насадке), при которых обеспечиваются наиболее высокие показатели его гидромеханической эффективности (наиболее эффективное использование мощности выбранного главного двигателя).

Проектировочный расчет выполняется в два этапа.

П е р в ы й э т а п – расчет элементов винта при выборе главного двигателя. В этом расчете исходят из заданной скорости судна и значения силы сопротивления соответствующего этой скорости. Значение диаметра винта принимается с учетом условий его размещения за кормой и осадки судна.

Путем расчета получают значения частоты вращения вала винта и мощности, которую необходимо подвести к винту. Знание этих показателей позволяет, с учетом выбранной схемы передачи мощности, принять главный двигатель.

В т о р о й э т а п – расчет элементов винта, обеспечивающего наиболее эффективное использование мощности, подводимой от главного двигателя на номинальном (расчетном) режиме его работы. На этом этапе определяются максимально достижимая скорость движения судна или максимальная сила буксировки (толкания), создаваемая буксиром (толкачем). Полученные в результате второго этапа расчета значения геометрических характеристик винта принимаются в качестве окончательных и используются в последующих расчётах.

В курсовом проекте второй этап является непосредственным

продолжением первого. В дипломном проектировании второй этап может иметь самостоятельное значение, когда, например, выполнена модернизация (замена) установленного на судне двигателя и необходимо уточнить показатели движителя.

В качестве движителя может быть принят открытый винт (ОВ) или комплекс: гребной винт – кольцеобразная направляющая насадка (ВН).

Тип движителя в расчете принимается в зависимости от типа заданного судна. Для буксиров, танкеров, грузовых судов с приставкой и без нее проектируется ВН; для пассажирских и грузо-пассажирских судов, паромов, разъездных судов и катамаранов (пассажирских и грузовых) принимается ОВ.

Схемы расчета движителя на втором этапе различаются в зависимости от состава исходных данных [3]:

- для грузовых, пассажирских, грузо-пассажирских судов, паромов и грузовых судов с постоянной приставкой расчет движителя ведется с использованием кривой сопротивления движению заданного судна; этот вариант расчета далее представлен под рубрикой «небуксирное судно» (п. 2.3.1);
- для буксиров и толкачей расчет движителя выполняется при заданной силе тяги на гаке или силе толкания; этот вариант расчета представлен под рубрикой «буксирное судно» (п. 2.3.2).

2.2. Расчет элементов гребного винта при выборе главного двигателя

2.2.1. Исходные данные и расчет коэффициентов взаимодействия корпуса судна и движителя.

Состав исходных данных (см. задание) для вариантов расчета «небуксирное судно» и «буксирное судно» включает:

• характеристики корпуса судна (L_c, B_c, T_c, δ);

• тип кормовых обводов корпуса судна;

• скорость хода судна или состава, которая должна быть обеспечена расчетом (v_o);

• количество гребных винтов (x);

• сила сопротивления движению судна (R_0) (в частности, грузового теплохода с приставкой) при заданной скорости хода (v_o , см. п.1).

Для варианта «буксирное судно», кроме того, указывается заданная сила тяги буксира или сила упора толкача *(Z)*.

Исходные показатели в расчетно-пояснительной записке должны быть представлены в упорядоченном виде.

Расчет коэффициентов взаимодействия корпуса и движителя на данном этапе выполняется по приближенным формулам.

Коэффициент попутного потока при расчете открытого винта находится по выражению:

$W = 0{,}55\delta - 0{,}20$ – для бортового винта (соответствует случаям установки за корпусом судна 2-х или 3-х винтов).

$W = 0{,}50\delta - 0{,}05$ – для винта в диаметральной плоскости (ДП).

Коэффициент засасывания поверхности корпуса судна открытым винтом определяется по формулам:

при обычных (нетоннельных) обводах

$t = 0{,}8\ W(1 + 0{,}25W)$ – для бортового винта, (2.1)

$t = 0{,}6\ W(1 + 0{,}67W)$ – для винта в ДП; (2.2)

при тоннельных обводах принимается $t = W$ (2.3)

Коэффициент попутного потока при расчете винта в насадке вычисляется по формулам:

$W = 0{,}65\ (0{,}55 \cdot \delta - 0{,}20)$ – для бортового винта,

$W = 0{,}65\ (0{,}50 \cdot \delta - 0{,}05)$ – для винта в ДП.

Коэффициент засасывания поверхности корпуса винтом в насадке принимается равным коэффициенту W, то есть $t = W$.

Для толкача с составом и грузового теплохода с приставкой полученное значение коэффициента W следует дополнить поправкой ΔW, которая учитывает влияние толкаемого состава (приставки) на величину попутного потока. Значение ΔW принимается по заданию или рассчитывается по формуле

$$\Delta W = 0{,}17 \frac{\delta' L'}{\delta L_c} W ,$$

где δ, δ' – коэффициент полноты водоизмещения толкача (грузового теплохода) и расположенной непосредственно перед

ним баржи (приставки) соответственно; L_c , L' – длина толкача (теплохода) и расположенной перед ним баржи (приставки) соответственно. При отсутствии значений δ' и L' поправка приближенно принимается равной $\Delta W = 0{,}1$.

Коэффициент попутного потока W_c при расчете движителя толкача (теплохода с приставкой) принимается равным $W_c = W + \Delta W$, а коэффициент засасывания – $t_c = 0{,}9\ W_c$.

2.2.2. Расчет минимально необходимой мощности главного двигателя.

Расчет значений необходимой мощности главного двигателя и соответствующих частот вращения вала винта выполняется в форме таблицы 2.1. При этом мощность и частота определяются применительно к различным возможным (допустимым) значениям диаметра винта *(Д)*.

Наряду с диаметром винта, для выполнения расчета по таблице 2.1, необходимо знать значение упора комплекса винт-насадка $(T_к)$ или открытого винта *(T)*, а также величину скорости потока, набегающего на винт в насадке (v_e) или на открытый винт (v_p).

Порядок определения этих показателей представлен ниже.

- Назначаются ряд значений *Д*, при которых винт (винт в насадке) может быть размещен под кормой судна. Предельные значения принимаются в зависимости от осадки судна (T_c) следующими: $Д_{\min} = (0{,}45..0{,}5)\ T_c$, а $Д_{\max} = d \cdot T_c$, (где d – коэффициент). Для судов с обычными (нетоннельными) обводами кормы коэффициент находится в пределах:

$d = 0{,}80…0{,}85$ – для винта в ДП,

$d = 0{,}65…0{,}75$ – для бортового винта.

При тоннельной форме днища в корме коэффициент принимается независимо от положения винта по ширине судна следующим:

$d = 1{,}15…1{,}20$ – для буксиров и толкачей,

$d = 1{,}0$ – для остальных типов судов.

Между $Д_{\min}$ и $Д_{\max}$ принимаются промежуточные значения *Д* с примерно равным интервалом между ними. Значение каждого из диаметров округляется до числа кратного 0,05 м и вписывается в таблицу 2.1.

- Скорость потока перед движителем определяется с использованием полученного значения коэффициента попутного потока

(W_c или *W)* и заданной скорости судна *(v_o)* следующим образом:

$v_e = v_o(1 - W_c)$ – для толкача и грузового теплохода с приставкой;

(v_e или v_p) = v_o (1 – *W*) – при использовании на судах других типов ВН или ОВ.

- Сила полного упора движителя рассчитывается исходя из известных значений силы сопротивления движению (R_o) при заданной скорости *(v_o)* и коэффициента засасывания (*t* или t_c) по соответствующей из формул:

$T_к = \frac{R_o + Z}{x(1 - t_c)}$ – для толкача,

$T_к = \frac{R_o}{x(1 - t_c)}$ – для грузового теплохода с приставкой,

$T_к = \frac{R_o + Z}{x(1 - t)}$ – для буксира,

($T_к$ или Т) $= \frac{R_o}{x(1 - t)}$ – при использовании на одиночных судах (грузовых, пассажирских и др.) ОВ или ВН,

где *Z* – заданная сила толкания или сила тяги на гаке, кН.

Таблица 2.1

Определение частоты вращения винта и необходимой мощности двигателя

Исходные данные[1]: $T_к$ = кН; $Д_{max}$ = м; v_e = м/с; ρ = 1,0 т/м^3; $\eta_в$ = ; $\eta_{ред}$ = ; $K_з$ =						
Расчетные величины и формулы	Размерность	Диаметр винта, м				
		$Д_{min}$	$Д_2$	$Д_3$	$Д_4$	$Д_{max}$
$K'_{дк} = Д \cdot v_e \cdot \sqrt{\rho / T_к}$	–					
λ_e	–					
η_e = $f(K'_{дк})$	–					
$H/Д$	–					
$n = \frac{v_e}{\lambda_e Д}$	с$^{-1}$					

$P_Д = \frac{T_к \cdot v_e}{\eta_e}$	кВт					
$P_э = \frac{P_Д \cdot K_з}{\eta_в \cdot \eta_{ред}}$	кВт					
$n_м = n\ 60$	мин $^{-1}$					
[1)] Индексы ряда показателей в таблице соответствуют расчету по комплексу винт-насадка. В случае расчета по открытому винту следует выполнить замену: $K'_{dк}$ на K'_d; v_e на v_p; $T_к$ на T; λ_e на λ_p; η_e на η_p.						

На данном (первом) этапе проектировочного расчета выбор дискового отношения и количества лопастей винта не обосновываются, так как эти геометрические характеристики несущественно влияют на величину мощности, потребляемой винтом. С учетом этого рекомендуется использовать диаграмму с наиболее распространенными в эксплуатационной практике характеристиками винта: дисковым отношением *(Θ)* в пределах 0,55 …0,58 и количеством лопастей *(z)* равном 4.

Широкий набор расчетных диаграмм по ОВ и ВН представлен в альбоме [4]; из этого альбома взяты и представлены в настоящем пособии «корпусная» и «машинная» диаграммы для ОВ с $z = 4$, $\Theta = 0{,}55$ (приложения А и Б соответственно), а также «корпусная» и «машинная» диаграммы для ВН с $z = 4$, $\Theta = 0{,}58$ (приложения В и Г соответственно).

Расчет по форме таблиц 2.1 выполняется с использованием «корпусной» расчетной диаграммы по ОВ или ВН, которые представлены в [4] или в настоящем пособии. Для «входа» в диаграмму рассчитывается значение $K'_{dк}$ (см. таблицу 2.1) по каждому из принятых значений *Д*. Точка на диаграмме (см. пример на рис. 2.1) находится по значению $K'_{dк}$ на кривой, которая имеет обозначение «$(K'_{dк})_{opt}$» или «$K'_{dк}$ при n_{opt}». При этом используется шкала коэффициента $K_{dк}$. По установленной таким образом на диаграмме точке (расчётной точке) находятся соответствующие ей значения относительной поступи *(λ)*, гидравлического к.п.д. движителя *(η_e)* и шагового отношения винта *(Н/Д)*.

Процесс их определения поясняется на рисунке 2.1, где в качестве расчетной показана точка «А». По местоположению

точки *«А»* между кривыми, имеющими обозначение *Н/Д* = const находится расчетное значение – $(Н/Д)^p$, а по местоположению точки «А» между кривыми, имеющими обозначение η_e = const, находится значение η_e^p. Значение λ_e^p определяется путем проектирования точки *«А»* на шкалу λ_e. Примеру на рисунке 2.1 соответствуют:

$(K'_{dk})^p = 0{,}725$; $\lambda_e^p = 0{,}400$; $\eta_e^p = 0{,}520$; $(Н/Д)^p = 0{,}800$.

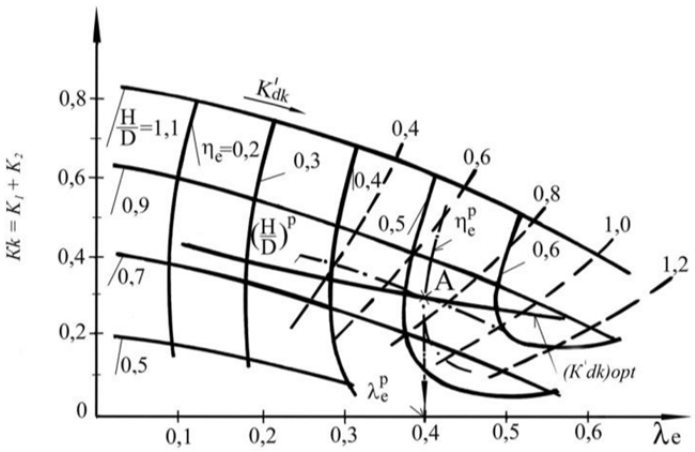


Рис. 2.1. К определению значений *Н/Д*, λ_e, η_e по «корпусной» расчетной диаграмме

При выполнении расчетов по форме таблицы 2.1 (а также последующих расчетов, представленных в п. 2.3) наряду с использованием диаграмм из [4] могут быть использованы вспомогательные диаграммы, которые разработаны на основе данных, содержащихся в диаграммах, представленных в приложениях А, Б, В и Г.

Вспомогательные диаграммы разработаны на кафедре проектирования и технологии постройки судов ВГУВТ и представлены в приложениях Д, Ж, И и К Эти диаграммы построены таким образом, что упрощают (облегчают) определение значений искомых величин.

Снятые с диаграммы показатели используются для расчета

мощности $P_Д$, которую необходимо подвести к винту, и соответствующей частоты вращения вала винта (n) (см. таблицу 2.1).

Необходимая мощность главного двигателя $P_э$ определяется исходя из $P_Д$ с учетом потерь мощности на подшипниках валопровода и в редукторе. Кроме того, двигатель должен иметь запас (резерв) мощности.

Значения к.п.д. валопровода ($\eta_в$) и редуктора ($\eta_{ред}$) рекомендуются следующими: $\eta_{ред} = 0{,}95 \ldots 0{,}97$, $\eta_в = 0{,}97 \ldots 0{,}98$.

Запас мощности двигателя принимается 10%; при расчете $P_э$ это учитывается введением коэффициента запаса мощности ($K_З$), который принимается равным 1,1.

2.2.3. Выбор главного двигателя.

По данным таблицы 2.1 зависимости $P_э = f(n)$ и $Д = f(n)$ изображаются на верхней части графика (рисунок 2.2), а зависимости $(Н/Д) = f(n)$, $K'_{dк} = f(n)$ и $\lambda_e = f(n)$ – на нижней его части. Зависимость $P_э = f(n)$ используется для выбора главного двигателя; другие зависимости – при выполнении обоснований, представленных в п.п. 2.3.1.1 и 2.3.1.2.

Таблица с характеристиками двигателей дана в приложении Л. При выборе двигателя необходимо руководствоваться следующими требованиями.

- Точка, характеризующая «положение» двигателя на графике (см. рисунок 2.2) указывается (определяется) по двум показателям: по его номинальной мощности и частоте вращения вала винта (n). При этом в качестве n может быть рассмотрена как частота вращения коленчатого вала дизеля, так и частота вращения на выходе редуктора, который может поставляться с двигателем. В любом случае двигатель может быть принят для его последующей оценки (сравнения с другими двигателями) только при условии, когда «точка» двигателя располагается на кривой $P_э = f(n)$, либо выше этой кривой и в диапазоне значений n, соответствующих интервалу $D_{max} – D_{min.}$
- При рассмотрении нескольких пригодных двигателей следует принять двигатель, имеющий меньшую мощность, или, при равных (близких) значениях мощности (на рисунке 2.2 смотри точки *«А»* и *«С»*), принять двигатель с большим запасом мощности по отношению к кривой $P_э = f(n)$, т.е. двигатель, соответствующий

точке «С»

- Если определяющая двигатель точка располагается в зоне недопустимых режимов (например, т. *Б* находится ниже кривой $P_э = f(n)$), то следует рассмотреть возможность применения этого двигателя с редуктором и за счет этого переместить определяющую его точку в область допустимых режимов. Например, (рисунок 2.2) за счет установки редуктора частота вращения, подаваемая от двигателя на движитель, уменьшена от $n_{дв}$ (т. *Б*) до $n_о$ (т. *Б'*).

По данным рисунка 2.2 наиболее предпочтительным является двигатель с редуктором (т. *Б'*).

При выборе двигателя также следует учитывать его массу и удельный расход топлива.

На рассматриваемом рисунке, по результатам выбора двигателя, следует указать только одну точку, обозначив её буквой «*N*». По выбранному двигателю необходимо представить: марку, номинальную мощность (P_0), частоту вращения коленчатого вала $(n_{дв})$, частоту вращения вала винта (n_0) (если не используется редуктор, то $n_{дв} = n_0$) и, исходя из обозначения марки двигателя, сделать запись «двигатель с газотурбинным наддувом» или «двигатель без наддува».

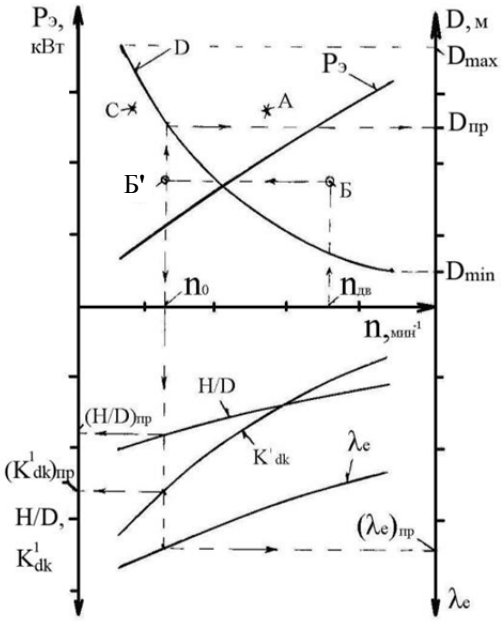


Рис. 2.2. К выбору главного двигателя и определению предварительных показателей винта

Зависимости рисунка 2.2 служат как для выбора двигателя, так и для определения предварительных значений показателей винта: диаметра $(Д_{пр})$, относительной поступи винта – $(\lambda_e)_{пр}$ или $(\lambda_p)_{пр.}$ шагового отношения винта $(Н/Д)_{пр}$, коэффициента упора-диаметра винта $(K'_d)_{пр.}$ или комплекса винт-насадка $(K'_{dк})_{пр}$. Значения этих

показателей используются в последующих расчётах (см. п.п. 2.3.1); здесь они должны быть представлены под заголовком – «Предварительные показатели винта (комплекса винт-насадка)»

2.3. Определение характеристик движителя, обеспечивающего полное использование мощности выбранного двигателя

На данном этапе расчета по известным характеристикам корпуса судна и выбранного двигателя определяются основные элементы гребного винта, который при использовании мощности, подводимой к нему от двигателя на номинальном режиме *($P_{До}$),* обеспечивал бы:

• для небуксирного судна – наивысшую скорость хода при заданных условиях плавания;

• для буксирного судна (толкача) – наибольшую тягу на гаке (силу толкания) при заданной скорости движения состава.

2.3.1. Схема расчета движителя для небуксирного судна.

2.3.1.1. Исходные данные к расчету.

Исходными данными на этом этапе являются:

– геометрические характеристики корпуса судна *(L_c , B_c , T_c , V_c , δ_c)*;

– тип кормовых обводов корпуса судна;

– количество *(x)* и тип движителей (*ОВ* или *ВН*);

– скорость хода судна по заданию (v_o, м/с) и кривая сопротивления его движению *(R = f(v));*

– номинальная частота вращения винта (n_o, см. рисунок 2.2), об/с;

– мощность двигателя ($P_{До}$, кВт), подводимая к винту при частоте вращения (n_o) (расчет $P_{До}$ смотри ниже);

– максимальный диаметр гребного винта ($Д_{max}$, м) и сила полного упора движителя ($T_к$ или T, кН) (см. таблицу 2.1);

– коэффициент нагрузки комплекса винт-насадка по упору *($\sigma_к$)* (расчет смотри ниже; для открытого винта – не определяется);

– предварительное значение диаметра винта ($Д_{пр}$, м) и

соответствующие значения коэффициента $(K'_d)_{пр}$ или $(K'_{dk})_{пр}$, шагового отношения $(H/Д)_{пр}$ и относительной поступи $(\lambda_p)_{пр}$ или $(\lambda_e)_{пр}$. Значения этих показателей должны соответствовать частоте вращения винта n_o (см. рисунок 2.2).

Мощность на валу винта определяется по формуле

$$P_{До} = \frac{P_o \, \eta_{ред} \, \eta_в}{K_З},$$

где P_o – мощность выбранного двигателя, кВт; $\eta_{ред}$, $\eta_в$ – к.п.д. редуктора (учитывается в случае его использования) и валопровода соответственно; $K_З$ – коэффициент запаса мощности (см. таблицу 2.1).

Коэффициент нагрузки комплекса ВН определяется по выражению $\sigma_к = \frac{2{,}55 T_к}{\rho Д^2 v_e^2}$, где $T_к$, v_e – упор комплекса ВН (кН) и скорость натекания на него воды (м/с) соответственно (см. таблицу 2.1); ρ = 1 т/м^3 – плотность воды; $Д$ – диаметр винта, м, $(Д = Д_{пр}$, см. рисунок 2.2$)$.

2.3.1.2. Обоснования к выбору винта по числу лопастей, форме их контура и дисковому отношению.

На втором этапе проектировочного расчета расчётная диаграмма по движителю выбирается после обоснования количества лопастей гребного винта, формы их контура и значения дискового отношения. Ниже даны такие обоснования.

- Количество лопастей открытого винта принимается по условию:

при $K'_d < 2{,}0$ – количество лопастей 4,

при $K'_d \geq 2{,}0$ – лопастей 3.

Значение K'_d находится по схеме, показанной на рисунке 2.2.

Для винта работающего в насадке рекомендуется z = 4 [3].

Форма контура лопасти принимается с учетом следующих обстоятельств.

У открытых гребных винтов форма контура лопасти не оказывает существенного влияния на его к.п.д. и кавитационные характеристики. На практике применяются винты, которые имеют как симметричную, так и несимметричную форму контура лопасти.

Вместе с тем, винты, имеющие саблевидный (несимметричный) контур предпочтительнее, так как их применение приводит к снижению вибрации корпуса судна.

У винтов, работающих в насадке, форма контура лопасти оказывает существенное влияние на к.п.д. движителя. Установлено, что в зависимости от шагового отношения винта и коэффициента нагрузки комплекса ($\sigma_к$) можно выделить области целесообразного применения винтов с саблевидным контуром лопасти (форма Трооста) и усеченным симметричным контуром (форма Каплана). При известных значениях $(Н/Д)_{пр}$ и $\sigma_к$ (см. п.п. 2.3.1.1) выбор формы контура лопасти винта производится по рисунку 2.3.

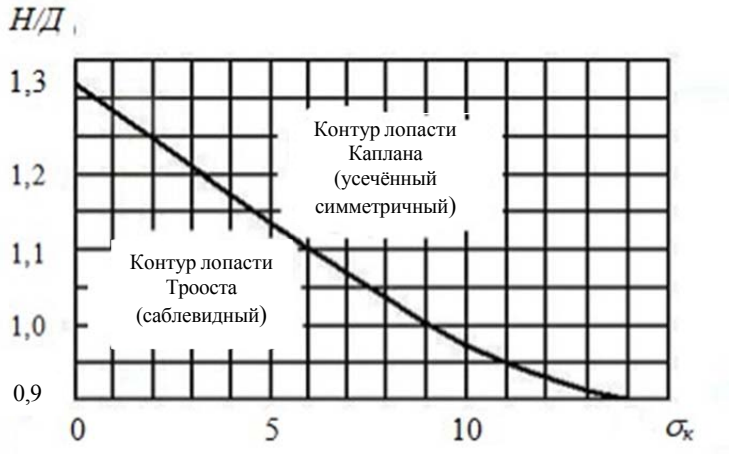


Рис. 2.3. К выбору формы контура лопасти винта в насадке

• Дисковое отношение открытого винта и винта работающего в насадке должно удовлетворять двум условиям: лопасть винта должна обладать достаточной прочностью при работе и, кроме того, на лопастях не должно быть кавитации.

Минимально необходимое дисковое отношение по условию прочности лопастей открытого винта и винта в насадке определяется по формуле

$$\Theta'_{\min} = 0{,}0813 \left(\frac{a \cdot z}{Д \cdot \delta_{\max}} \right)^{2/3} \cdot \sqrt[3]{m\,T} ,$$

где a – коэффициент, зависящий от материала винта*) и принимаемый равным: 0,065 – при использовании углеродистой стали и латуни, а в случае использования нержавеющей стали и бронзы – равным 0,05; z – количество лопастей винта; $Д$ – диаметр винта, принимаемый равным $Д_{пр}$, (см. п.п. 2.3.1.1) м; δ_{max} = 0,09 – предельное значение относительной толщины лопасти; m – коэффициент, характеризующий возможную максимальную нагрузку на лопасть, – принимается равным для ледоколов 2,0; для буксиров и толкачей 1,5; для судов других типов 1,15; T – упор гребного винта, кН.

Для винта, работающего в насадке, сила T определяется как часть упора комплекса винт-насадка по формуле $T = \frac{T_к}{1 + t_н}$, где $t_н$ – коэффициент засасывания насадки определяемый в зависимости от $\sigma_к$ (см. выше) и формы контура лопасти по рисунку 2.4.

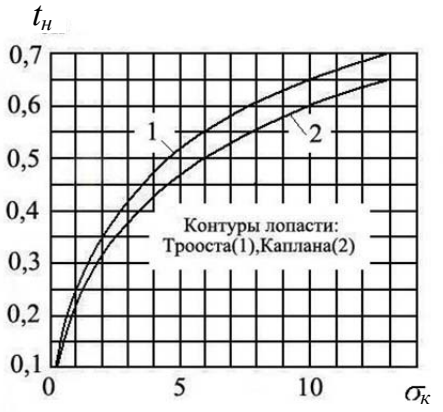


Рис. 2.4. К определению коэффициента засасывания насадки

Условия работы открытого винта и винта в насадке существенно отличаются. В связи с этим изменяется значимость различных факторов в процессе возникновения кавитации на лопастях винта.

Для открытого винта минимально необходимое дисковое отношение по условию отсутствия кавитации определяется по формуле

$$\Theta_{\min} = 1275\,\xi \cdot \frac{K_c}{p_c} \cdot (Д^{-2}) \qquad (2.4)$$

где ξ – эмпирический коэффициент, зависящий от нагрузки на винт

*) В качестве материала винтов небыстроходных судов рекомендуется сталь; для быстроходных – латунь и бронза.

и принимаемый для пассажирских судов равным 1,35, а для судов других типов – равным 1,6; n – частота вращения винта, об/с, принимается равной n_o; $Д$ – диаметр винта, м, принимается равным $Д_{пр}$; K_c – кавитационная характеристика, определяемая в зависимости от $(Н/Д)_{пр}$ и $(\lambda_в)_{пр}$ по приложению М: p_c – абсолютное гидростатическое давление на уровне оси винта, Па.

Значение p_c определяется по выражению

$$p_c = p_a + \rho\, g\, h_в - p_d,$$

где p_a = 101300 Па – атмосферное давление; ρ – 1000 кг/м^3 – плотность пресной воды; g – 9,81 м/с^2 – ускорение свободного падения; $h_в = T_c - Д_{пр}/2$ – глубина погружения оси гребного винта; ρ_d – давление насыщенных паров воды, принимаемое равным 2000 Па (соответствует $t^\circ = 17\,^\circ$C).

Для винта в насадке минимально необходимое дисковое отношение по условию отсутствия кавитации определяется по формуле

$$\Theta''_{\min} = \frac{3270\, P_Д}{n\, Д^3\, p_c},$$

где n, $Д$, p_c – см. пояснения к формуле (2.4); $P_Д$ – мощность, подведенная к винту, кВт, принимается равной $P_{Дo}$ (см. п.п. 2.3.1.1).

После определения $\Theta'_{\min}$ и $\Theta''_{\min}$ большее из них принимается в качестве минимально допустимого значения при выборе расчетной диаграммы, как для открытого винта, так и винта в насадке. Наряду с Θ при выборе расчётной диаграммы также учитываются количество лопастей винта и форма лопастей (обоснования см. выше).

2.3.1.3. Расчет движителя на полное использование мощности двигателя.

На втором этапе проектировочного расчета движителя значения коэффициента попутного потока и коэффициента засасывания определяются с большей точностью, чем на первом этапе.

• Коэффициент попутного потока при расчете открытого винта определяется по формуле

$$W = 0{,}11 + \frac{0{,}16 \cdot \delta^q}{q} \sqrt{\frac{\sqrt[3]{V}}{Д}}\,, \qquad (2.5)$$

где q – показатель, значение которого принимается: q =1 – для винта в ДП, q = 2 – для бортового винта; V, δ – водоизмещение, м^3, и коэффициент полноты водоизмещения соответственно, $V = V_c$, $\delta = \delta$; $Д$ – диаметр винта, м, $(Д = Д_{пр})$.

Коэффициент засасывания для открытого винта определяется по выражению (2.1), (2.2.) или (2.3) с использованием значения W, полученного по формуле (2.5).

• Коэффициент попутного потока при расчете винта в насадке определяется по формуле*)

$$W = (a\,\delta + \frac{0{,}16 \cdot \delta^q}{q} \sqrt{\frac{\sqrt[3]{V}}{Д}})\,K_w, \qquad (2.6)$$

*) Для толкача и грузового теплохода с приставкой дополнительно определяется ΔW (см. ниже по тексту).

где δ, $Д$, V – смотри пояснения к формуле (2.5); для судов с нетоннельными кормовыми обводами принимается: a = 0,043; q = 1 – при размещении винта в ДП и q = 2 – для бортового винта; для судов с тоннельной формой кормы принимается: a = (–0,05), q = 1 независимо от места расположения винта; K_w – коэффициент, учитывающий увеличение попутного потока в диске винта за счет свеса кормовой оконечности корпуса.

Для судов с нетоннельной формой кормы K_w = 1,0; при тоннельной форме кормы K_w определяется в зависимости от отношения диаметра винта $(Д = Д_{пр})$ к осадке судна $(T = T_c)$ по рисунку 2.5.

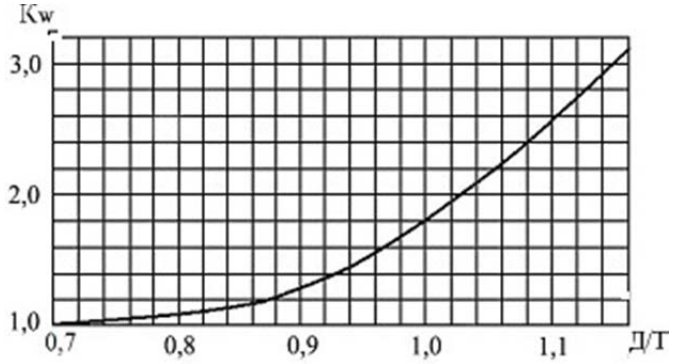


Рис. 2.5. К определению коэффициента увеличения попутного потока

Для толкачей и грузовых теплоходов с приставкой полный коэффициент попутного потока W_c превышает полученный по формуле (2.6) на величину ΔW, то есть $W_c = W + \Delta W$. Расчет ΔW представлен в п. 2.2.1.

Коэффициент засасывания корпуса судна комплексом винт-насадка определяется по приложению Н в зависимости от W или W_c и отношения коэффициента нагрузки комплекса $(\sigma_к)$ к коэффициенту расширения насадки (β). Значение $\sigma_к$ получено ранее (см. п.п. 2.3.1.1); коэффициент β указан на выбранной расчетной диаграмме.

• Расчет элементов гребного винта на полное использование мощности, подводимой к нему от двигателя в расчетном режиме, выполняется методом последовательных приближений. При этом вначале производится расчет, по которому определяется оптимальный винт, т.е. определяются его характеристики, при которых к.п.д. винта будет наибольшим (см. таблицу 2.2).

Таблица 2.2

Расчет элементов оптимального движителя при полном использовании мощности двигателя

Исходные данные[1]: $x =$; $P_Д = P_{До} =$ кВт; $n = n_o =$ c^{-1}; $v_o =$ м/с; $t_{(c)} =$; $W_{(c)} =$; $Д_{max} =$ м; $\rho = 1{,}0$ т/м^3					
Расчетные величины и формулы	Единица измерения	Номер приближения			
		I	II	III	…
v	м/с	v_o	v_1	v_2	
$v_e = v\,(1 - W_{(c)})$	м/с				
$K''_{пк} = \dfrac{2{,}94\, v_e}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt[4]{\dfrac{\rho\, v_e}{P_Д}}$	–				
$\left.\begin{matrix}\lambda_e \\ \eta_e \\ H / Д\end{matrix}\right\} = f\left(K''_{пк}\right)$ (определяется по машинной диаграмме)	–				
	–				
	–				
$Д = \dfrac{v_e}{\lambda_e\, n}$	м				
$T_к = \dfrac{P_Д\, \eta_e}{v_e}$	кН				
$R = x\, T_к \left(1 - t_{(c)}\right)$	кН				
$v = f(R)$ (по кривой сопротивления движению судна, см. раздел 1))	м/с	v_1	v_2	v_3	

[1] В таблице даны ряд обозначений (v_e, $K''_{пк}$, λ_e, η_e, $T_к$), которые используются в расчетах по комплексу ВН. При выполнении таблицы для ОВ следует использовать соответствующие обозначения: v_p, $к''_n$, λ_p, η_p.

Расчет по таблице 2.2 начинается с первого приближения исходя из заданной скорости движения судна *(v_o)*. Точка на «машинной» диаграмме принимается на линии расположения оптимальных значений коэффициента $K_{пк}$.*)

Первое приближение завершается определением скорости v_1, которую следует сопоставить с исходной скоростью этого приближения *(v_o)*. Если разница (её абсолютное значение) между ними

– $\Delta = \left| \frac{v_0 - v_1}{v_0} \right| 100\%$ превышает 1%, то итоговая скорость *(v_1)* принимается в качестве исходной для выполнения второго приближения.

После завершения второго приближения определяется Δ применительно к скоростям v_1 и v_2 и решается вопрос о необходимости выполнения следующего приближения по условию: $\Delta \leq 1\%$.

Результаты расчета по таблице 2.2 считаются окончательными (приемлемыми), если обеспечено условие $\Delta \leq 1\%$ и, кроме того, диаметр винта *(Д),* полученный расчетом в том или ином приближении не превосходит $Д_{max}$.

Итоговые (окончательные) значения характеристик винта и скорость хода судна принимаются по последнему приближению.

Если условие $Д \leq Д_{max}$ не удовлетворяется (возможно уже в первом приближении) следует перейти к расчету по таблице 2.3.

Расчет по таблице 2.3 выполняется при фиксированном значении диаметра винта *($Д_{max}$),* а точка на расчетной диаграмме находится по пересечению «вертикали» (при известном значении λ_e) и «горизонтали» (при известном – K_2) Приближения по таблице 2.3 выполняются до удовлетворения условия $-\Delta \leq 1\%$ (подобно тому, как по таблице 2.2).

Окончательные характеристики винта и достижимая скорость хода судна в таблице 2.3 находятся в последнем приближении.

---

*) Если при выполнении расчётов по таблице 2.2 используется «машинная» диаграмма для ОВ, представленная в приложении Б или диаграмма для ВН, представленная в приложении Г , то процесс расчёта может быт упрощён за счёт использования вспомогательной машинной диаграммы, представленной для ОВ в приложении Ж, а для ВН – в приложении К.

Таблица 2.3

Расчет характеристик винта с заданным диаметром при полном использовании мощности двигателя

Исходные данные[1)]: $x =$; $P_Д = P_{Дo} =$ кВт; $n = n_o =$ $с^{-1}$;
$W_{(C)} =$; $Д = Д_{max} =$ м; $v_o =$ м/с; $t_{(c)} =$; $\rho = 1{,}0$ т/$м^3$

Расчетные величины и формулы	Единица измерения	Номер приближения			
		I	II	III	…
v	м/с	v_o	v_1	v_2	
$v_e = v\,(1 - W_{(c)})$	м/с				
$K_2 = \dfrac{0{,}159\,P_{Д}}{\rho\, n^3 Д^5}$	–				
$\lambda_e = \dfrac{v_e}{n\,Д}$	–				
$\left.\begin{matrix}\eta_e \\ H/Д\end{matrix}\right\} = f(K_2, \lambda_e)$ (по машинной диаграмме)	–				
	–				
$T_к = \dfrac{P_{Д}\,\eta_e}{v_e}$	кН				
$R = x\,T_к\,(1 - t)$	кН				
$v = f(R)$, (по кривой сопротивления движению судна)	м/с	v_1	v_2	v_3	

[1)] Для открытого винта в таблице следует использовать обозначения: v_p, λ_p, T, η_p.

2.3.2. Схема расчета движителя для буксирного судна.

Исходные данные к расчету формируются по перечню, представленному в п.п. 2.3.1.1. с учетом того, что буксирные судна оборудуются комплексом винт-насадка. Кроме того, в исходные данные необходимо включить значение силы сопротивления движению толкача (буксира) *($R_б$)* при заданной скорости хода *(v_o)*.

Обоснования к выбору винта по геометрическим параметрам выполняются в соответствии с указаниями, содержащимися в п.п. 2.3.1.2.

Расчет уточненных значений коэффициентов взаимодействия движителя и корпуса судна производится по формулам, представленным в п.п. 2.3.1.3.

Расчет элементов винта на полное использование мощности двигателя вначале выполняется по таблице 2.4. Если в процессе расчета по таблице 2.4 окажется, что $Д > Д_{max}$, следует перейти к расчету по форме таблицы 2.5, задавшись $Д = Д_{max}$.

Пояснения к расчетам по таблице 2.4 и таблице 2.5 можно найти в п.п. 2.3.1.3.

Таблица 2.4

Расчет характеристик оптимального движителя при полном использовании мощности двигателя

Исходные данные: $x =$; $P_Д = P_{Дo} =$ кВт; $n = n_o =$ $с^{-1}$; $v_o =$ м/с; $t_{(c)} =$; $W_c =$; $Д_{max} =$ м; ρ = 1,0 т/$м^3$; $R_б =$ кН		
Расчетные величины и формулы	Единица измерения	Значение
v	м/с	v_o
$v_e = v\,(1 - W_{(c)})$	м/с	
$K''_{пк} = \frac{2{,}94\, v_e}{\sqrt{n}} \sqrt[4]{\frac{\rho v_e}{P_Д}}$	–	
$\left.\begin{matrix}\lambda_e \\ \eta_e \\ H / Д\end{matrix}\right\} = f\left(K''_{пк}\right)$	–	
	–	
	–	
$Д = \frac{v_e}{\lambda_e\, n}$	м	
$T_к = \frac{P_Д\, \eta_e}{v_e}$	кН	
$Z = x\, T_к (1 - t_{(c)}) - R_б$	кН	
$\eta_Z = \frac{Z\, v}{x\, P_Д}$	–	

В таблице 2.4 и таблице 2.5 расчет выполняется в одно приближение. Другой отличительной особенностью таблицы 2.4 и таблицы 2.5 является то, что в итоге расчета определяются максимально достижимая сила буксировки (толкания) (Z, кН) и буксировочный к.п.д. (η_Z).

Таблица 2.5

Расчет характеристик винта с максимальным диаметром при полном использовании мощности двигателя

Исходные данные: $x =$; $P_Д = P_{Дo} =$ кВт; $R_б =$ кН; $n = n_o =$ $с^{-1}$; $Д = Д_{max} =$ м; $v_o =$ м/с; $W_{(с)} =$; $t_{(с)} =$; ρ =1,0 т/м^3		
Расчетные величины и формулы	Единица измерения	Значение
v	м/с	v_o
$v_e = v\,(1 - W_{(с)})$	м/с	
$K_2 = \dfrac{0{,}159\,P_Д}{\rho\, n^3\, Д^5}$	–	
$\lambda_e = v_e / (n\,Д)$	–	
$\left.\begin{matrix}\eta_e \\ H/Д\end{matrix}\right\} = f(K_2, \lambda_e)$	–	
$T_к = \dfrac{P_Д\,\eta_e}{v_e}$	кН	
$Z = x\,T_к(1 - t_{(с)}) - R_б$	кН	
$\eta_Z = \dfrac{Z\,v}{x\,P_Д}$	–	

3. Определение ходовых и тяговых характеристик судна

3.1. Введение

Ходовыми характеристиками называются зависимости, показывающие изменение суммарного эффективного упора движителей и соответствующей эксплуатационной мощности, подводимой от двигателя к движителю, при различных частотах вращения гребного вала и переменной скорости хода судна; кроме того, к этой группе зависимостей относят характеристику корпуса судна – кривую сопротивления его движению в тех или иных

условиях (при той или иной глубине фарватера, состоянии погоды, осадке судна).

Для буксиров и толкачей также показывается зависимость силы тяги на буксирном тросе или силы упора толкача от скорости; в соответствии с чем для этих судов характеристики называются тяговыми.

Ходовые характеристики позволяют «увязать» работу трёх звеньев пропульсивного комплекса судна (корпуса судна – движителей – главного двигателя) в виде, удобном для решения задач, которые могут возникнуть в эксплуатационной практике и при проектировании судна.

Расчет ходовых (тяговых) характеристик, выполняемый в курсовой работе, в основном заключается в определении показателей работы движителя и расчетном согласовании режимов работы двигателя и движителя. Кривые сопротивления движению судна в тех или иных эксплуатационных условиях рассчитываются отдельно и затем наносятся на поле графика – ходовые или тяговые характеристики.

Для расчета ходовых (тяговых) характеристик судна необходимо знать:

– максимальные значения мощности, подводимой к винту от двигателя;

– динамические характеристики движителя при его работе за корпусом судна.

3.2. Расчёт максимальных значений мощности, подводимой к винту от двигателя

В курсовой работе рассматривается механическая схема передачи мощности от двигателя к винту, т.е. посредством гребного вала и, возможно, с использованием редуктора (см. п. 2.2.3). В представленных ниже расчётах значение мощности ставится в соответствие (даётся в зависимости) с частотой вращения винта.

Мощность, подводимая к винту, очевидно меньше, чем мощность на выходном фланце дизеля на величину потерь в опорах валопровода и редукторе (при установке последнего); эти потери

учитываются с использованием к.п.д. валопровода и к.п.д. редуктора (см. п. 2.2.2).

При выполнении проектных расчётов по гребным винтам максимальное значение мощности, отбираемое от дизеля, принимается, как правило, не по его номинальной внешней характеристике*), а по установленной для проекта ограничительной характеристике двигателя; таким образом часть мощности дизеля относят в запас, который задаётся посредством коэффициента запаса мощности двигателя *($K_з$)*.

Расчёт максимальных значений мощности, подводимой от двигателя к винту, выполняется исходя из паспортной номинальной внешней характеристики двигателя или приближённым методом.

По приближённому методу значения мощности для получения внешней характеристики дизеля определяются по формулам:

для двигателя без наддува $$P_э = P_0 \cdot \bar{n}\,, \qquad (3.1)$$

для двигателя с наддувом $$P_э = \frac{P_0(4\bar{n} - 1)}{3}\,, \qquad (3.2)$$

где $P_э$ – мощность на валу двигателя при некоторой частоте вращения вала;

P_0 – мощность на валу двигателя при номинальной частоте вращения винта *(n_0)* (при номинальном режиме работы двигателя);

$\bar{n} = n / n_0$ – относительная частота вращения винта.

Исходя из формул (3.1) и (3.2) можно получить следующие зависимости для расчёта максимального значения мощности ($P_д^{max}$) подводимой к винту:

$P^{max} = \frac{P_0 \cdot \bar{n} \cdot \eta_{ред} \cdot \eta_в}{K_З}$ – при использовании двигателя без наддува;

$P^{max} = \frac{P_0 \cdot (4\bar{n} - 1) \cdot \eta_в \eta_{ред}}{K}$ – при использовании двигателя с наддувом.

*) Номинальная внешняя характеристика – зависимость $P(n)$ при такой установке аппаратуры подачи топлива, когда номинальная мощность двигателя *(P_0)* обеспечивается при номинальной частоте вращения вала. Такая зависимость получается в результате стендовых испытаний двигателя.

Эти зависимости учитывают механические потери мощности при её передаче от двигателя к винту и «резервирование» мощности ($K_З$ – коэффициент запаса).

Расчёт максимальных значений мощности , подводимой к винту формализован в виде таблицы 3.1.

Таблица 3.1

Расчёт максимальных значений мощности, подводимой к винту от двигателя

Исходные данные: P_0 = … кВт; n_0 = с$^{-1}$; $\eta_в$ = ; $\eta_{ред}$ = ; $K_З$ = 1,1							
Расчётные величины и формулы	Единица измерения	Относительная частота вращения винта, $\bar{n}$					
		0,70	0,80	0,85	0,90	0,95	1,0
$n = \bar{n} \cdot n_0$	с$^{-1}$						n_0
n	мин$^{-1}$						n_0
$P_Д^{max} = \frac{P_0 \cdot \bar{n} \cdot \eta_{ред} \cdot \eta_в}{K_З}$ или $P_Д^{max} = \frac{P_0 \cdot (\bar{n} - 1) \cdot \eta_в \eta_{ред}}{K_З}$	кВт						

В таблице 3.1 в относительном виде (n) заданы ряд практически важных значений частоты вращения винта. Исходя из $\bar{n}$ необходимо определить абсолютные значения частоты вращения винта в [об/с] и [об/мин],а, затем, по выбранному варианту формулы, рассчитать $P_Д^{max}$.

По данным таблицы 3.1 необходимо в графическом виде показать зависимость $P_Д^{max} = f(n)$ (см. рисунок 3.1).

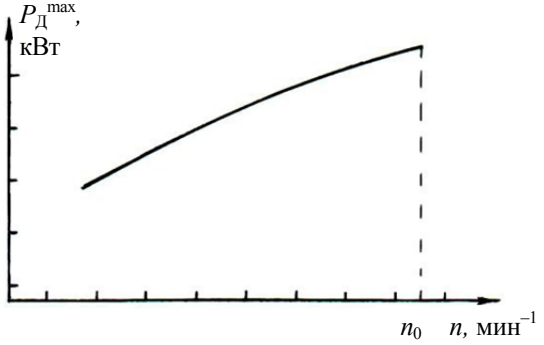


Рис. 3.1. Максимальные значения мощности, подводимой к винту от двигателя

3.3. Определение динамических характеристик движителя в относительном виде

Динамические характеристики движителя при его работе за корпусом судна в начале определяют в относительном виде, т.е. в виде зависимостей коэффициента эффективного упора *(K_e)* и коэффициента момента движителя (K_2) от относительной поступи (λ_p – для ОВ и $\lambda_в$ – для ВН).

Расчет динамических характеристик открытого винта выполняется в форме таблицы 3.2, а комплекса ВН – таблицы 3.3.

Таблица 3.2

Расчет динамических характеристик открытого винта

Исходные данные: z = ; θ = ; $(Н/Д)_{рас}$ = ; $\lambda_p^{рас}$ = ; $t_{рас}$ =						
Расчетные величины и формулы	Относительная поступь					
	0,0			$\lambda_p^{рас}$		λ_p^{max}
$K_1 = f(\lambda_p, Н/Д)$						
$K_2 = f(\lambda_p, Н/Д)$						
$S_1 = 1 - \frac{\lambda_p}{H_1/Д}$	1,0			$S_1^{рас}$		
$t = t_{шв} / S_1$	$t_{шв}$			$t_{рас}$		
$K_e = K_1 (1 - t)$						

В качестве исходных данных указываются: количество лопастей *(z),* дисковое отношение *(Θ)* и, для ВН – коэффициент расширения насадки *(β)*. На данном этапе используются расчётные диаграммы («корпусная» и «машинная») по ОВ или ВН, геометрия которого ранее была принята для выполнения расчётов по движителю при полном использовании мощности двигателя (см. п. 2.3.1.3).

Кроме того, в качестве исходных данных указываются значения *Н/Д, λ_p (λ_e), $t_{(c)}$* и *$W_{(c)}$*, полученные в последнем приближении расчета на полное использование мощности

выбранного двигателя (см. п. 2.3.1.3).

Режимы работы движителя в таблице 3.2 и таблице 3.3 задаются 5÷7 значениями относительной поступи в диапазоне от $\lambda_{p(e)} = 0$ до $\lambda^{max}_{p(e)}$. Максимальное значение поступи снимается с «корпусной» диаграммы по точке лежащей на кривой $(H/Д)_{рас}$ и в пределах «содержательной части» поля диаграммы. Между $\lambda_{p(e)} = 0$ и $\lambda^{max}_{p(e)}$ принимаются ряд промежуточных значений через примерно равный интервал между ними; в соответствующем месте этого ряда вписывается значение $\lambda^{рас}_{p(e)}$.

Таблица 3.3

Расчет динамических характеристик комплекса винт-насадка

Исходные данные: $z =$; $\theta =$; $(H/Д)_{рас} =$; $\lambda^{рас}_{e} =$; $W_{рас} =$; $t_{рас} =$; $\beta =$ Тип кормы – …..						
Расчетные величины и формулы	Относительная поступь					
	0,0			$\lambda^{рас}_{e}$		λ^{max}_{e}
$K_к = f(\lambda_e, H/Д)$						
$K_2 = f(\lambda_e, H/Д)$						
$\sigma_к = 2{,}55\, K_к / \lambda^2_e$						
$t = f(\sigma_к / \beta, W_{рас})$				$t_{рас}$		
$K_{ек} = K_к (1 - t)$						

Значения коэффициента упора снимаются с «корпусной» диаграммы путем проектирования на шкалу K_1 или $K_к$ точек, соответствующих принятым значениям поступи (λ) и лежащих на кривой $(H/Д)_{рас}$. Аналогично с «машинной» диаграммы снимаются значения K_2. (Если на шкале даны значения $\sqrt{K_2}$ или $10K_2$, то снятое значение следует преобразовать).

Последующие действия по таблице 3.2 и таблице 3.3 выполняются с целью определения значений K_e. При этом в таблицах используются разные методы определения коэффициента засасывания (t), от которого зависит $K_{e(к)}$.

• В таблице 3.2 показатель S_1 – скольжение винта, взятое по шагу нулевого упора; его расчёт выполняется по формуле

$$S_1 = 1 - \frac{\lambda_р}{H_1/Д},$$

где $\lambda_р$ – переменное значение поступи (см. таблицу 3.2);

$H_1/Д$ – шаговое отношение по шагу нулевого упора, определяемое как сумма $H_1/Д = (H/Д)_{рас} + 0{,}1$ (const).

Для выявления изменения t (коэффициента засасывания) по таблице 3.2 используется эмпирическое условие: $t \cdot S_1 = \text{const}$. В соответствии с этим условием можно записать: $t_{шв} \cdot S_1^{шв} = t_{рас} \cdot S_1^{рас}$, где $t_{шв}$, $S_1^{шв}$ – значения показателей для режима работы винта на швартовах ($\lambda_р = 0$), а $t_{рас}$, $S_1^{рас}$, значения для расчётного режима работы винта ($\lambda_р^{рас}$, см. таблицу 3.2). На основании отмеченного, при известных значениях – $S_1^{шв} = 1{,}0$; $t_{рас}$ и $S_1^{рас}$, коэффициент засасывания на швартовах можно определить по формуле $t_{шв} = t_{рас} \cdot S_1^{рас}$.

Затем, с использованием значения $t_{шв}$, определяется значение коэффициента засасывания для других режимов работы винта (при других значениях $\lambda_р$) по формуле $t = t_{шв}/S_1$, где S_1 – соответствующее $\lambda_р$ значение скольжения винта.

Полученные таким образом значения t используются для расчёта коэффициента эффективного упора винта (K_e).

- При расчете $K_{ек}$ для комплекса винт-насадка коэффициент засасывания (t) определяется по графику приложения Н. При этом используются рассчитанные значения коэффициента нагрузки комплекса $(\sigma_к)$ и заданные величины $W_{рас}$ и β.

3.4. Расчет и построение динамических характеристик движителя

В состав ходовых (тяговых) характеристик судна входят динамические характеристики движителя.

Выше (см. п.3.3) такие характеристики для ряда скоростных режимов работы движителя (λ) были получены в относительном виде с использованием расчётных диаграмм $(K_{1(K)}, K_2)$ и расчётом (K_e).

На этапе определения ходовых (тяговых) характеристик

судна по движителю необходимо получить, в зависимости от частоты его вращения *(n)* и поступательной скорости судна *(v)*, значения мощности, которая необходима для работы движителя, и создаваемой движителями (движителем) силы эффективного упора.

При функционировании пропульсивного комплекса (двигатель-движитель-корпус судна) движитель является промежуточным звеном; он потребляет мощность двигателя, а создаваемая движителями сила упора преодолевает силу сопротивления движению судна. Результаты расчёта значений динамических показателей движителя дают возможность (с использованием графика ходовых (тяговых) характеристик) сопоставлять их с возможностями двигателя и силой буксировочного сопротивления движению судна.·

Расчёт динамических характеристик при постоянных частотах вращения движителя выполняются в форме таблицы 3.4. Весь ряд значений λ_e и соответствующие значения K_2 и $K_{ек}$ в таблицу 3.4 переносятся из таблицы 3.3 (для ОВ – из таблицы 3.2) с сохранением последовательности их записи (см. форму таблицы 3.4),

Таблица 3.4

Расчет динамических характеристик движителя при постоянных частотах его вращения

Исходные данные[1]: $Д =$ м; $W =$; $n_0 =$ c^{-1}; $x =$; $\rho = 1$ т/м^3						
Расчетные величины и формулы	Единица измерения	Относительная поступь и соответствующие значения K_2 и $K_{ек}$				
		0.0			λ_e^{max}	λ_e
						K_2
						$K_{ек}$
$n = n_0$; $P_Д^{max} =$ кВт						
$P_Д = \frac{K_2 \rho n^3 Д^5}{0{,}159}$	кВт					
$x T_e = x K_{ек} \rho n^2 Д^4$	кН					
$v_e = \lambda_e n Д$	м/с					
$v = v_e /(1 - W)$	м/с					
$n = n_1$; $P_Д^{max} =$ кВт						

$P_Д = \frac{K_2 \rho n^3 Д^5}{0{,}159}$	кВт					
$x \cdot T_e = x K_{ек} \rho n^2 Д^4$	кН					
$v_e = \lambda_e n Д$	м/с					
$v = v_e / (1 - W_{(c)})$	м/с					
[1)] При оформлении таблицы для открытого винта следует использовать обозначения: λ_p, v_p, K_e						

Расчёт $P_Д$, $(x \cdot T_e)$, v_e , v в таблице 3.4 выполняется однотипно при различных частотах вращения винта: n_0 ; $n_1 = 0{,}95 \cdot n_0$; $n_2 = 0{,}90 \cdot n_0$; $n_3 = 0{,}85 \cdot n_0$; $n_4 = 0{,}80 \cdot n_0$; $n_5 = 0{,}70 \cdot n_0$; в представленной форме таблицы 3.4 расчёт при n_2 , n_3 , n_4 и n_5 условно не показан. Частоты вращения винта принимаются те же, что и при определении максимальных значений мощности, подводимой к винту от двигателя (см. таблицу 3.1).

В качестве исходных данных в таблице 3.4 указываются:

$Д$ – значение диаметра винта, полученное в результате его расчёта на полное использование мощности выбранного двигателя (см. п.2.3),

W – коэффициент попутного потока (см. п. 2.3.1.3.),

x – количество движителей на судне,

n_0 – номинальная частота вращения винта (см. п. 2.2.3).

К числу исходных данных в таблице 3.4 относится максимальная мощность, подводимая от двигателя к винту – $P_Д^{max}$; её значение, в зависимости от частоты вращения винта, принимается по таблице 3.1.

Расчёт по таблице 3.4, для некоторого скоростного режима работы винта $(\lambda = \text{const})$, выполняется с использованием соответствующих значений коэффициентов K_2 и $K_{ек}$.

• Последовательность выполнения расчётов по таблице 3.4 имеет особенность: при некотором значении частоты вращения винта расчёт начинают с режима его работы – $_e\lambda^{max}$, т.е. с режима максимальной относительной поступи; затем, последовательно, при меньших значениях λ_e. Такая особенность обусловлена следующими обстоятельствами: по мере уменьшения значения λ (при n = const) мощность на валу винта $(P_Д)$ увеличивается и, при этом, она не должна превышать максимальной мощности,

подводимой к винту от двигателя $(P_Д^{max})$ при данной частоте n.

В соответствии с отмеченным, по ходу выполнения расчётов при n = const, получаемые значения мощности на валу винта $(P_Д)$ следует сопоставлять с $P_Д^{max}$ при данной частоте вращения винта и, после наступления первого случая, когда окажется, что $P_Д > P_Д^{max}$, расчёт при данной частоте вращения винта следует прекратить. С изменением n условие – $(P_Д > P_Д^{max})$ наступает при других значениях λ.

В результате расчёта по форме таблицы 3.4. определяются, при заданных частотах вращения винта, значения мощности, которая необходима для работы винта $(P_Д)$, и суммарного эффективного упора движителей $(x \cdot T_e)$ в зависимости от скорости движения судна (v). Эти зависимости являются основой графика «ходовые (тяговые) характеристики судна» (см. рисунки 3.2. и 3.3).

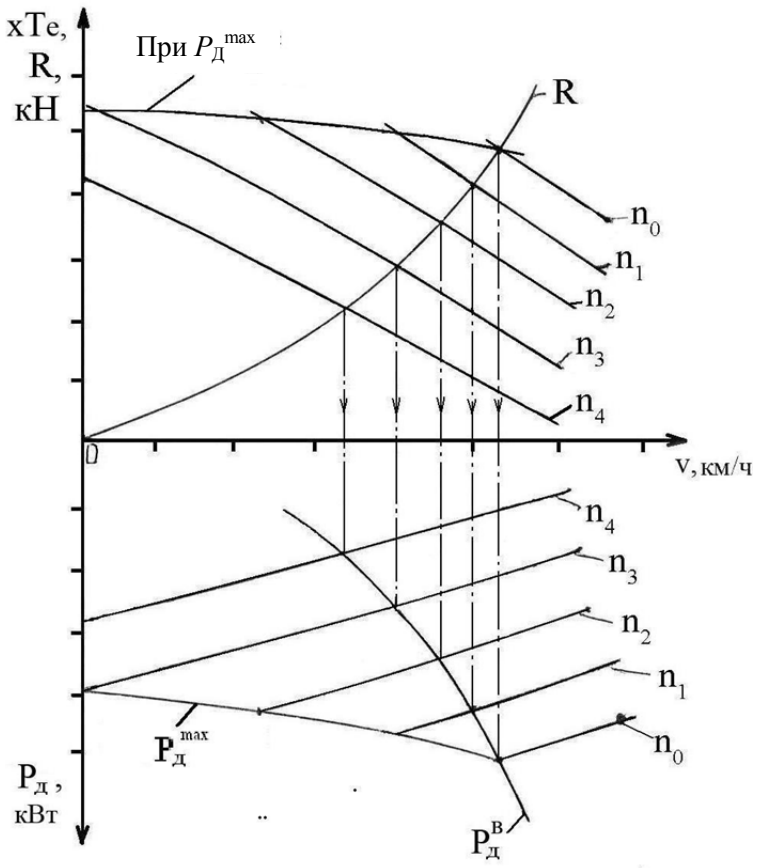


Рис. 3.2. Ходовые характеристики судна

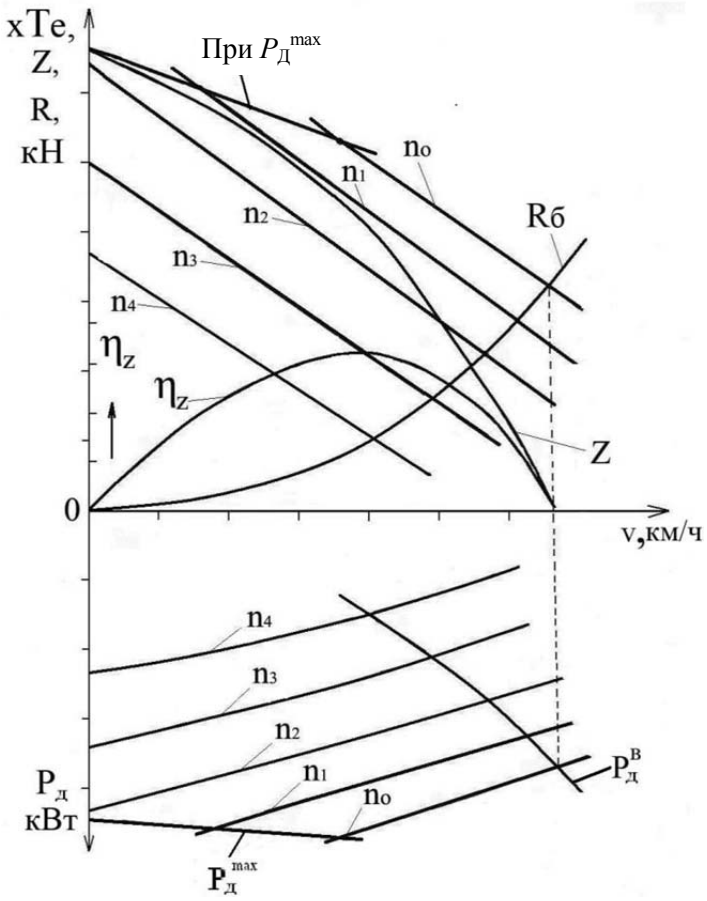


Рис. 3.3. Тяговые характеристики судна

Для построения такого графика рекомендуется использовать лист формата А3. На поле верхнего квадранта графика показываются (наносятся) зависимости, представляющие изменения сил, на поле нижнего квадранта показываются зависимости , характеризующие, при соответствующих скоростных показателях (*v* и *n*), изменение мощности на валу движителя.

На координатных осях графика (рис. 3.2 и 3.3) наносятся равномерные шкалы показателей; для представления сил ($x \cdot T_e$, R, Z, $R_б$) используется общая для них шкала. При построении шкал в качестве максимального значения (с округлением) приближённо можно принять следующие: для шкалы сил – $1{,}3 \cdot R_0$, для скорости – $1{,}4 \cdot v_0$, для мощности – $1{,}2 \cdot P_0$.

Рассмотрим процесс построения на графике зависимостей динамических характеристик движителей по данным таблицы 3.4. При n = const по табличным значениям зависимость $P_Д = f(v)$ показывается на поле нижнего квадранта, а зависимость $(x \cdot T_e) = f(v)$ – на поле верхнего квадранта. Совокупности кривых образуют соответствующие друг другу семейства зависимостей.

Затем на каждой из кривых $P_Д = f(v)$ отмечается точка, которой соответствует $P_Д^{max}$ (см. таблицу 3.4) при данной частоте n. По полученным таким образом точкам проводится ограничительная линия (на рисунках 3.2 и 3.3 обозначена – $P_Д^{max}$). Эта линия определяет максимальные значения мощности, которая может быть подведена к винту от двигателя (см. рис. 3.1).

Точки на кривых нижнего квадранта, соответствующие $P_Д^{max}$, проектируются на зависимости $x \cdot T_e = f(v)$ (при n = const). Таким образом находят положение точек ограничительной линии (на рисунках 3.2 и 3.3 см. обозначение – «При $P_Д^{max}$») для поля зависимостей $(x \cdot T_e) = f(v)$.

На рисунках 3.2 и 3.3 поле «рабочих» режимов работы движителя ограничено сверху не только условием $P_Д = P_Д^{max}$, но и – $n = n_0$; т.е. граничными являются также линии, имеющие обозначение n_0. Нижняя граница поля «рабочих» режимов работы движителя определяется минимально допустимой частотой вращения вала дизеля. В эксплуатационных условиях минимально устойчивая частота вращения его коленвала составляет не менее 30% от номинальной.

После показа на графике «ходовые характеристики судна» зависимостей $(x \cdot T_e) = f(v, n)$ и $P_Д = f(v, n)$ он дополняется кривой $R = f(v)$ (см. рис. 1.1). Точки пересечения кривой $R = f(v)$ и зависимостей $(x \cdot T_e) = f(v, n)$ позволяют определить положение точек кривой $P_Д^B = f(v, n)$ (построения см. на рисунке 3.1). Зависимость $P_Д^B = f(v, n)$ принято называть «винтовая характеристика двигателя»; она показывает изменение мощности, подводимой от двигателя к движителю, в процессе

наращивания скорости судна при заданной кривой сопротивления его движению.

Тяговые характеристики (рис. 3.3), в отличие от ходовых характеристик, включают кривую тяги на гаке или силы упора (Z) буксирного судна, зависимость силы сопротивления самого буксирного судна от скорости хода $R_б = f(v)$ и кривую буксировочного к.п.д. (η_Z). Расчёт Z и η_Z выполняется по формулам:

$$Z = x \cdot T_e - R_б; \qquad \eta_Z = \frac{Z \cdot v}{x \cdot P_Д}$$

С использованием полученного графика «ходовые характеристики судна» необходимо проанализировать режимы работы двигателя и движителя при движении судна в условиях, отличающихся от заданных (исходных); например, рассмотреть случай движения суда в полном грузу на мелководье и случай его движения на глубокой воде порожнём.

Для решения этих задач на графике ходовых характеристик необходимо дополнительно нанести две кривые сопротивления движению судна. Дополнительные кривые получаются умножением ординат основной кривой сопротивления движению на 1,25 и 0,75. С использованием дополнительных кривых следует определить максимальную скорость движения судна и развиваемую двигателем мощность; кроме того, необходимо построить винтовые характеристики и указать в каком случае винт будет «лёгким», «тяжёлым» или «нормальным».

4. Разработка теоретического чертежа гребного винта

4.1. Построение спрямленного контура лопасти

Теоретический чертеж гребного винта дает представление о его форме и размерах. Он изображается в двух проекциях. Проекция на плоскость, перпендикулярную к оси вращения, называется нормальной проекцией гребного винта; проекция на вертикальную плоскость параллельную оси винта, – боковой проекцией.

Основой для изображения проекций лопасти винта служит ее спрямленный контур, с помощью которого задается распределение ширины лопасти по ее длине.

Исходными геометрическими показателями при разработке чертежа винта являются:

– диаметр винта, *Д*, мм;

– шаг винта, *H*, мм;

– количество лопастей, *z*;

– дисковое отношение, Θ;

– форма контура лопасти (саблевидная, симметричная);

– направление вращения винта (правое, левое);

– угол уклона образующей лопасти в корму, $\gamma_к$, град;

– относительный диаметр ступицы винта, $\bar{d}_o$.

Направление вращения винта рекомендуется принять правое. Угол $\gamma_к$ для винтов в насадке принимается равным нулю, а для открытых винтов – в пределах от 0 до 15 °. Значение $\bar{d}_o$ указано на расчетной диаграмме.

Разработка геометрии гребного винта начинается с расчета спрямленного контура лопасти (рис. 4.1 и рис. 4.2). Расчет как саблевидного (типа Трооста), так и усеченного симметричного (типа Каплана) контуров выполняется в следующей последовательности.

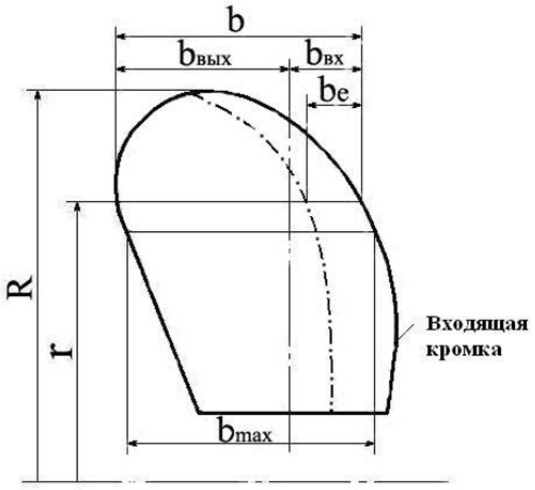


Рис. 4.1. Саблевидный спрямленный контур лопасти

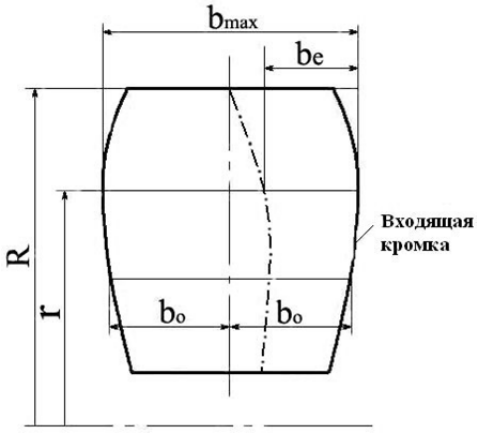


Рис. 4.2. Усеченный симметричный спрямленный контур лопасти

Определяется средняя ширина лопасти *(b_c)*, мм: $b_c = \frac{3{,}14\,R^2\,\Theta}{(R - r_o)z}$.

С использованием b_c рассчитывается максимальная ширина лопасти, мм:

$$b_{\max} = c\,b_c\ , \qquad (4.1)$$

где c – эмпирический коэффициент принимаемый равным: 1,17 – для открытого винта с саблевид50
ной формой и количеством лопастей 3, 4 и 5; 1,10 – для винта в насадке с симметричной формой лопасти; 1,16 – для винта в насадке с саблевидной формой лопасти.

Координаты точек спрямленного контура и линии наибольших толщин рассчитываются с использованием данных табл. 4.1, табл. 4.2 или табл. 4.3.

В этих таблицах координаты точек, используемых для построения кривых, задаются в относительном виде: по высоте – значениями $\bar{r}$, а по ширине (по горизонтали) – значениями $\bar{b}_{вх}$, $\bar{b}_{вых}$, $\bar{b}_e$ и $\bar{b}_0$. В составе пояснительной записки выполняемой работы координаты точек (линейные значения *r,* $b_{вх}$, $b_{вых}$, b_e, b_o, а также *b)* должны быть представлены в мм.

Расчет этих показателей при использовании данных табл. 4.1 и 4.2 выполняется по формулам:

$$b_{вх} = \bar{b}_{вх} \cdot b_{\max}, b_{вых} = \bar{b}_{вых} \cdot b_{\max}, b = \bar{b}\ b_{\max}, b_e = \bar{b}_e \cdot b.$$

Таблица 4.1

Данные для расчета саблевидного контура лопасти открытого винта

Относительный радиус, $\bar{r} = \frac{r}{R}$		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Относительное расстояние от оси спрямленного контура лопасти до:	входящей кромки, $\bar{b}_{вх}$	0,469	0,526	0,563	0,576	0,561	0,514	0,416	0,234	–
	выходящей кромки, $\bar{b}_{вых}$	0,292	0,333	0,373	0,408	0,439	0,467	0,484	0,470	0,201
Относительная полная ширина лопасти, $\bar{b}$		0,761	0,860	0,936	0,984	1,000	0,981	0,901	0,724	–
Относительное отстояние линии наибольших толщин от входящей кромки, $\bar{b}_e$		0,350	0,350	0,350	0,350	0,389	0,443	0,479	0,500	–

Таблица 4.2

Данные для расчета саблевидного контура лопасти винта в насадке

Относительный радиус, $\bar{r} = \frac{r}{R}$		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	1,0
Относительное расстояние от оси спрямленного контура лопасти до:	входящей кромки, $\bar{b}_{вх}$	0,460	0,520	0,560	0,570	0,580	0,570	0,480	0,320	0,17	–
	выходящей кромки, $\bar{b}_{вых}$	0,290	0,320	0,350	0,370	0,400	0,430	0,440	0,430	0,390	0,240
Относительная полная ширина лопасти, $\bar{b}$		0,750	0,840	0,910	0,940	0,980	1,000	0,920	0,750	0,560	0,240
Относительное отстояние линии наибольших толщин от входящей кромки, $\bar{b}_e$		0,350	0,350	0,360	0,355	0,370	0,400	0,450	0,480	0,520	–

Таблица 4.3

Данные для расчета усеченного симметричного контура лопасти винта в насадке

Относительный радиус, $\bar{r} = \frac{r}{R}$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	1,0
Относительное расстояние от осевой линии лопасти до входящей и выходящей кромок, $\bar{b}_o = b_o / b_{\max}$	0,34	0,395	0,435	0,465	0,490	0,500	0,500	0,485	0,445	0,300
Относительное отстояние линии наибольших толщин от входящей кромки, $\bar{b}_e = b_e / 2b_o$	0,368	0,360	0,360	0,360	0,373	0,385	0,408	0,438	–	0,500

При расчете показателей для симметричного контура (см. табл. 4.3) линейные значения определяются по формулам:

$b_o = b_{вх} = b_{вых} = \bar{b}_0 \cdot b_{\max}$; $b_e = \bar{b}_e \cdot 2b_o$.

Рассчитанный спрямленный контур строится в качестве исходного на листе чертежа гребного винта.

4.2. Определение размеров ступицы и расчет координат проекций лопасти

Представление о форме ступицы дает рис. 4.3. Диаметр ступицы в плоскости действия винта (d_o) определяется с использованием относительного диаметра ($\bar{d}_o$ см. исходные данные):

$$d_o = \bar{d}_o \cdot D.$$

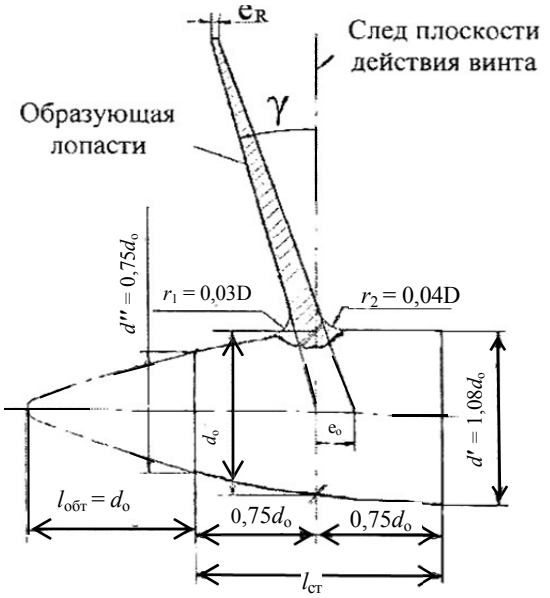


Рис. 4.3. К определению формы ступицы

По приведенным на рис. 4.3 зависимостям рассчитываются длина ступицы *($l_{ст}$)*, диаметр ступицы по носовому торцу *(d′)* и кормовому *(d″)*. Кроме того, определяются длина обтекателя *($l_{обт}$)* и радиусы галтелей сопряжения лопасти со ступицей (r_1, r_2). Если уклон образующей лопасти в корму (γ, град) равен нулю, то галтели по обеим сторонам лопасти выполняются с радиусом $r_{1(2)} = 0{,}03Д$.

Внутренняя поверхность ступицы (рис. 4.4) сопрягается с поверхностью конусной части гребного вала. Сила упора винта на переднем ходу передается на вал через его коническую часть. Конусность вала и ступицы при шпоночном соединении между ними принимается равной

$$\frac{d_в - d}{(l_{ст} - r_к - a_y)} = \frac{1}{15},$$

где $d_в$ – диаметр гребного вала, мм; d – диаметр малого основания конуса внутренней поверхности ступицы (см. рис. 4.4), мм; $a_y = 15$ мм – ширина канавки под уплотнение; $r_к$ – радиус закругления кромки (приближенно принимается равным 4,0 мм).

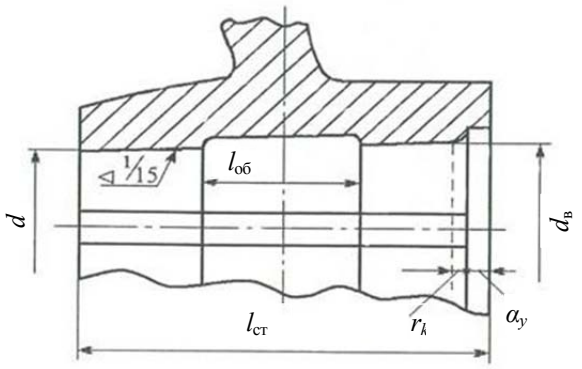


Рис. 4.4. К определению размеров внутренней поверхности ступицы

Диаметр гребного вала, при известном диаметре ступицы *(d_o)*, приближенно можно определить по формуле $d_в = (0{,}46…0{,}56)\ d_o$.

Шпоночный паз в ступице рекомендуется располагать под одной из лопастей винта.

Высота и ширина шпонки выбираются по ГОСТ 8788 в зависимости от $d_в$.

Для уменьшения пригоночной (посадочной) поверхности и уменьшения массы винта внутри ступицы делается полость (так называемое обнижение или рецесс, см. рис. 4.4). Длина этого участка лежит в пределах $l_{об}$ = (0,30… 0,45) $l_{ст}$.

Наряду со шпоночным соединением вала и ступицы применяется бесшпоночное их соединение – гидропрессовая посадка.

После определения основных размеров ступицы выполняется расчет с целью определения координат точек, необходимых для построения проекций лопасти винта (рис. 4.5). Последовательность такого расчета представлена в форме табл. 4.4.

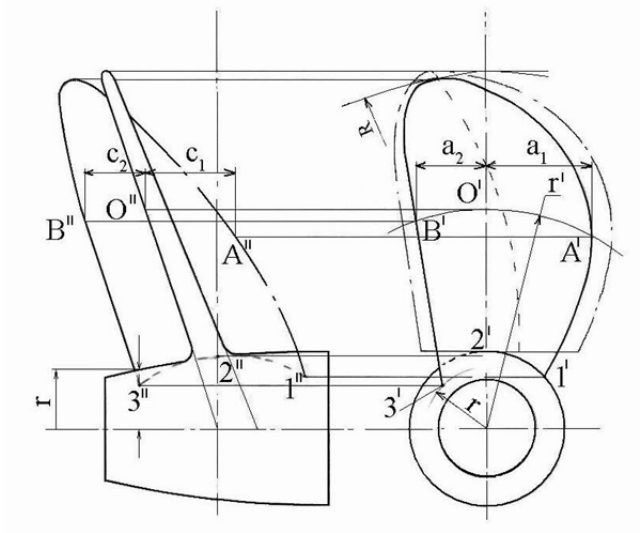


Рис. 4.5. Построение проекций лопасти

Отстояние точек контуров нормальной и боковой проекции лопасти от ее оси определяется по формулам:

$$\varphi = \text{arctg}\frac{H}{2\pi \cdot r};$$

$$\alpha_1 = \frac{b_{вх}\cos\varphi}{r}\cdot 57{,}3\ ; \quad \alpha_2 = \frac{b_{вых}\cos\varphi}{r}\cdot 57{,}3\ ;$$

$$a_1 = r\ \sin\ \alpha_1 - (Y_{вх} - 0{,}5\ d_{вх}\ tg\ \frac{\varphi}{2})\ \cos\varphi;$$

$$a_2 = r\ \sin\ \alpha_2 + (Y_{вых} + 0{,}5\ d_{вых}\ tg\ \frac{\varphi}{2})\ \cos\varphi;$$

$$c_1 = \frac{H\ \alpha_1}{360} + \left[Y_{вх} + 0{,}5\ d_{вх}\ tg\ (\frac{90^\circ - \varphi}{2})\right]\cos\ \varphi;$$

$$c_2 = \frac{H\ \alpha_2}{360} - \left[Y_{вых} - 0{,}5\ d_{вых}\ tg\left(\frac{90^\circ - \varphi}{2}\right)\right]\cos\varphi.$$

Расчет по табл. 4.4 выполняется для ряда сечений лопасти, положение которых определяется радиусом *(r)*; размеры «$b_{вх}$» и «$b_{вых}$» для этих сечений получены выше (см. п. 4.1).

Таблица 4.4

Расчет координат точек проекций лопасти

Исходные данные: R = мм; H = мм; $\bar{e}_o$ = ; $\bar{e}_R$ =										
Расчетные величины и формулы	Размер-ность	Относительный радиус, $\bar{r}$								
		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$r = rR$	мм									
$b_{вх}$	мм									
$b_{вых}$	мм									
α_1	град.									
α_2	град.									
$\sin\alpha_1$	–									
$\sin\alpha_2$	–									
φ	град.									
$\cos\varphi$	–									
$\mathrm{tg}\left(\frac{\varphi}{2}\right)$	–									
$\mathrm{tg}\left(\frac{90^\circ - \varphi}{2}\right)$										
$d_{вх}$	мм									
$d_{вых}$	мм									

$У_{вх}$	мм									
$У_{вых}$	мм									
a_1	мм									
a_2	мм									
c_1	мм									
c_2	мм									

Отстояние точек контура нормальной проекции лопасти от ее оси (a_1, a_2, см. рис. 4.5), а также точек боковой проекции (c_1, c_2), определяется с учетом закругления входящей и выходящей кромок лопасти (рис. 4.6). Расчет геометрических показателей ($d_{вх}$, $d_{вых}$, $У_{вх}$, $У_{вых}$) кромок лопасти выполняется с использованием относительных значений этих показателей (табл. 4.5) и максимальной толщины лопасти (e, см. рис. 4.6) на том или ином радиусе. При этом используются следующие формулы:

$$У_{вх} = \overline{У}_{вх}\, e;\; У_{вых} = \overline{У}_{вых}\, e;\; d_{вх} = \overline{d}_{вх}\, e;\; d_{вых} = \overline{d}_{вых}\, e;\; e = \overline{e}_o(R - r) + \overline{e}_R\, r,$$

где $\overline{e}_o$ – относительная условная толщина лопасти на оси винта (e_o, см. на рис. 4.3); $\overline{e}_R$ – относительная толщина на конце лопасти.

Значения $\overline{e}_o$ и $\overline{e}_R$ принимаются из табл. 4.6.

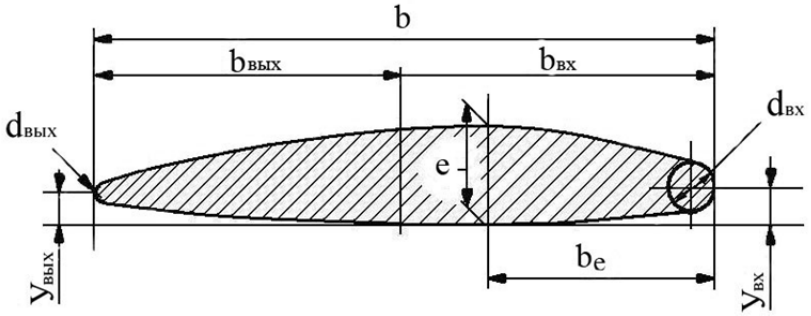


Рис. 4.6. Плосковыпуклый аэродинамический профиль лопасти

Таблица 4.5

Значения относительных ординат $\overline{У}_{вх}$, $\overline{У}_{вых}$ и относительных диаметров $\overline{d}_{вх}$, $\overline{d}_{вых}$

$\overline{r} = \frac{r}{R}$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9

$y_{вх}$	0,40	0,38	0,35	0,31	0,20	0,16	0,10	0,10
$\overline{d}_{вх}$	0,39	0,35	0,33	0,30	0,26	0,22	0,20	0,20
$y_{вых}$	0,30	0,27	0,22	0,14	0,08	0,08	0,08	0,10
$\overline{d}_{вых}$	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,20

Таблица 4.6

Относительные толщины на конце лопасти и на оси винта

Число лопастей	3	4	5	6	7	8
$\overline{e}_R = e_R / R$	0,008	0,007	0,007	0,011	0,010	0,009
$\overline{e}_o = e_o / R$	0,100	0,090	0,080	0,090	0,090	0,080

Чертеж винта выполняется на листе формата А1 с использованием гостированного масштаба. Наряду с изображением двух проекций винта (рис. 4.7) на листе необходимо показать основную надпись и основные характеристики винта (диаметр, шаг, дисковое отношение, диаметр ступицы) и двигателя (марку, номинальную мощность, частоту вращения каленвала и выходного фланца редуктора).

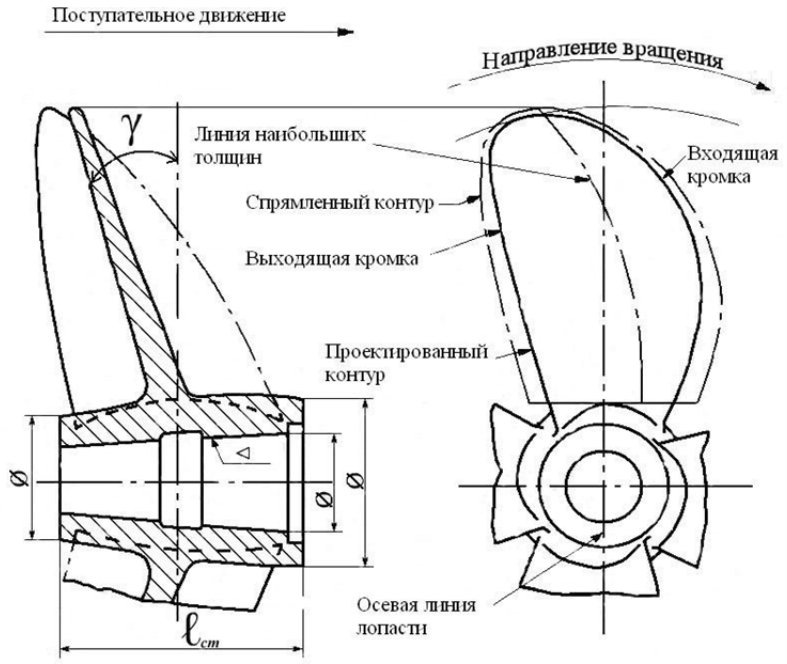


Рис. 4.7. Пример оформления теоретического чертежа гребного винта

Построение начинается с размещения на листе осевых линий с учетом габаритных размеров проекций лопасти и ступицы.

После нанесения контурных линий ступицы показывается положение точек, принадлежащих нормальной проекции лопасти. Для этого, параллельно вертикальной оси нормальной проекции, на расстоянии «a_1» и «a_2» проводятся отрезки до пересечения с дугой, выполненной соответствующим радиусом (см. рис. 4.5). Для винта правого вращения размер «a_1» откладывается от оси вправо, а для винта левого вращения – влево.

Построение боковой проекции лопасти начинается с показа ее образующей и диаграммы максимальных толщин лопасти (условного сечения по линии наибольших толщин). Толщины лопасти – e_o и e_R – для винта, как правого, так и левого вращения откладываются от образующей лопасти в сторону носового

торца ступицы. Для нахождения точек контура боковой проекции лопасти используются размеры «c_1» и «c_2», которые откладываются от образующей на уровне соответствующего радиуса лопасти. Размер c_1 в любом случае откладывается в сторону носового торца ступицы и используется для определения, по пересечению вертикали и горизонтали (см. рис. 4.5), положения точки (т. *A″* входящей кромки. Аналогично находится положение точки (т. *B″*), принадлежащей выходящей кромки лопасти.

После определения положения всех точек боковой проекции лопасти их соединяют плавной кривой; при этом входящая кромка (от ступицы до верхней точки линии наибольших толщин) показывается штрих-пунктирной линией. Последнее означает, что на боковой проекции лопасть изображается в разрезе по линии наибольших толщин.

В заключении необходимо построить по трем точкам (точки *1, 2* и *3*, см. рис. 4.5) линию примыкания лопасти к ступице. При согласованном положении точек (*1′* и *1″, 2′* и *2″ 3′* и *3″)* на нормальной и боковой проекциях должны выполняться два условия: точки, например, *2′* и *2″*, должны находиться на одной горизонтали и, располагаясь на поверхности ступицы, находиться на одной окружности. Последнее означает, что точка *3′* располагается на окружности радиусом *r*, который получен измерением радиуса ступицы в плоскости расположения точки *3″*.

Библиографический список

1. **Кеслер, А.А.** Оформление общепроектной и технологической документации в курсовых и выпускных квалификационных работах: методическое пособие / А.А. Кеслер, Е.Г. Бурмистров. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГАВТ», 2017. – 84 с.

2. **Васильев, А.В.** Гидродинамика судов внутреннего плавания, в 4 ч, ч.1 Расчет сопротивления движению судов внутреннего плавания: Учеб. пособие. 2-е изд. перераб. и доп. / А.В. Васильев, В.Н. Савинов, П.Н. Егоров. – Н. Новгород, НГТУ, 1996. – 147 с.

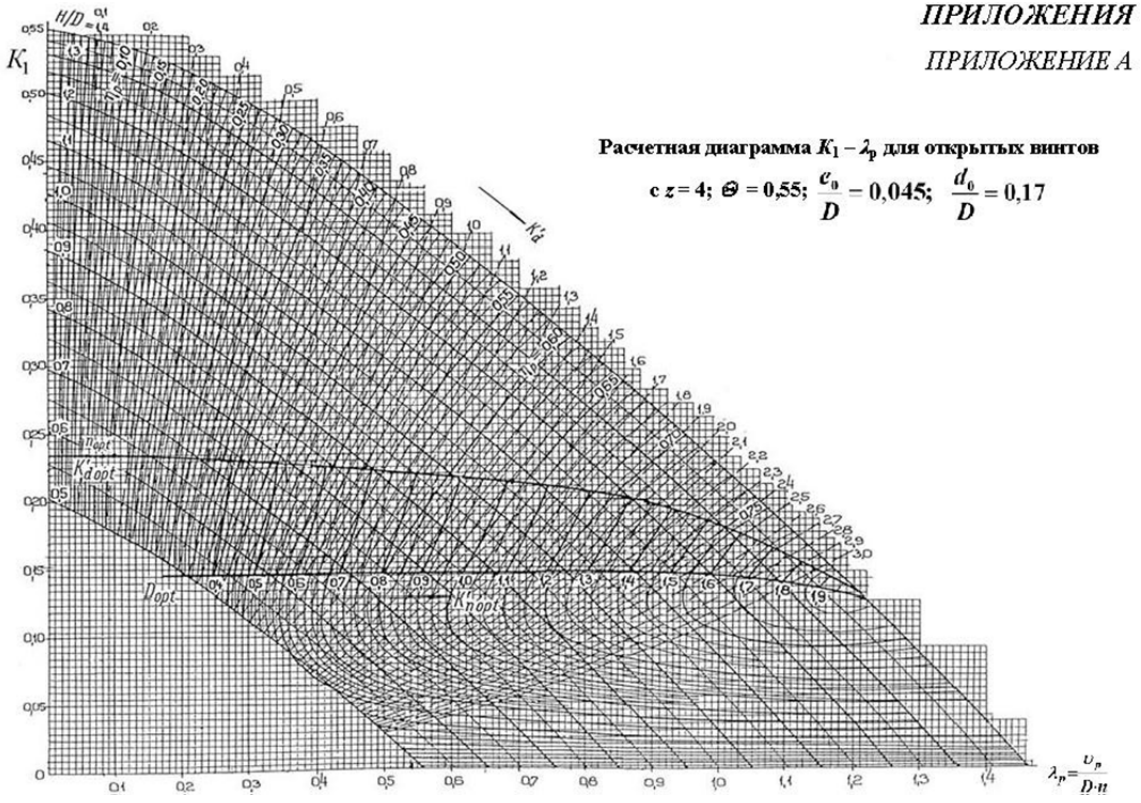
3. Руководство по расчету и проектированию гребных винтов судов внутреннего плавания / Под. ред. А.М. Басина, Е.И. Степанюка – Л.: Транспорт, 1977. – 272 с.

4. Руководство по расчету и проектированию гребных винтов судов внутреннего плавания / Под ред. А.М. Басина, Е.И. Степанюка – Л.: Транспорт, 1977. Приложение – 40 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Расчетная диаграмма $K_1 - \lambda_p$ для открытых винтов

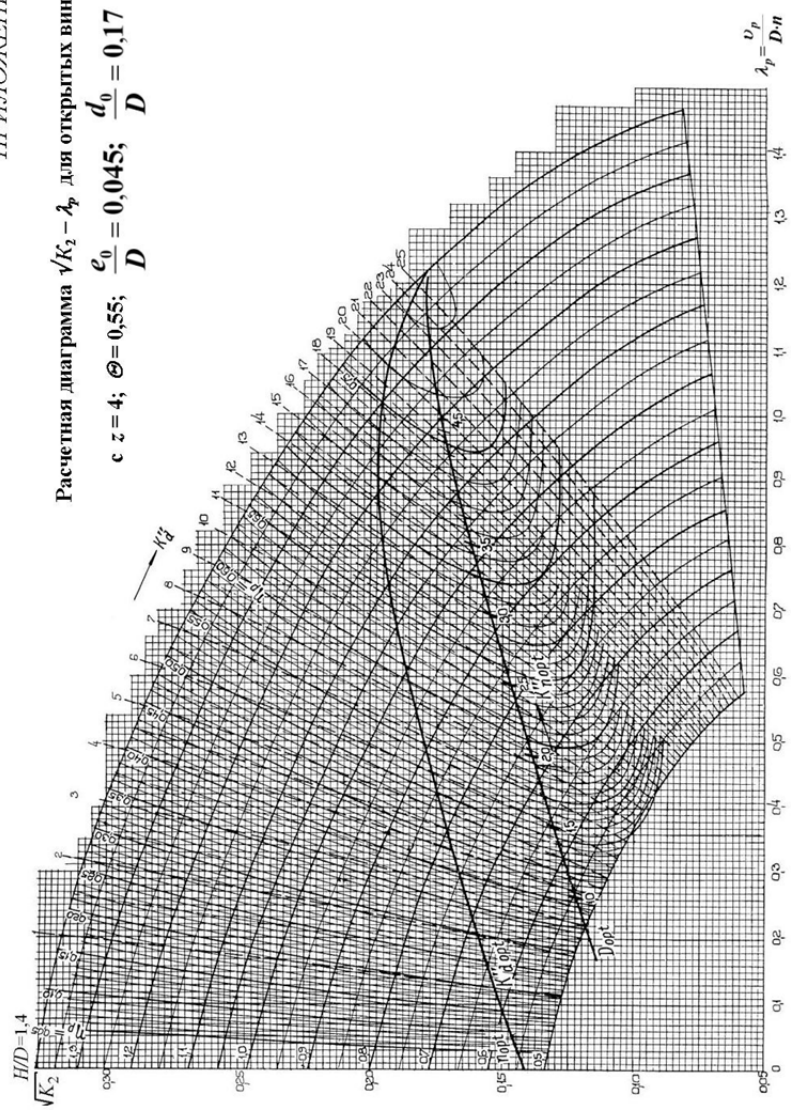
с $z = 4$; $\Theta = 0{,}55$; $\frac{e_0}{D} = 0{,}045$; $\frac{d_0}{D} = 0{,}17$

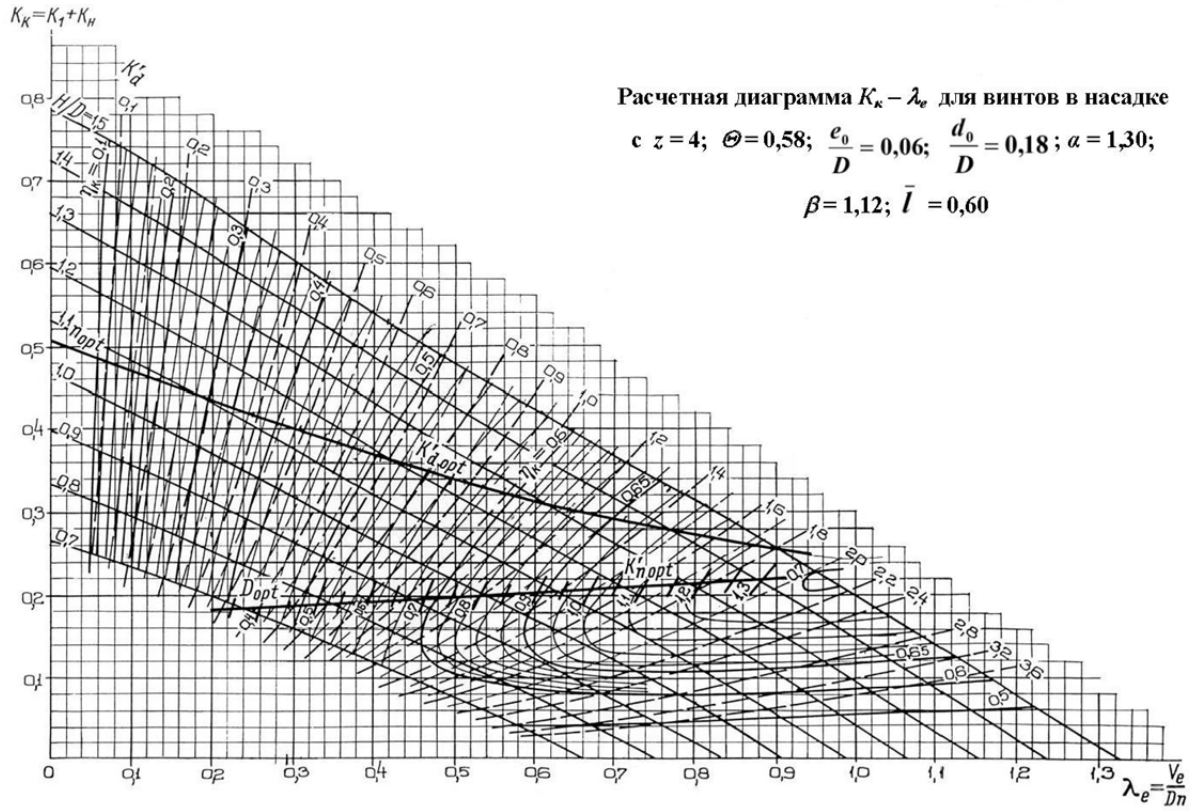


ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Расчетная диаграмма $\sqrt{K_2} - \lambda_p$ для открытых винтов

с $z = 4$; $\Theta = 0{,}55$; $\frac{e_0}{D} = 0{,}045$; $\frac{d_0}{D} = 0{,}17$





Расчетная диаграмма $K_к - \lambda_e$ для винтов в насадке

с $z=4$; $\Theta=0{,}58$; $\frac{e_0}{D}=0{,}06$; $\frac{d_0}{D}=0{,}18$; $\alpha=1{,}30$;

$\beta=1{,}12$; $\bar{l}=0{,}60$

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Расчетная диаграмма $10K_2 - \lambda_e$ для винтов в насадке с $z = 4$,

$\Theta = 0{,}58$, $\frac{e_0}{D} = 0{,}060$; $\frac{d_0}{D} = 0{,}18$, $a = 1{,}30$; $\beta = 1{,}12$; $\bar{l} = 0{,}60$

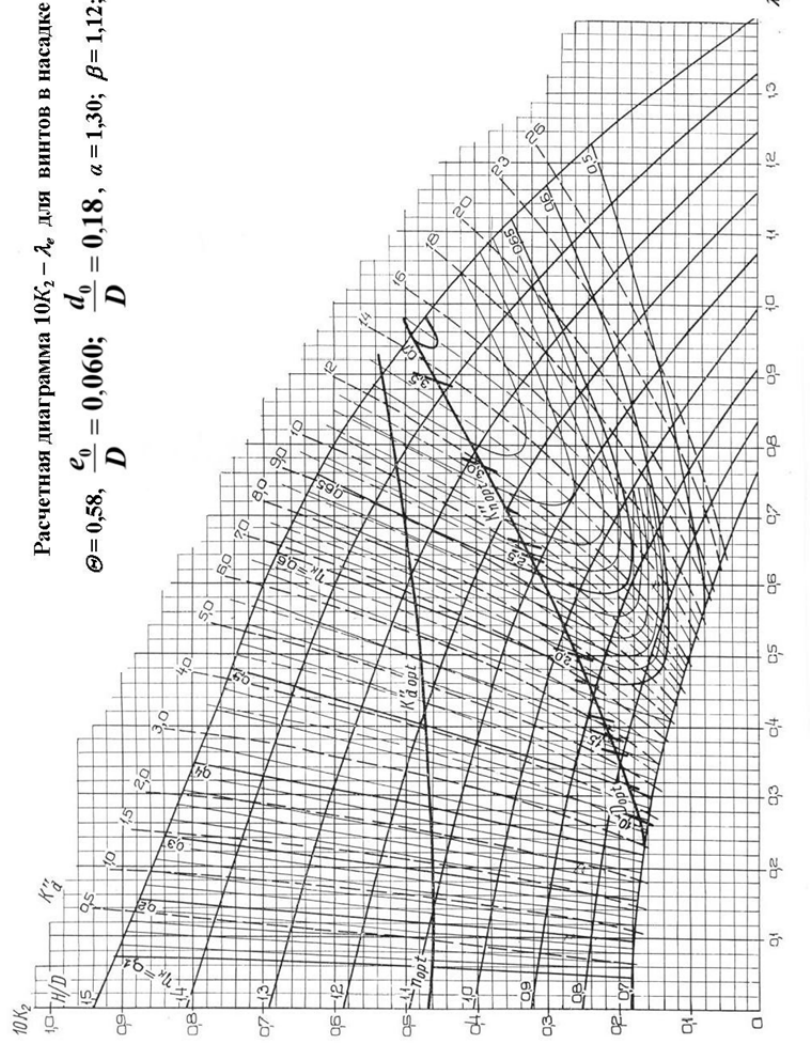


Диаграмма (H/D, η_p, λ_p) – $K'_{d_{opt}}$ для открытых винтов с $z = 4$, $\Theta = 0{,}55$; $\frac{e_0}{D} = 0{,}045$; $\frac{d_0}{D} = 0{,}17$

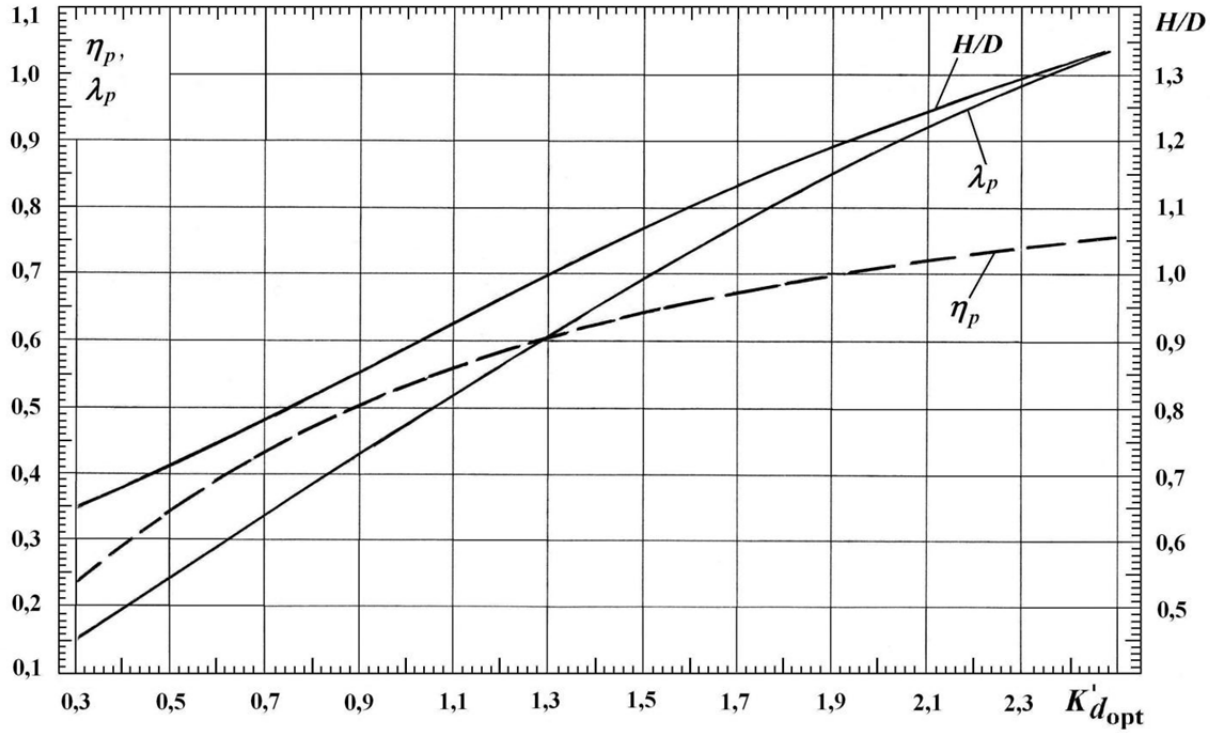


Диаграмма (H/D, η_p, λ_p) – $K''_{n_{opt}}$ для открытых винтов с $z = 4$, $\Theta = 0{,}55$; $\frac{e_0}{D} = 0{,}045$; $\frac{d_0}{D} = 0{,}17$

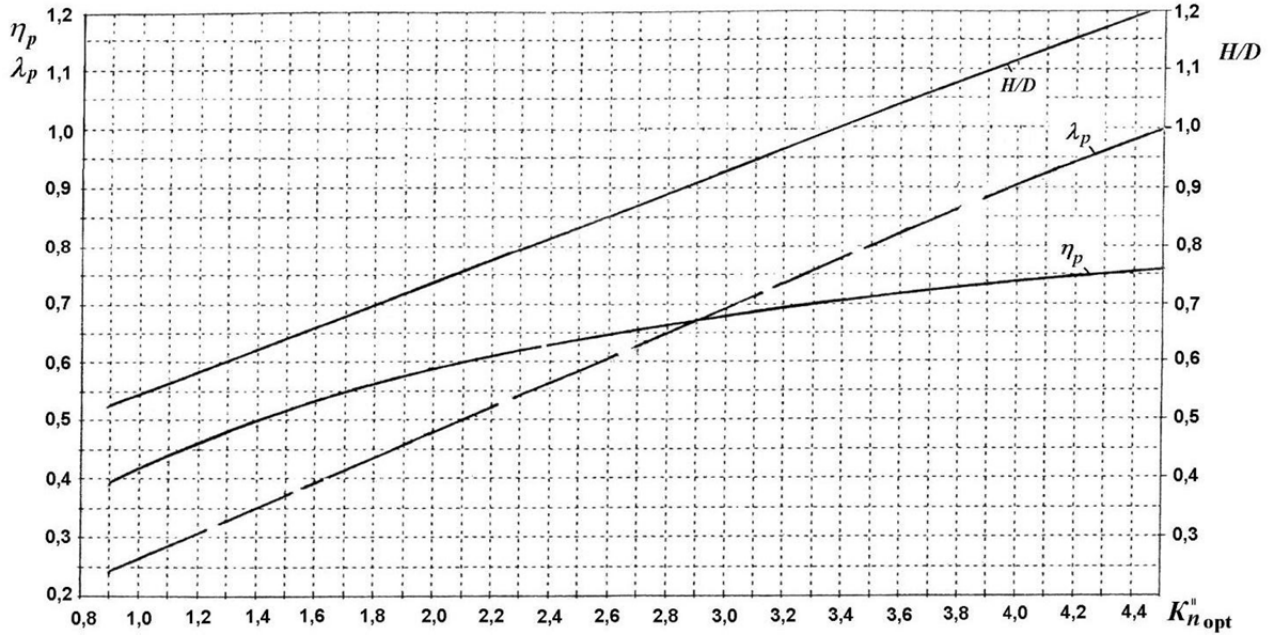


Диаграмма (H/D, $\eta_к$, λ_e) – $K'_{d_{opt}}$ для винтов в насадке с $z = 4$, $\Theta = 0{,}58$; $\frac{e_0}{D} = 0{,}06$; $\frac{d_0}{D} = 0{,}18$;

$\alpha = 1{,}30$; $\beta = 1{,}12$; $\bar{l} = 0{,}60$

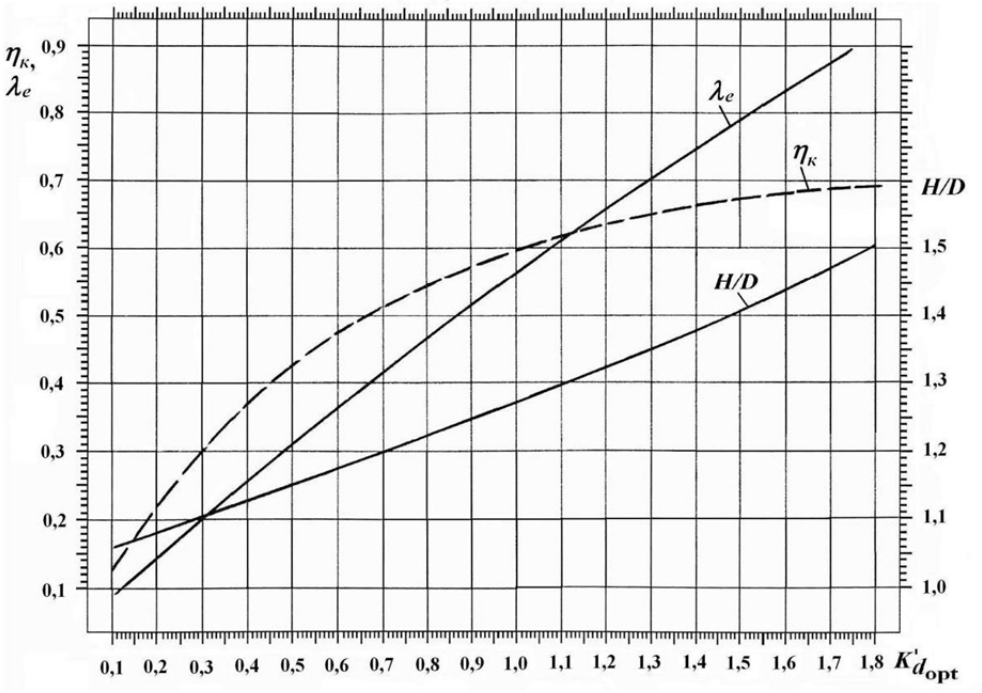
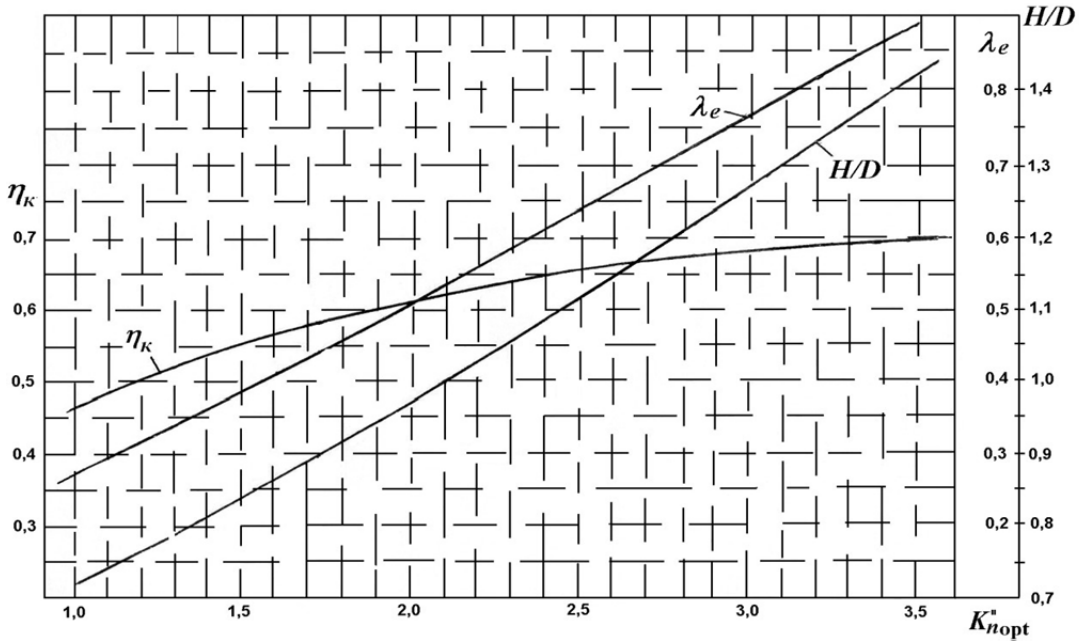


Диаграмма (H/D, $\eta_к$, λ_e) – $K''_{n_{opt}}$ для винтов в насадке с $z = 4$, $\Theta = 0{,}58$; $\frac{e_0}{D} = 0{,}06$; $\frac{d_0}{D} = 0{,}18$;

$\alpha = 1{,}30$; $\beta = 1{,}12$; $\bar{l} = 0{,}60$



Судовые дизели

а) Отечественные двигатели

№ п/п	Марка двигателя	Номинальная мощность на фланце основного отбора, кВт	Частота вращения коленчатого вала дизеля, мин $^{-1}$	Частота вращения выходного фланца редуктора или реверс-редуктора, мин $^{-1}$	Масса двигателя или дизель-редукторного агрегата, кг	Удельный расход топлива, г/кВт· ч
1	6 ЧСП 12/14	66	1550	510; 760	1330	244
2	6 ЧСПН 13/14	110	1500	487; 721	1965	239
3	6 ЧСП 15/18	110	1500	488; 743	1750	224
4	6 ЧСН 15/18	110	1350	668; 440	1770	233
5	6 ЧСП 18/22	110	750	350; 450	4288	233
6	6 ЧНСП 18/22	165	750	350; 450	4350	222
7	6 ЧНСП 15/18	173	1500	508; 735;1128	1675	222
8	12 ЧСП 15/18	220	1350	458; 662; 882	1800	234
9	6 ЧСПН 18/22	220	750	429; 350; 297	4520	216
10	6 ЧНСП 18/22	232	750	298; 350; 428; 449	4610	218
11	6 ЧСПН 25/34	311	500	314	3120	217
12	6 ЧСП 23/30	330	1000	338; 524	7550	217
13	8 ЧСПН 18/22	368	750	275; 336; 255	7350	218
14	12 ЧН 15/18	383	1500	500; 750	2650	220
15	6 ЧНСП 18/22	463	1000	264; 340; 483	6650	220
16	8 ЧПН 25/34	515	500	300	12000	217
17	6 ЧРН 36/45	562	375	189; 250	29000	215
18	6 ЧРПН 25/34	588	550	250; 300; 350	30000	210
19	6 ЧРН 36/45	618	350	177; 233	29000	215
20	6 ЧН 22/24	640	241		12000	200
21	6 ЧРН 36/45	663	375	189; 250	29000	215
22	6 ЧН 36/45	699	375	250	26000	215
23	6 ЧРН 36/45	736	350	177; 233	29000	224
24	12 ЧСН 18/20	736	1550		2100	203
25	6 ЧРН 36/45	773	375	188; 250	29000	215
26	6 ЧН 23/30	800	800		11500	191
27	12 ЧСН 18/20	809	1550	372	2230	200
28	6 ЧРН 36/45	824	350	177; 233	29000	210
29	6 ЧРН 36/45	882	375	189; 220	29000	213
30	6 ЧРН 36/45	935	425	215; 234	29000	213
31	6 ЧН 23/30	960	900		11500	194
32	12 ЧСН 18/20	990	1550	543	3200	198
33	6 ЧРПН 30/38	1000	580	392	15300	217
34	6 ЧПН 30/38	1029	600	420	14600	224

№ п/п	Марка двигателя	Номинальная мощность на фланце основного отбора, кВт	Частота вращения коленчатого вала дизеля, мин $^{-1}$	Частота вращения выходного фланца редуктора или реверс-редуктора, мин $^{-1}$	Масса двигателя или дизель-редукторного агрегата, кг	Удельный расход топлива, г/кВт· ч
35	6 ЧРН 36/40	1100	300		25000	210
36	6 ЧРН 36/45	1150	500	252; 333	29000	213
37	6 ЧПН 30/38	1287	700		13600	224
38	6 ЧРПН 30/38	1338	690	290; 480	14500	217
39	8 ЧРПН 30/38	1673	690	300; 493	19000	217
40	7 ЧН28/32	1715	775		21000	192
41	6 ЧРН 36/40	1765	500	250	25000	210
42	42 ЧНСП 16/17	1765	1700	874	5450	205
43	8 ЧН28/32	1960	775		23500	192
44	6 ЧРН 36/40	2020	550	275	25000	210
45	6 ДКРН 26/98-12	2190	250		39900	177
46	9 ЧН 28/32	2205	775		26500	192
47	42 ЧНСП 16/17	2425	2000	1030	5450	205
48	6 ЧРН 40/46	2500	248		47000	211
49	6 ЧН 40/46	2580	520		39000	204
50	6 ЧН 32/40	2640	750		38000	182
51	16 ДПН 23/2х30	3300	640		45000	225
52	6ДКРН35/105-10	3354	200		65200	179

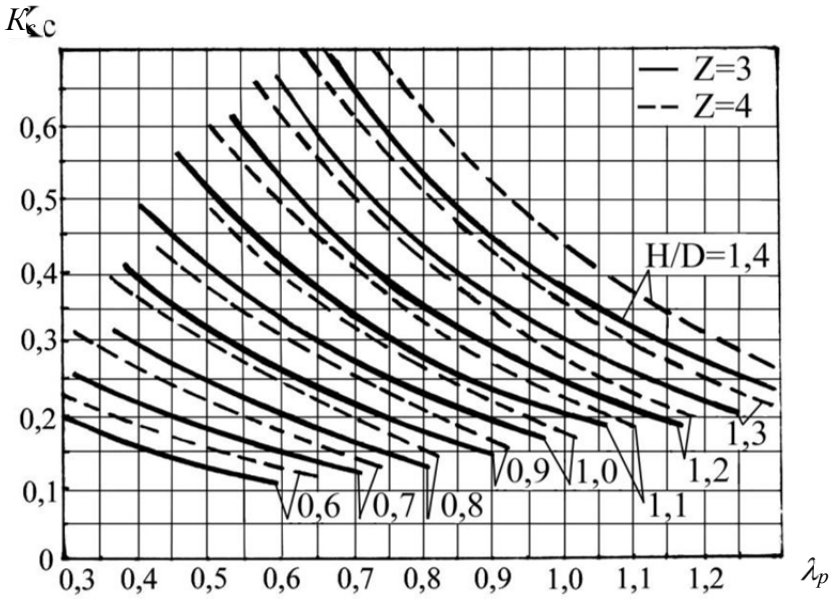
б) Зарубежные двигатели

№ п/п	Марка двигателя	Номинальная мощность на фланце основного отбора, кВт	Частота вращения коленчатого вала дизеля, мин $^{-1}$	Частота вращения выходного фланца редуктора или реверс-редуктора, мин $^{-1}$	Масса двигателя или дизель-редукторного агрегата, кг	Удельный расход топлива, г/кВт· ч
1	4 NVD26-2	99	750		4300	227
2	6 VD 18/15-2	147	1500		2050	243
3	6 NVD26-2	147	750		5100	226
4	6 NVD26A-2	220	750		5200	220
5	6 VD36/24-1U	224	500		8600	218
6	6 VD18/15A-2	225	1500		2100	241
7	6 NVD26A-3	287	1000	281; 323; 345; 368	8600	218
8	8 NVD26A-2	294	750		6300	220

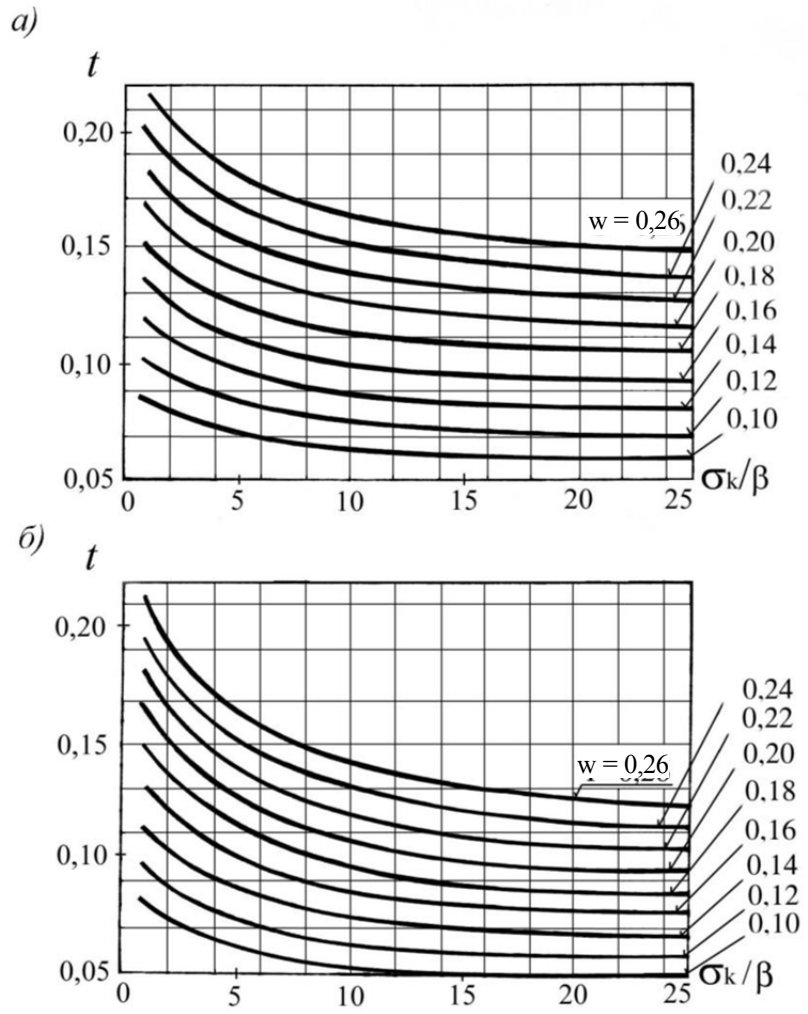
№ п/п	Марка двигателя	Номинальная мощность на фланце основного отбора, кВт	Частота вращения коленчатого вала дизеля, мин $^{-1}$	Частота вращения выходного фланца редуктора или реверс-редуктора, мин $^{-1}$	Масса двигателя или дизель-редукторного агрегата, кг	Удельный расход топлива, г/кВт· ч
9	6NVD48-U	294	275		8000	217
10	8VD36/24-1U	300	500		10500	218
11	6NVD36A-1	314	375		7650	220
12	6VD36/24A-1U	331	500		7100	218
13	6VD18/15AL-2	347	1500		2250	227
14	8NVD48	397	375		21000	220
15	8VD36/24A-1U	441	500	191; 209; 249; 270	9050	218
16	6NVD48-2U	485	428		18754	229
17	6VD26/20AL-1	530	1000	256; 285	13400	218
18	6NVD48A-U	551	375		19100	217
19	6NVD48A-2U	589	345		16750	217
20	6NVD48A-2U	640	375		23700	218
21	8NVD48-2U	647	428		22645	223
22	6VD26/20AL-2	662	1000	256; 285	13400	218
23	8VD26/20AL-1	706	1000		14500	218
24	6NVD48A-2U	736	428		19045	218
25	8NVD48A-2U	853	375		23700	218
26	8VD26/20AL-2	883	1000		14500	218
27	8SV55-UA	957	333		35000	224
28	8NVD48A-2U	970	428		23745	218
29	6VDS48/42AL-2	2650	500		56000	204
30	12VDS48/42AL-2	5300	500		93000	200
31	12VDS48/42AL-2.1	5820	500		93000	200

1) Буквенные обозначения в составе марки двигателя:
- A – с газотурбинным наддувом;
- AL – с газотурбинным наддувом и охлаждением;
- U – непосредственно реверсивного исполнения;
- V – четырехтактный
- D – дизель;
- N – среднеходовой (отношение хода поршня к диаметру цилиндра 1,3);
- S – судовой с реверс-редуктором.

Кавитационная характеристика



К определению коэффициента засасывания винтом корпуса судна



а) – при обычных обводах кормы;
б) – при тоннельных обводах кормы

Форма задания на курсовой проект

З А Д А Н И Е
НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕОРИЯ И УСТРОЙСТВО СУДНА»

студенту _____
Ф.И.О., шифр по зачётной книжке

1. Исходные данные по судну

Тип судна	…
Длина по КВЛ, L, м	…
Ширина по КВЛ, B, м	…
Осадка по КВЛ, T, м	…
Коэффициент полноты водоизмещения δ	…
Водоизмещение объёмное, V, м^3	…
Скорость хода, υ, км/ч	…
Количество винтов x	…
Форма кормы	…

2. Данные модельных испытаний.
Модуль геометрического пособия λ = … .
Температура воды в бассейне, °С, t = … .

Скорость модели, м/с	…	…	…	…	…
Сопротивление движению модели, Н	…	…	…	…	…

3. Содержание:
• расчет силы сопротивления движению судна;
• проектированный расчет движителя;
• определение ходовых или тяговых характеристик;
• разработка и построение теоретического чертежа гребного винта.

Дата выдачи задания «_____» _____20 г.

Срок сдачи работы «_____» _____20 г.

Задание выдал _____
Ф.И.О.

Оглавление

Введение ……. 3
Основные обозначения и сокращения …… 5
1. Расчет силы сопротивления движению водоизмещающего судна ……..….. 7
2. Проектировочный расчет гребного винта …….. 15
2.1. Цель, этапы расчета и общие указания …… 15
2.2. Расчет элементов гребного винта при выборе главного двигателя ……. 16
2.2.1. Исходные данные и расчет коэффициентов взаимодействия корпуса судна и движителя …….. 16
2.2.2. Расчет минимально необходимой мощности главного двигателя …….. 18
2.2.3. Выбор главного двигателя ……. 22
2.3. Определение характеристик движителя, обеспечивающего полное использование мощности выбранного двигателя 23
2.3.1. Схема расчета движителя для небуксирного судна 24
2.3.1.1. Исходные данные к расчету …… 24
2.3.1.2. Обоснования к выбору винта по числу лопастей, форме их контура и дисковому отношению ……. 25
2.3.1.3. Расчет движителя на полное использование мощности двигателя ……. 28
2.3.2. Схема расчета движителя для буксирного судна…… 32
3. Определение ходовых и тяговых характеристик судна … 34
3.1. Введение ……..…….. 34
3.2. Расчет максимальных значений мощности подводимой к винту от двигателя ……..…… 35
3.3. Определение динамических характеристик движителя в относительном виде ……..…….. 38
3.4. Расчет и построение динамических характеристик движителя …….. 40
4. Разработка теоретического чертежа гребного винта …… 46
4.1. Построение спрямленного контура лопасти …….. 46
4.2. Определение размеров ступицы и расчет координат проекций лопасти ……... 52
Библиографический список ……. 59

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А. Расчетная диаграмма $K_1 - \lambda_р$ для открытых винтов с z = 4; Θ = 0,55; $\frac{e_0}{D} = 0{,}045$; $\frac{d_0}{D} = 0{,}17$. ……. 60

Приложение Б. Расчетная диаграмма $\sqrt{K_2} - \lambda_р$ для открытых винтов с z = 4; Θ = 0,55; $\frac{e_0}{D} = 0{,}045$; $\frac{d_0}{D} = 0{,}17$. …….. 61

Приложение В. Расчетная диаграмма $K_к - \lambda_е$ для винтов в насадке с z = 4; Θ = 0,58; $\frac{e_0}{D} = 0{,}06$; $\frac{d_0}{D} = 0{,}18$, $\alpha = 1{,}30$; $\beta = 1{,}12$; $\bar{l} = 0{,}60$ …….. 62

Приложение Г. Расчетная диаграмма $10K_2 - \lambda_е$ для винтов в насадке с z = 4; Θ = 0,58, $\frac{e_0}{D} = 0{,}06$; $\frac{d_0}{D} = 0{,}18$, α = 1,30; β = 1,12; $\bar{l} = 0{,}60$ …….. 63

Приложение Д. Диаграмма ($\frac{H}{D}$, $\eta_р$, $\lambda_р$) – $K'_{d_{opt}}$ для открытых винтов с z = 4, Θ = 0,55; $\frac{e_0}{D} = 0{,}045$; $\frac{d_0}{D} = 0{,}17$. 64

Приложение Ж. Диаграмма ($\frac{H}{D}$, $\eta_р$, $\lambda_р$) – $K''_{n_{opt}}$ для открытых винтов с z = 4, Θ = 0,55; $\frac{e_0}{D} = 0{,}045$; $\frac{d_0}{D} = 0{,}17$ ……. 65

Приложение И. Диаграмма ($\frac{H}{D}$, $\eta_к$, $\lambda_е$) – $K'_{d\,opt}$ для винтов в насадке с z = 4, Θ = 0,58; $\frac{e_0}{D} = 0{,}06$; $\frac{d_0}{D} = 0{,}18$; $\alpha = 1{,}30$; $\beta = 1{,}12$; $\bar{l} = 0{,}60$…… 66

Приложение К. Диаграмма (H/D, $\eta^к$, $\lambda^е$) – $K^{//}_{n_{opt}}$ для винтов в насадке с z = 4, Θ = 0,58; $\frac{e_0}{D} = 0{,}06$; $\frac{d_0}{D} = 0{,}18$; $\alpha = 1{,}30$; $\beta = 1{,}12$; $\bar{l} = 0{,}60$ ……. 67
Приложение Л. Судовые дизели …….... 68
Приложение М. Кавитационная характеристика ……. 71
Приложение Н. К определению коэффициента засасывания винтом корпуса судна …… 72
Приложение П. Форма задания на курсовую работу …….. 73

Анатолий Александрович Кеслер

Расчет и анализ показателей пропульсивного комплекса судна

Учебно-методическое пособие

Отпечатано по авторскому оригиналу
без редактирования и корректуры

Вёрстка *М.М. Евстюшкиной*

Вёрстка *М.М. Евстюшкиной*

Подписано в печать 14.12.19. Формат бумаги 60×84 $^{1}/_{16}$.
Гарнитура «Таймс». Ризография. Усл. печ. л. 4,3.
Тираж 80 экз. Заказ 243.

Издательско-полиграфический комплекс ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603951, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

81

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 01

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	135
Ширина по КВЛ B,м	16.5
Осадка по КВЛ T, м	3.2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0.803
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	5720
Скорость хода v, км/ч	20
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=100
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0.271	0.352	0.442	0.579
Сопротивление $R_м$, Н	0.056	0.094	0.151	0.276

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.710	3.150	3.520	4.010	4.420	4.880
Сопротивление, кН	0	29.8	41.3	53.4	72.5	91.5	109.8

5.320	5.790								
137.9	182.5								

Срок сдачи проекта «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2__»__ноября_____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 02

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	138
Ширина по КВЛ B,м	14,25
Осадка по КВЛ T, м	3,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,888
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	5530
Скорость хода v, км/ч	20,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=100
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,260	0,342	0,470	0,559
Сопротивление $R_м$, Н	0,056	0,094	0,180	0,256

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.600	3.030	3.420	3.870	4.320	4.700
Сопротивление, кН	0	32.0	44.0	56.1	85.4	94.9	115.4

5.180	5.590								
143.0	169.7								

Срок сдачи проекта «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 03

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	135
Ширина по КВЛ B,м	16,5
Осадка по КВЛ T, м	3,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,850
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	6040
Скорость хода v, км/ч	20,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=100
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,247	0,376	0,455	0,584
Сопротивление $R_м$, Н	0,056	0,123	0,180	0,294

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.000	2.470	2.920	3.260	3.760	4.150
Сопротивление, кН	0	20.5	32.5	44.0	56.7	75.6	95.1

4.550	5.000	5.440	5.840						
114.7	142.6	168.0	194.9						

Срок сдачи проекта «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 04

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	112
Ширина по КВЛ B,м	15,0
Осадка по КВЛ T, м	3,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,763
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	4100
Скорость хода v, км/ч	22,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=75
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,430	0,547	0,718	0,920
Сопротивление $R_м$, Н	0,180	0,294	0,504	0,915

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.429	3.724	4.088	4.434	4.737	5.092
Сопротивление, кН	0	38.9	47.5	59.2	70.0	81.6	96.4

5.413	5.802	6.218	6.625	7.075	7.491	7.967			
111.6	129.1	145.9	171.0	203.0	242.8	285.4			

Срок сдачи проекта «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 05

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	100
Ширина по КВЛ B,м	14,7
Осадка по КВЛ T, м	3,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,800
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	4100
Скорость хода v, км/ч	20,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=75
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,467	0,583	0,745	0,932
Сопротивление $R_м$, Н	0,219	0,342	0,581	1,058

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.681	4.044	4.391	4.694	5.049	5.369
Сопротивление, кН	0	49.5	61.5	72.6	84.5	99.6	115.1

5.698	6.062	6.452	6.824	7.275	7.621	8.071			
134.0	152.1	178.0	211.9	251.7	297.5	348.9			

Срок сдачи проекта «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 06

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	120
Ширина по КВЛ B,м	17,0
Осадка по КВЛ T, м	3,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,780
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	5100
Скорость хода v, км/ч	19,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=100
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,378	0,475	0,619	0,750
Сопротивление $R_м$, Н	0,094	0,151	0,266	0,419

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.780	4.310	4.750	5.270	5.750	6.190
Сопротивление, кН	0	51.7	70.3	89.0	115.2	142.6	169.4

6.680	7.070	7.500							
204.3	240.3	285.8							

Срок сдачи проекта «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 07

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	112
Ширина по КВЛ B,м	15,0
Осадка по КВЛ T, м	3,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,760
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	4100
Скорость хода v, км/ч	21,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=75
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,520	0,635	0,776	0,923
Сопротивление $R_м$, Н	0,256	0,39	0,581	0,915

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	4.200	4.503	4.850	5.162	5.499	5.846
Сопротивление, кН	0	57.8	69.1	80.0	95.5	110.3	128.6

6.175	6.720	7.067	7.491	7.993					
146.9	169.4	203.4	243.1	285.1					

Срок сдачи проекта «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября_____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 08

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	112
Ширина по КВЛ B,м	15,0
Осадка по КВЛ T, м	3,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,766
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	4120
Скорость хода v, км/ч	19,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=75
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,480	0,594	0,705	0,916
Сопротивление $R_м$, Н	0,219	0,342	0,504	0,915

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.776	4.157	4.486	4.815	5.144	5.491
Сопротивление, кН	0	46.8	58.1	69.1	80.3	95.5	110.1

5.828	6.105	6.625	7.015	7.474	7.933				
128.5	147.7	170.8	203.9	242.9	285.8				

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 09

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	110,15
Ширина по КВЛ B,м	13,0
Осадка по КВЛ T, м	3,3
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,880
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	8770
Скорость хода v, км/ч	19,6
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=12,5
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,7	1,2	1,6	2,2
Сопротивление $R_м$, Н	12,95	33,84	58,86	151,27

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.732	2.425	3.118	3.464	3.811	4.157
Сопротивление, кН	0	11.9	22.1	34.3	41.7	51.3	59.3

4.503	4.850	5.196	5.543	5.889	6.235	6.928	7.621		
69.0	79.9	91.3	104.4	117.7	133.1	178.5	268.8		

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 10

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	110,15
Ширина по КВЛ B,м	13,0
Осадка по КВЛ T, м	3,3
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,816
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	3855
Скорость хода v, км/ч	20.0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=12,5
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,7	1,3	1,6	2,2
Сопротивление $R_м$, Н	0,129	37,57	58,37	156,96

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.732	2.425	3.118	3.464	3.811	4.157
Сопротивление, кН	0	13.3	22.1	33.1	40.0	47.9	55.8

4.503	4.850	5.196	5.543	5.889	6.235	6.928	7.621		
66.0	76.4	88.4	103.4	118.7	136.6	186.3	278.2		

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 11

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	100,0
Ширина по КВЛ B,м	12,2
Осадка по КВЛ T, м	2,8
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,818
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	2800
Скорость хода v, км/ч	19,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=10
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,5	1,1	1,5	2,1
Сопротивление $R_м$, Н	7,46	32,00	58,86	145,19

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	0.949	1.581	2.214	2.846	3.479	4.111
Сопротивление, кН	0	3.3	7.5	13.4	21.7	32.5	45.4

4.743	5.376	6.008	6.641						
62.1	83.0	111.6	152.9						

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 12

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	90
Ширина по КВЛ B,м	13,0
Осадка по КВЛ T, м	2,8
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,836
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	2740
Скорость хода v, км/ч	17,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=50
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =20,2

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,411	0,563	0.788	0,945
Сопротивление $R_м$, Н	0,256	0,476	1,010	1,727

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.616	2.906	3.118	3.338	3.613	3.981
Сопротивление, кН	0	17.9	21.1	24.6	29.1	34.3	41.3

4.313	4.759	5.169	5.572	5.975	6.336	6.682			
50.7	62.7	76.9	94.6	114.6	141.0	173.3			

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 13

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	90
Ширина по КВЛ B,м	13,0
Осадка по КВЛ T, м	2,8
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,836
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	2740
Скорость хода v, км/ч	18,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=75
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,385	0,515	0,675	0,823
Сопротивление $R_м$, Н	0,123	0,218	0,399	0,697

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.425	2.875	3.334	3.707	4.053	4.460
Сопротивление, кН	0	16.7	24.8	32.9	41.0	49.6	61.1

4.832	5.136	5.456	5.846	6.253	6.712	7.127			
72.7	85.0	101.1	119.9	146.6	180.3	226.6			

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 14

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	89,4
Ширина по КВЛ B,м	13,0
Осадка по КВЛ T, м	2,8
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,782
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	2540
Скорость хода v, км/ч	18,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=15
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =16

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,6	1.0	1,3	1,6
Сопротивление $R_м$, Н	4,032	11,28	20,07	31,64

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.549	1.936	2.324	2.711	3.098	3.486
Сопротивление, кН	0	6.3	9.0	12.4	16.3	21.5	27.8

3.873	4.260	4.648	5.035	5.422	5.809	6.197			
36.1	45.5	55.0	65.3	76.6	89.5	104.1			

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 15

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	90
Ширина по КВЛ B,м	13,0
Осадка по КВЛ T, м	3,0
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,782
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	2750
Скорость хода v, км/ч	19,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=15
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =16

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,6	0,9	1,3	1,6
Сопротивление $R_м$, Н	4,41	9,56	21,05	33,21

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.549	1.936	2.324	2.711	3.098	3.486
Сопротивление, кН	0	7.3	10.1	13.7	17.8	23.3	30.4

3.873	4.260	4.648	5.035	5.422	5.809	6.197			
39.2	49.1	58.6	68.5	80.5	93.5	109.3			

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 16

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	90,5
Ширина по КВЛ B,м	13
Осадка по КВЛ T, м	3,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,782
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	2940
Скорость хода v, км/ч	20
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=15
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =16

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,6	1,0	1,3	1.6
Сопротивление $R_м$, Н	4,69	12,87	22,07	34,34

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.549	1.936	2.324	2.711	3.098	3.486
Сопротивление, кН	0	8.2	10.7	14.6	19.1	25.1	32.2

3.873	4.260	4.648	5.035	5.422	5.809	6.197			
41.4	52.5	61.5	71.9	83.4	96.9	113.1			

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 17

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	90
Ширина по КВЛ B,м	13,0
Осадка по КВЛ T, м	3,0
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,764
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	2680
Скорость хода v, км/ч	18,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=75
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,445	0,544	0,629	0,755
Сопротивление $R_м$, Н	0,161	0,247	0,342	0,543

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.854	4.270	4.711	5.144	5.447	5.863
Сопротивление, кН	0	40.5	51.4	65.9	79.6	95.5	113.1

6.183	6.538								
136.7	162.9								

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 18

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	93
Ширина по КВЛ B,м	14,3
Осадка по КВЛ T, м	2,5
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,782
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	2600
Скорость хода v, км/ч	18,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=75
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,440	0,574	0,660	0,734
Сопротивление $R_м$, Н	0,161	0,294	0,399	0,543

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.811	4.200	4.573	4.971	5.317	5.716
Сопротивление, кН	0	43.7	66.9	71.4	86.3	102.1	120.8

6.019	6.357								
145.2	172.3								

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 19

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	77,15
Ширина по КВЛ B,м	11,0
Осадка по КВЛ T, м	2,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,775
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	1447
Скорость хода v, км/ч	16,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=40
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =16,5

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,522	0,653	0,784	0,915
Сопротивление $R_м$, Н	0,456	0,715	1,022	1,55

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.301	3.580	3.858	4.130	4.402	4.680
Сопротивление, кН	0	21.5	26.7	31.4	34.7	39.7	44.1

4.958	5.224	5.502	5.787						
50.5	58.0	67.7	80.1						

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 20

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	92
Ширина по КВЛ B,м	13
Осадка по КВЛ T, м	3,3
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,78
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	3079
Скорость хода v, км/ч	21
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=12,5
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,9	1,3	1,6	1,9
Сопротивление $R_м$, Н	15,21	29,92	48,56	74,56

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.771	3.118	3.464	3.811	4.157	4.503
Сопротивление, кН	0	20.9	26.1	31.3	37.3	44.3	52.2

4.850	5.196	5.543	5.889	6.235	6.582				
61.3	72.3	85.3	99.3	114.5	131.6				

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»

студенту _____

Вариант № 21

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	115
Ширина по КВЛ B,м	14
Осадка по КВЛ T, м	3,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,850
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	4380
Скорость хода v, км/ч	20
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=50
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,380	0,585	0,800	0,948
Сопротивление $R_м$, Н	0,294	0,696	1,32	2,08

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.369	2.687	2.934	3.253	3.606	4.137
Сопротивление, кН	0	20.8	24.4	30.8	37.8	46.5	61.9

4.525	4.879	5.233	5.657	5.940	6.329	6.703			
75.8	89.7	106.1	122.8	143.1	174.0	204.8			

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 22

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	115
Ширина по КВЛ B,м	14
Осадка по КВЛ T, м	3,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,842
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	4340
Скорость хода v, км/ч	21
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=50
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,345	0,602	0,815	0,960
Сопротивление $R_м$, Н	0,294	0,696	1,32	2,08

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.086	2.440	2.786	3.253	3.712	4.257
Сопротивление, кН	0	22.8	26.3	32.1	37.9	45.6	60.9

4.667	5.020	5.445	5.763	6.046	6.435	6.788			
74.5	88.4	104.0	121.8	142.1	173.0	204.1			

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 23

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	115,35
Ширина по КВЛ B,м	13
Осадка по КВЛ T, м	3,4
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,825
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	4200
Скорость хода v, км/ч	21
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=15
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,4	1,0	1,4	2,0
Сопротивление $R_м$, Н	3,48	16,38	31,88	85,35

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	0.775	1.549	2.324	3.098	3.486	3.873
Сопротивление, кН	0	4.6	10.9	21.0	34.7	43.3	53.2

4.260	4.648	5.422	6.197	6.971	7.746				
63.2	73.9	105.3	143.6	206.6	286.9				

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 24

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Танкер
Длина по КВЛ L,м	128,6
Ширина по КВЛ B,м	16.5
Осадка по КВЛ T, м	3,5
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,845
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	6280
Скорость хода v, км/ч	19,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=15
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =12,5

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,6	1,0	1,4	1,7
Сопротивление $R_м$, Н	8,93	22,17	42,67	70,04

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.936	2.324	2.711	3.098	3.486	3.873
Сопротивление, кН	0	20.5	28.5	38.0	48.7	59.9	72.4

4.260	4.648	5.035	5.422	5.809	6.197				
86.7	101.8	118.7	141.7	167.7	198.7				

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 25

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Танкер
Длина по КВЛ L,м	107,5
Ширина по КВЛ B,м	13,0
Осадка по КВЛ T, м	3,5
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,872
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	4260
Скорость хода v, км/ч	17,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=18
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =12

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,6	1,0	1,3	1,6
Сопротивление $R_м$, Н	4,91	11,67	21,19	39,73

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.121	2.546	2.970	3.394	3.818	4.243
Сопротивление, кН	0	19.7	26.0	33.3	42.2	52.1	62.9

4.667	5.091	5.515	5.940	6.364	6.788				
77.7	95.4	116.6	144.6	180.6	223.0				

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 26

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Танкер
Длина по КВЛ L,м	123
Ширина по КВЛ B,м	16,4
Осадка по КВЛ T, м	2,5
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0.800
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	4030
Скорость хода v, км/ч	19,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=100
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,283	0,479	0,632	0,768
Сопротивление $R_м$, Н	0,056	0,151	0,266	0,419

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.830	3.340	3.750	4.320	4.790	5.340
Сопротивление, кН	0	31.0	42.1	54.0	72.3	90.7	116.7

5.840	6.320	6.770	7.200	7.680					
144.0	170.1	206.5	241.8	286.2					

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 27

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Танкер
Длина по КВЛ L,м	123
Ширина по КВЛ B,м	16,4
Осадка по КВЛ T, м	2,5
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,821
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	5300
Скорость хода v, км/ч	17.5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=100
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,341	0,502	0,648	0,738
Сопротивление $R_м$, Н	0,094	0,189	0,314	0,419

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.000	3.410	3.960	4.460	5.030	5.500
Сопротивление, кН	0	45.4	57.4	76.0	93.6	118.8	146.4

6.000	6.480	6.950	7.380						
171.7	206.7	240.4	285.6						

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 28

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Танкер
Длина по КВЛ L,м	136
Ширина по КВЛ B,м	17,4
Осадка по КВЛ T, м	4,5
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,770
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	8200
Скорость хода v, км/ч	23,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=80
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,224	0,536	0,800	1,170
Сопротивление $R_м$, Н	0,076	0,361	0,791	2,65

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.234	1.592	2.004	2.495	3.068	3.622
Сопротивление, кН	0	7.2	13.9	24.0	36.4	52.2	71.7

4.204	4.794	5.367	5.993	6.485	7.155	7.665	8.855	9.687	10.465
94.7	121.1	156.6	200.0	225.9	281.0	339.7	546.3	786.2	1125.9

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 29

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Танкер
Длина по КВЛ L,м	140
Ширина по КВЛ B,м	17,4
Осадка по КВЛ T, м	6
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,776
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	11350
Скорость хода v, км/ч	20
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=80
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,265	0,565	0,810	1,165
Сопротивление $R_м$, Н	0,113	0,456	0,935	3,08

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.395	1.869	2.370	2.907	3.435	3.953
Сопротивление, кН	0	14.9	24.0	35.7	51.3	71.1	94.0

4.427	5.054	5.689	6.082	6.735	7.245	8.005	8.810	9.570	10.420
122.2	155.4	197.2	225.0	279.1	336.6	456.9	648.1	937.2	1319.3

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 30

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Танкер
Длина по КВЛ L,м	136,8
Ширина по КВЛ B,м	16,6
Осадка по КВЛ T, м	3,5
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,816
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	6500
Скорость хода v, км/ч	22
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=80
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,299	0,640	0,819	0,987
Сопротивление $R_м$, Н	0,112	0,447	0,791	1,36

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.682	2.120	2.674	3.291	3.882	4.517
Сопротивление, кН	0	13.0	22.4	34.5	49.7	69.1	90.7

5.107	5.724	6.270	6.726	7.325	7.826	8.372			
117.7	147.8	187.7	225.2	282.8	341.8	423.0			

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 31

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Танкер
Длина по КВЛ L,м	136,8
Ширина по КВЛ B,м	16,6
Осадка по КВЛ T, м	4,0
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,82
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	7500
Скорость хода v, км/ч	21
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=80
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,294	0,560	0,793	0,943
Сопротивление $R_м$, Н	0,112	0,361	0,791	1,36

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.664	2.120	2.630	3.229	3.846	4.436
Сопротивление, кН	0	12.8	21.8	34.3	49.5	68.2	90.3

5.009	5.635	6.091	6.520	7.093	7.558	8.077			
117.4	151.5	188.8	226.8	284.8	344.7	426.4			

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 32

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Пассажирское
Длина по КВЛ L,м	116,0
Ширина по КВЛ B,м	12,4
Осадка по КВЛ T, м	2,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,656
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	2080
Скорость хода v, км/ч	25,4
Количество винтов *x*	3
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=50
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =14

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,640	0,835	1,175	1,470
Сопротивление $R_м$, Н	0,61	0,975	1.95	3,66

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	4.023	4.525	4.985	5.416	5.904	6.611
Сопротивление, кН	0	45.6	57.7	69.8	81.9	93.4	118.3

7.304	8.309	9.079	9.546	10.394					
143.1	194.7	248.5	305.1	387.8					

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 33

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузопассажирское
Длина по КВЛ L,м	80,85
Ширина по КВЛ B,м	8,5
Осадка по КВЛ T, м	1,8
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,730
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	906
Скорость хода v, км/ч	19,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=50
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =16,5

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,636	0,905	1,130	1,260
Сопротивление $R_м$, Н	0,366	0,732	1,22	1,71

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.684	4.497	5.254	5.812	6.399	6.880
Сопротивление, кН	0	21.7	33.5	45.2	57.7	69.7	82.1

7.248	7.990	8.450							
95.2	121.1	148.7							

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 34

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузопассажирское
Длина по КВЛ L,м	82,0
Ширина по КВЛ B,м	10,2
Осадка по КВЛ T, м	2,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,600
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	1108
Скорость хода v, км/ч	24,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=40
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,445	0,915	1,160	1,380
Сопротивление $R_м$, Н	0,247	0,981	1,79	3,13

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.651	2.220	2.814	3.447	4.250	5.376
Сопротивление, кН	0	4.0	7.0	11.0	16.4	24.6	39.8

5.787	6.230	6.590	6.894	7.336	7.716	6.325	8.222		
47.2	56.3	65.6	75.8	92.0	108.4	136.5	148.4		

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»

студенту _____

Вариант № 35

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузопассажирское
Длина по КВЛ L,м	82,0
Ширина по КВЛ B,м	9,4
Осадка по КВЛ T, м	2,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,585
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	993
Скорость хода v, км/ч	25,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=40
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,453	0,812	1,073	1,335
Сопротивление $R_м$, Н	0,247	0,839	1,51	2,75

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.733	2.308	2.865	3.105	3.415	4.117
Сопротивление, кН	0	4.0	7.0	11.2	13.5	16.9	25.7

5.136	5.566	6.008	6.432	6.786	7.305	8.127	8.443		
41.7	49.2	58.5	67.7	77.7	93.7	129.5	149.4		

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2__»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 36

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Пассажирское
Длина по КВЛ L,м	77,6
Ширина по КВЛ B,м	9,6
Осадка по КВЛ T, м	1,9
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,711
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	1006
Скорость хода v, км/ч	20,6
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=50
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =14

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,553	0,792	1,005	1,096
Сопротивление $R_м$, Н	0,305	0,610	0,975	1,22

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.479	3.910	4.292	4.985	5.600	6.152
Сопротивление, кН	0	22.0	27.8	33.8	45.7	57.7	69.9

6.682	7.106	7.453	7.750						
81.8	94.5	107.5	120.9						

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 37

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Пассажирское
Длина по КВЛ L,м	62,0
Ширина по КВЛ B,м	9,4
Осадка по КВЛ T, м	1,9
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,576
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	638
Скорость хода v, км/ч	22,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=50
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =13

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,755	0,950	1,105	1,349
Сопротивление $R_м$, Н	0,366	0,610	0,975	1,71

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	4.851	5.339	6.145	6.477	6.718	7.135
Сопротивление, кН	0	27.4	33.2	45.2	51.3	57.9	71.3

7.453	7.814	8.153	8.506	9.539					
84.9	98.4	112.2	125.4	180.9					

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»_ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 38

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Пассажирское
Длина по КВЛ L,м	62,0
Ширина по КВЛ B,м	9,4
Осадка по КВЛ T, м	1,9
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,573
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	635
Скорость хода v, км/ч	21,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=15
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =12

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,87	1,47	1,90	2,13
Сопротивление $R_м$, Н	4,37	11,05	24,53	34,34

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.369	4.144	5.112	5.693	6.352	6.933
Сопротивление, кН	0	13.8	19.0	28.3	35.6	47.8	65.3

7.359	7.823	8.249							
80.7	97.2	113.7							

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 39

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Пассажирское
Длина по КВЛ L,м	56,0
Ширина по КВЛ B,м	8,6
Осадка по КВЛ T, м	2,15
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,564
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	584
Скорость хода v, км/ч	22,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=15
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =12

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,60	1,20	1,60	2,00
Сопротивление $R_м$, Н	2,26	7,36	16,38	34,53

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.324	3.098	3.873	4.648	5.422	6.197
Сопротивление, кН	0	7.1	10.4	15.8	23.5	35.2	53.5

6.971	7.746								
81.5	114.4								

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 40

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Пассажирское
Длина по КВЛ L,м	39,5
Ширина по КВЛ B,м	5,7
Осадка по КВЛ T, м	1,5
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,539
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	182
Скорость хода v, км/ч	19,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=10
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =12

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	1,18	1,76	2,00	2,42
Сопротивление $R_м$, Н	6,87	19,93	29,43	49,05

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.731	4.364	5.060	5.566	5.819	6.072
Сопротивление, кН	0	6.9	9.9	14.9	20.2	22.9	25.9

6.325	7.084	7.653							
29.9	39.9	49.9							

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 41

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Пассажирское
Длина по КВЛ L,м	41,76
Ширина по КВЛ B,м	6,0
Осадка по КВЛ T, м	1,5
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,492
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	185,5
Скорость хода v, км/ч	20,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=10
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =11,5

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	1,12	1,59	2,01	2,41
Сопротивление $R_м$, Н	6,87	14,72	29,43	49,05

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.542	4.269	5.028	5.787	6.356	7.020
Сопротивление, кН	0	6.9	9.9	15.0	23.0	30.0	40.0

7.621									
50.0									

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 42

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Пассажирское
Длина по КВЛ L,м	40,6
Ширина по КВЛ B,м	6,0
Осадка по КВЛ T, м	1,50
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,504
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	183,5
Скорость хода v, км/ч	20,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=25
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =16

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,681	0,899	1,110	1,353
Сопротивление $R_м$, Н	0,488	0,853	1,46	2,44

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.935	3.405	3.805	4.175	4.495	4.730
Сопротивление, кН	0	4.6	6.2	7.9	9.5	11.2	12.9

5.200	5.550	6.190	6.765						
16.4	19.9	26.9	34.0						

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 43

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Пассажирское
Длина по КВЛ L,м	21
Ширина по КВЛ B,м	4,45
Осадка по КВЛ T, м	0.9
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,581
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	48,8
Скорость хода v, км/ч	20
Количество винтов *x*	1
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=9
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =14

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,80	1,41	2,11	2,53
Сопротивление $R_м$, Н	2,11	8,12	29,65	59,84

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.710	5.400	3.090	3.660	4.230	5.130
Сопротивление, кН	0	0.7	1.5	2.7	4.0	5.9	9.9

5.730	6.330	6.690	7.080	7.590					
14.5	21.6	28.8	35.8	43.7					

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 44

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Пассажирское
Длина по КВЛ L,м	24,8
Ширина по КВЛ B,м	4,45
Осадка по КВЛ T, м	0,9
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,54
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	53,6
Скорость хода v, км/ч	19,5
Количество винтов *x*	1
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=9
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =14

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,84	1,58	2,34	3,12
Сопротивление $R_м$, Н	2,11	8,12	29,65	59,84

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.770	2.520	3.420	4.110	4.740	5.070
Сопротивление, кН	0	0.7	1.5	2.7	4.0	5.9	7.2

6.300	7.020	7.650	8.400						
14.6	21.7	29.0	36.0						

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 45

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Пассажирское
Длина по КВЛ L,м	42,4
Ширина по КВЛ B,м	6
Осадка по КВЛ T, м	1,5
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,489
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	187
Скорость хода v, км/ч	25
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=11
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =12

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	1,53	1,82	1,94	2,21
Сопротивление $R_м$, Н	9,69	15,97	19,5	29,31

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	4.013	5.340	5.506	5.804	6.036	6.103
Сопротивление, кН	0	7.6	14.8	16.1	17.7	21.4	22.2

6.202	6.434	6.567	6.700	6.932	7.330				
23.5	26.1	27.5	29.5	32.8	39.4				

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 46

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Пассажирское
Длина по КВЛ L,м	36
Ширина по КВЛ B,м	5,3
Осадка по КВЛ T, м	1,1
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,453
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	95,2
Скорость хода v, км/ч	24
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=12
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =16

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,82	1,87	2,33	2,83
Сопротивление $R_м$, Н	1,96	9,81	19,62	33.35

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.568	5.300	6.028	6.478	7.067	7.379
Сопротивление, кН	0	4.9	10.8	14.2	16.7	21.8	25.2

7.586	7.794	8.071	8.522	8.730	9.596				
27.6	30.4	33.8	39.7	42.3	54.3				

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2__»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 47

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	125
Ширина по КВЛ B,м	14
Осадка по КВЛ T, м	3,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,850
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	4380
Скорость хода v, км/ч	20
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=50
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,380	0,585	0,800	0,948
Сопротивление $R_м$, Н	0,294	0,696	1,32	2,08

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.369	2.687	2.934	3.253	3.606	4.137
Сопротивление, кН	0	20.8	24.4	30.8	37.8	46.5	61.9

4.525	4.879	5.233	5.657	5.940	6.329	6.703			
75.8	89.7	106.1	122.8	143.1	174.0	204.8			

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 48

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	115
Ширина по КВЛ B,м	14
Осадка по КВЛ T, м	3,8
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,842
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	4340
Скорость хода v, км/ч	21
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=50
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,345	0,602	0,815	0,960
Сопротивление $R_м$, Н	0,294	0,696	1,32	2,08

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.086	2.440	2.786	3.253	3.712	4.257
Сопротивление, кН	0	22.8	26.3	32.1	37.9	45.6	60.9

4.667	5.020	5.445	5.763	6.046	6.435	6.788			
74.5	88.4	104.0	121.8	142.1	173.0	204.1			

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 49

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	115,35
Ширина по КВЛ B,м	13
Осадка по КВЛ T, м	3,4
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,720
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	4200
Скорость хода v, км/ч	21
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=15
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,4	1,0	1,4	2,0
Сопротивление $R_м$, Н	3,48	16,38	31,88	85,35

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	0.775	1.549	2.324	3.098	3.486	3.873
Сопротивление, кН	0	4.6	10.9	21.0	34.7	43.3	53.2

4.260	4.648	5.422	6.197	6.971	7.746				
63.2	73.9	105.3	143.6	206.6	286.9				

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 50

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Танкер
Длина по КВЛ L,м	130
Ширина по КВЛ B,м	16.5
Осадка по КВЛ T, м	3,5
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,845
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	6280
Скорость хода v, км/ч	19,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=15
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =12,5

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,6	1,0	1,4	1,7
Сопротивление $R_м$, Н	8,93	22,17	42,67	70,04

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.936	2.324	2.711	3.098	3.486	3.873
Сопротивление, кН	0	20.5	28.5	38.0	48.7	59.9	72.4

4.260	4.648	5.035	5.422	5.809	6.197				
86.7	101.8	118.7	141.7	167.7	198.7				

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 51

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Танкер
Длина по КВЛ L,м	107,5
Ширина по КВЛ B,м	13,0
Осадка по КВЛ T, м	3,1
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,872
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	4260
Скорость хода v, км/ч	17,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=18
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =12

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,6	1,0	1,3	1,6
Сопротивление $R_м$, Н	4,91	11,67	21,19	39,73

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.121	2.546	2.970	3.394	3.818	4.243
Сопротивление, кН	0	19.7	26.0	33.3	42.2	52.1	62.9

4.667	5.091	5.515	5.940	6.364	6.788				
77.7	95.4	116.6	144.6	180.6	223.0				

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_20___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 52

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Танкер
Длина по КВЛ L,м	123
Ширина по КВЛ B,м	16,4
Осадка по КВЛ T, м	2,5
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0.780
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	4030
Скорость хода v, км/ч	19,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=100
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,283	0,479	0,632	0,768
Сопротивление $R_м$, Н	0,056	0,151	0,266	0,419

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.830	3.340	3.750	4.320	4.790	5.340
Сопротивление, кН	0	31.0	42.1	54.0	72.3	90.7	116.7

5.840	6.320	6.770	7.200	7.680					
144.0	170.1	206.5	241.8	286.2					

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 53

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Танкер
Длина по КВЛ L,м	121
Ширина по КВЛ B,м	16,4
Осадка по КВЛ T, м	3,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,821
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	5300
Скорость хода v, км/ч	17.5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=100
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,341	0,502	0,648	0,738
Сопротивление $R_м$, Н	0,094	0,189	0,314	0,419

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.000	3.410	3.960	4.460	5.030	5.500
Сопротивление, кН	0	45.4	57.4	76.0	93.6	118.8	146.4

6.000	6.480	6.950	7.380						
171.7	206.7	240.4	285.6						

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 54

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Танкер
Длина по КВЛ L,м	136
Ширина по КВЛ B,м	17,4
Осадка по КВЛ T, м	4,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,770
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	8200
Скорость хода v, км/ч	23,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=80
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,224	0,536	0,800	1,170
Сопротивление $R_м$, Н	0,076	0,361	0,791	2,65

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.234	1.592	2.004	2.495	3.068	3.622
Сопротивление, кН	0	7.2	13.9	24.0	36.4	52.2	71.7

4.204	4.794	5.367	5.993	6.485	7.155	7.665	8.855	9.687	10.465
94.7	121.1	156.6	200.0	225.9	281.0	339.7	546.3	786.2	1125.9

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 55

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Танкер
Длина по КВЛ L,м	140
Ширина по КВЛ B,м	17,4
Осадка по КВЛ T, м	6
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,765
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	11350
Скорость хода v, км/ч	20
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=80
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,265	0,565	0,810	1,165
Сопротивление $R_м$, Н	0,113	0,456	0,935	3,08

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.395	1.869	2.370	2.907	3.435	3.953
Сопротивление, кН	0	14.9	24.0	35.7	51.3	71.1	94.0

4.427	5.054	5.689	6.082	6.735	7.245	8.005	8.810	9.570	10.420
122.2	155.4	197.2	225.0	279.1	336.6	456.9	648.1	937.2	1319.3

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 56

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Танкер
Длина по КВЛ L,м	134,7
Ширина по КВЛ B,м	16,6
Осадка по КВЛ T, м	3,5
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,816
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	6500
Скорость хода v, км/ч	22
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=80
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,299	0,640	0,819	0,987
Сопротивление $R_м$, Н	0,112	0,447	0,791	1,36

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.682	2.120	2.674	3.291	3.882	4.517
Сопротивление, кН	0	13.0	22.4	34.5	49.7	69.1	90.7

5.107	5.724	6.270	6.726	7.325	7.826	8.372			
117.7	147.8	187.7	225.2	282.8	341.8	423.0			

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 57

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Танкер
Длина по КВЛ L,м	136,8
Ширина по КВЛ B,м	16,6
Осадка по КВЛ T, м	3,8
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,82
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	7500
Скорость хода v, км/ч	21
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=80
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,294	0,560	0,793	0,943
Сопротивление $R_м$, Н	0,112	0,361	0,791	1,36

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.664	2.120	2.630	3.229	3.846	4.436
Сопротивление, кН	0	12.8	21.8	34.3	49.5	68.2	90.3

5.009	5.635	6.091	6.520	7.093	7.558	8.077			
117.4	151.5	188.8	226.8	284.8	344.7	426.4			

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 58

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Пассажирское
Длина по КВЛ L,м	116,0
Ширина по КВЛ B,м	12,4
Осадка по КВЛ T, м	2,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,641
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	2080
Скорость хода v, км/ч	25,4
Количество винтов *x*	3
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=50
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =14

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,640	0,835	1,175	1,470
Сопротивление $R_м$, Н	0,61	0,975	1.95	3,66

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	4.023	4.525	4.985	5.416	5.904	6.611
Сопротивление, кН	0	45.6	57.7	69.8	81.9	93.4	118.3

7.304	8.309	9.079	9.546	10.394					
143.1	194.7	248.5	305.1	387.8					

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 59

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузопассажирское
Длина по КВЛ L,м	83,23
Ширина по КВЛ B,м	8,5
Осадка по КВЛ T, м	1,8
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,730
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	906
Скорость хода v, км/ч	19,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=50
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =16,5

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,636	0,905	1,130	1,260
Сопротивление $R_м$, Н	0,366	0,732	1,22	1,71

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.684	4.497	5.254	5.812	6.399	6.880
Сопротивление, кН	0	21.7	33.5	45.2	57.7	69.7	82.1

7.248	7.990	8.450							
95.2	121.1	148.7							

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 60

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузопассажирское
Длина по КВЛ L,м	82,0
Ширина по КВЛ B,м	10,2
Осадка по КВЛ T, м	2,5
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,600
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	1108
Скорость хода v, км/ч	24,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=40
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,445	0,915	1,160	1,380
Сопротивление $R_м$, Н	0,247	0,981	1,79	3,13

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.651	2.220	2.814	3.447	4.250	5.376
Сопротивление, кН	0	4.0	7.0	11.0	16.4	24.6	39.8

5.787	6.230	6.590	6.894	7.336	7.716	6.325	8.222		
47.2	56.3	65.6	75.8	92.0	108.4	136.5	148.4		

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 61

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузопассажирское
Длина по КВЛ L,м	82,0
Ширина по КВЛ B,м	9,4
Осадка по КВЛ T, м	2,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,563
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	993
Скорость хода v, км/ч	25,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=40
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,453	0,812	1,073	1,335
Сопротивление $R_м$, Н	0,247	0,839	1,51	2,75

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.733	2.308	2.865	3.105	3.415	4.117
Сопротивление, кН	0	4.0	7.0	11.2	13.5	16.9	25.7

5.136	5.566	6.008	6.432	6.786	7.305	8.127	8.443		
41.7	49.2	58.5	67.7	77.7	93.7	129.5	149.4		

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 62

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Пассажирское
Длина по КВЛ L,м	75,6
Ширина по КВЛ B,м	9,6
Осадка по КВЛ T, м	1,9
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,711
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	1006
Скорость хода v, км/ч	20,6
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=50
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =14

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,553	0,792	1,005	1,096
Сопротивление $R_м$, Н	0,305	0,610	0,975	1,22

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.479	3.910	4.292	4.985	5.600	6.152
Сопротивление, кН	0	22.0	27.8	33.8	45.7	57.7	69.9

6.682	7.106	7.453	7.750						
81.8	94.5	107.5	120.9						

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 63

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	135
Ширина по КВЛ B,м	16.5
Осадка по КВЛ T, м	3.2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0.813
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	5720
Скорость хода v, км/ч	20
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=100
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0.271	0.352	0.442	0.579
Сопротивление $R_м$, Н	0.056	0.094	0.151	0.276

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.710	3.150	3.520	4.010	4.420	4.880
Сопротивление, кН	0	29.8	41.3	53.4	72.5	91.5	109.8

5.320	5.790								
137.9	182.5								

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 64

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	127
Ширина по КВЛ B,м	14,25
Осадка по КВЛ T, м	3,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,888
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	5530
Скорость хода v, км/ч	20,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=100
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,260	0,342	0,470	0,559
Сопротивление $R_м$, Н	0,056	0,094	0,180	0,256

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.600	3.030	3.420	3.870	4.320	4.700
Сопротивление, кН	0	32.0	44.0	56.1	85.4	94.9	115.4

5.180	5.590								
143.0	169.7								

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 65

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	135
Ширина по КВЛ B,м	16,5
Осадка по КВЛ T, м	3,4
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,850
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	6040
Скорость хода v, км/ч	20,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=100
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,247	0,376	0,455	0,584
Сопротивление $R_м$, Н	0,056	0,123	0,180	0,294

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.000	2.470	2.920	3.260	3.760	4.150
Сопротивление, кН	0	20.5	32.5	44.0	56.7	75.6	95.1

4.550	5.000	5.440	5.840						
114.7	142.6	168.0	194.9						

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 66

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	112
Ширина по КВЛ B,м	15,0
Осадка по КВЛ T, м	3,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,754
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	4100
Скорость хода v, км/ч	22,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=75
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,430	0,547	0,718	0,920
Сопротивление $R_м$, Н	0,180	0,294	0,504	0,915

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.429	3.724	4.088	4.434	4.737	5.092
Сопротивление, кН	0	38.9	47.5	59.2	70.0	81.6	96.4

5.413	5.802	6.218	6.625	7.075	7.491	7.967			
111.6	129.1	145.9	171.0	203.0	242.8	285.4			

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 67

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	107
Ширина по КВЛ B,м	14,7
Осадка по КВЛ T, м	3,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,800
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	4100
Скорость хода v, км/ч	20,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=75
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,467	0,583	0,745	0,932
Сопротивление $R_м$, Н	0,219	0,342	0,581	1,058

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.681	4.044	4.391	4.694	5.049	5.369
Сопротивление, кН	0	49.5	61.5	72.6	84.5	99.6	115.1

5.698	6.062	6.452	6.824	7.275	7.621	8.071			
134.0	152.1	178.0	211.9	251.7	297.5	348.9			

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 68

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	120
Ширина по КВЛ B,м	17,0
Осадка по КВЛ T, м	2,8
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,780
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	5100
Скорость хода v, км/ч	19,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=100
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,378	0,475	0,619	0,750
Сопротивление $R_м$, Н	0,094	0,151	0,266	0,419

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.780	4.310	4.750	5.270	5.750	6.190
Сопротивление, кН	0	51.7	70.3	89.0	115.2	142.6	169.4

6.680	7.070	7.500							
204.3	240.3	285.8							

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 69

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	112
Ширина по КВЛ B,м	15,0
Осадка по КВЛ T, м	3,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,754
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	4100
Скорость хода v, км/ч	21,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=75
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,520	0,635	0,776	0,923
Сопротивление $R_м$, Н	0,256	0,39	0,581	0,915

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	4.200	4.503	4.850	5.162	5.499	5.846
Сопротивление, кН	0	57.8	69.1	80.0	95.5	110.3	128.6

6.175	6.720	7.067	7.491	7.993					
146.9	169.4	203.4	243.1	285.1					

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 70

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	116
Ширина по КВЛ B,м	15,0
Осадка по КВЛ T, м	3,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,766
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	4120
Скорость хода v, км/ч	19,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=75
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,480	0,594	0,705	0,916
Сопротивление $R_м$, Н	0,219	0,342	0,504	0,915

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	3.776	4.157	4.486	4.815	5.144	5.491
Сопротивление, кН	0	46.8	58.1	69.1	80.3	95.5	110.1

5.828	6.105	6.625	7.015	7.474	7.933				
128.5	147.7	170.8	203.9	242.9	285.8				

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 71

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	110,15
Ширина по КВЛ B,м	13,0
Осадка по КВЛ T, м	3,3
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,680
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	8770
Скорость хода v, км/ч	19,6
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=12,5
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,7	1,2	1,6	2,2
Сопротивление $R_м$, Н	12,95	33,84	58,86	151,27

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.732	2.425	3.118	3.464	3.811	4.157
Сопротивление, кН	0	11.9	22.1	34.3	41.7	51.3	59.3

4.503	4.850	5.196	5.543	5.889	6.235	6.928	7.621		
69.0	79.9	91.3	104.4	117.7	133.1	178.5	268.8		

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 72

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	121
Ширина по КВЛ B,м	14
Осадка по КВЛ T, м	3,8
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,842
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	4340
Скорость хода v, км/ч	21
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=50
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,345	0,602	0,815	0,960
Сопротивление $R_м$, Н	0,294	0,696	1,32	2,08

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.086	2.440	2.786	3.253	3.712	4.257
Сопротивление, кН	0	22.8	26.3	32.1	37.9	45.6	60.9

4.667	5.020	5.445	5.763	6.046	6.435	6.788			
74.5	88.4	104.0	121.8	142.1	173.0	204.1			

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 73

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	135
Ширина по КВЛ B,м	14,25
Осадка по КВЛ T, м	3,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,888
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	5530
Скорость хода v, км/ч	20,5
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=100
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,260	0,342	0,470	0,559
Сопротивление $R_м$, Н	0,056	0,094	0,180	0,256

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.600	3.030	3.420	3.870	4.320	4.700
Сопротивление, кН	0	32.0	44.0	56.1	85.4	94.9	115.4

5.180	5.590								
143.0	169.7								

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2__»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 74

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	135
Ширина по КВЛ B,м	16,5
Осадка по КВЛ T, м	3,2
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,88
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	6040
Скорость хода v, км/ч	20,0
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=100
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,247	0,376	0,455	0,584
Сопротивление $R_м$, Н	0,056	0,123	0,180	0,294

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	2.000	2.470	2.920	3.260	3.760	4.150
Сопротивление, кН	0	20.5	32.5	44.0	56.7	75.6	95.1

4.550	5.000	5.440	5.840						
114.7	142.6	168.0	194.9						

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_2___»__ноября _____2021 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 75

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	110,15
Ширина по КВЛ B,м	13,0
Осадка по КВЛ T, м	3,0
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,880
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	8770
Скорость хода v, км/ч	19,6
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=12,5
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,7	1,2	1,6	2,2
Сопротивление $R_м$, Н	12,95	33,84	58,86	151,27

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.732	2.425	3.118	3.464	3.811	4.157
Сопротивление, кН	0	11.9	22.1	34.3	41.7	51.3	59.3

4.503	4.850	5.196	5.543	5.889	6.235	6.928	7.621		
69.0	79.9	91.3	104.4	117.7	133.1	178.5	268.8		

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_20___»__октября_____2020 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Задание
на курсовой проект по дисциплине
«Теория и устройство судна»
студенту _____

Вариант № 76

1.Исходные данные по судну

Тип судна	Грузовое
Длина по КВЛ L,м	110,15
Ширина по КВЛ B,м	13,0
Осадка по КВЛ T, м	3,3
Коэффициент полноты водоизмещения δ	0,771
Водоизмещение объёмное V, $м^3$	8770
Скорость хода v, км/ч	19,6
Количество винтов *x*	2
Форма кормы	Обычная

2. Данные модельных испытаний

Модуль геометрического подобия λ=12,5
Температура воды в бассейне, ^{0}C, t =15

Результаты буксировочных испытаний

Скорость модели $v_м$, м/с	0,7	1,2	1,6	2,2
Сопротивление $R_м$, Н	12,95	33,84	58,86	151,27

Сопротивление движению судна

Скорость, м/с	0	1.732	2.425	3.118	3.464	3.811	4.157
Сопротивление, кН	0	11.9	22.1	34.3	41.7	51.3	59.3

4.503	4.850	5.196	5.543	5.889	6.235	6.928	7.621		
69.0	79.9	91.3	104.4	117.7	133.1	178.5	268.8		

Срок сдачи работы «____»_____20 г.
Дата выдачи задания «_20___»__октября_____2020 г.

Задание выдал _____Кузнецова_В.В._____

Вопросы к экзамену
по дисциплине «Теория и устройство судна»
для студентов ЗФО

специальность 26.05.06 – «Эксплуатация судовых энергетических установок»
специализация: «Техническое обслуживание и ремонт СЭУ»

Контролируемые компетенции и ИДК:
ОПК -2 – Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности
ПК-19 – Способен практически применять информацию об остойчивости, посадке и напряжениях, диаграммы и устройства для расчета напряжений в корпусе
ПК-20 – Способен обеспечить водонепроницаемость и предпринимать основные действия, в случае частичной потери плавучести в неповрежденном состоянии
ПК-34 – Способен планировать выполнение технического обслуживания, включая установленные законом проверки и проверки класса судна.

1. Классификация судов внутреннего и смешанного плавания.
2. Классификация морских судов.
3. Виды грузов, перевозимых на судах.
4. Навигационные качества судов.
5. Эксплуатационно-технические и экономические показатели судов.
6. Главные размерения и коэффициенты полноты.
7. Теоретический чертеж корпуса судна.
8. Форма обводов корпуса судна.
9. Архитектурно-конструктивные типы судов.
10. Условия равновесия плавающего судна.
11. Изменения средней осадки при приеме (снятии) малого груза.
12. Грузовой размер.
13. Грузовая марка.
14. Определение геометрических характеристик корпуса судна. Кривые элементов плавучести и начальной остойчивости.
15. Метод начальной остойчивости.
16. Изменение начальной остойчивости и посадки судна при перемещении груза.
17. Изменение начальной остойчивости и посадки судна при приеме (снятии) груза.
18. Влияние на остойчивость подвешенных и жидких грузов.
19. Остойчивость при больших углах крена.
20. Конструкция и терминология элементов корпуса судна.
21. Системы набора перекрытий и корпуса судна в целом.
22. Прочность корпуса судна.

23. Общесудовые и специальные системы.
24. Общесудовые устройства.
25. Основные составляющие сопротивления движению судна.
26. Сопротивление трения.
27. Остаточное сопротивление.
28. Влияние путевых условий на сопротивление движению судна.
29. Назначение и классификация судовых движителей.
30. Геометрические, кинематические и гидродинамические характеристики гребных винтов.
31. Взаимодействие гребного винта и корпуса судна, пропульсивный к.п.д. судна.
32. Движительный комплекс гребной винт – насадка.
33. Типы расчетов винтовых движителей. Этапы проектировочного расчета движителя.
34. Поверочные расчеты движителя. Характеристики винта и режимы работы ДВС, используемые при выполнении поверочных работ.
35. Ходовые характеристики судна и их использование для решения эксплуатационных задач.
36. Кавитация гребных винтов.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

ВОЛЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: 603950, г.Н.Новгород, Н-5,
ул.Нестерова, 5

Кафедра Проектирования и технологии постройки судов
_семестр 3 курса 20 /20 учебного года

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине Теория и устройство судна
специальность 26.05.06 ЭСЭУ
специализация ТОиРСЭУ

1. Классификация судов внутреннего и смешанного плавания.
2. Кавитация гребных винтов.

Зав. каф.,
д.т.н., проф. Роннов Е.П.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

ВОЛЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: 603950, г.Н.Новгород, Н-5,
ул.Нестерова, 5

Кафедра Проектирования и технологии постройки судов
_семестр 3 курса 20 /20 учебного года

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

по дисциплине Теория и устройство судна
специальность 26.05.06 ЭСЭУ
специализация ТОиРСЭУ

1. Классификация морских судов.
2. Ходовые характеристики судна и их использование.

Зав. каф.,
д.т.н., проф. Роннов Е.П.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

ВОЛЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: 603950, г.Н.Новгород, Н-5,
ул.Нестерова, 5

Кафедра Проектирования и технологии постройки судов
семестр 3 курса 20 /20 учебного года

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

по дисциплине Теория и устройство судна
специальность 26.05.06 ЭСЭУ
специализация ТОиРСЭУ

1. Виды грузов, перевозимых на судах.
2. Поверочные расчеты движителя. Характеристики винта и режимы работы ДВС, используемые при выполнении поверочных работ.

Зав. каф.,
д.т.н., проф. Роннов Е.П.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

ВОЛЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: 603950, г.Н.Новгород, Н-5,
ул.Нестерова, 5

Кафедра Проектирования и технологии постройки судов
семестр 3 курса 20 /20 учебного года

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

по дисциплине Теория и устройство судна
специальность 26.05.06 ЭСЭУ
специализация ТОиРСЭУ

1. Навигационные качества судов.
2. Типы расчетов винтовых движителей. Этапы проектировочного расчета движителя.

Зав. каф.,
д.т.н., проф. Роннов Е.П.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

ВОЛЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: 603950, г.Н.Новгород, Н-5,
ул.Нестерова, 5

Кафедра Проектирования и технологии постройки судов
семестр 3 курса 20 /20 учебного года

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

по дисциплине Теория и устройство судна
специальность 26.05.06 ЭСЭУ
специализация ТОиРСЭУ

1. Эксплуатационно-технические и экономические показатели судов.
2. Движительный комплекс гребной винт – насадка

Зав. каф.,
д.т.н., проф. Роннов Е.П.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

ВОЛЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: 603950, г.Н.Новгород, Н-5,
ул.Нестерова, 5

Кафедра Проектирования и технологии постройки судов
семестр 3 курса 20 /20 учебного года

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

по дисциплине Теория и устройство судна
специальность 26.05.06 ЭСЭУ
специализация ТОиРСЭУ

1. Главные размерения судна и коэффициенты полноты.
2. Взаимодействие гребного винта и корпуса судна, пропульсивный к.п.д. судна.

Зав. каф.,
д.т.н., проф. Роннов Е.П.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

ВОЛЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: 603950, г.Н.Новгород, Н-5,
ул.Нестерова, 5

Кафедра Проектирования и технологии постройки судов
семестр 3 курса 20 /20 учебного года

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

по дисциплине Теория и устройство судна
специальность 26.05.06 ЭСЭУ
специализация ТОиРСЭУ

1. Теоретический чертеж корпуса судна.
2. Геометрические, кинематические и гидродинамические характеристики гребных винтов.

Зав. каф.,
д.т.н., проф. Роннов Е.П.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

ВОЛЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: 603950, г.Н.Новгород, Н-5,
ул.Нестерова, 5

Кафедра Проектирования и технологии постройки судов
семестр 3 курса 20 /20 учебного года

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

по дисциплине Теория и устройство судна
специальность 26.05.06 ЭСЭУ
специализация ТОиРСЭУ

1. Форма обводов корпуса судна.
2. Назначение и классификация судовых движителей.

Зав. каф.,
д.т.н., проф. Роннов Е.П.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

ВОЛЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: 603950, г.Н.Новгород, Н-5,
ул.Нестерова, 5

Кафедра Проектирования и технологии постройки судов
семестр 3 курса 20 /20 учебного года

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

по дисциплине Теория и устройство судна
специальность 26.05.06 ЭСЭУ
специализация ТОиРСЭУ

1. Архитектурно-конструктивные типы судов.
2. Влияние путевых условий на сопротивление движению судна.

Зав. каф.,
д.т.н., проф. Роннов Е.П.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

ВОЛЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: 603950, г.Н.Новгород, Н-5,
ул.Нестерова, 5

Кафедра Проектирования и технологии постройки судов
семестр 3 курса 20 /20 учебного года

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10

по дисциплине Теория и устройство судна
специальность 26.05.06 ЭСЭУ
специализация ТОиРСЭУ

1. Условия равновесия плавающего судна.
2. Остаточное сопротивление.

Зав. каф.,
д.т.н., проф. Роннов Е.П.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

ВОЛЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: 603950, г.Н.Новгород, Н-5,
ул.Нестерова, 5

Кафедра Проектирования и технологии постройки судов
семестр 3 курса 20 /20 учебного года

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

по дисциплине Теория и устройство судна
специальность 26.05.06 ЭСЭУ
специализация ТОиРСЭУ

1. Изменения средней осадки при приеме (снятии) малого груза.
2. Сопротивление трения.

Зав. каф.,
д.т.н., проф. Роннов Е.П.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

ВОЛЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: 603950, г.Н.Новгород, Н-5,
ул.Нестерова, 5

Кафедра Проектирования и технологии постройки судов
семестр 3 курса 20 /20 учебного года

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12

по дисциплине Теория и устройство судна
специальность 26.05.06 ЭСЭУ
специализация ТОиРСЭУ

1. Грузовой размер.
2. Основные составляющие сопротивления движению судна.

Зав. каф.,
д.т.н., проф. Роннов Е.П.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

ВОЛЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: 603950, г.Н.Новгород, Н-5,
ул.Нестерова, 5

Кафедра Проектирования и технологии постройки судов
семестр 3 курса 20 /20 учебного года

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13

по дисциплине Теория и устройство судна
специальность 26.05.06 ЭСЭУ
специализация ТОиРСЭУ

1. Грузовая марка.

2. Общесудовые устройства.

Зав. каф.,
д.т.н., проф. Роннов Е.П.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

ВОЛЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: 603950, г.Н.Новгород, Н-5,
ул.Нестерова, 5

Кафедра Проектирования и технологии постройки судов
семестр 3 курса 20 /20 учебного года

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14

по дисциплине Теория и устройство судна
специальность 26.05.06 ЭСЭУ
специализация ТОиРСЭУ

1. Определение геометрических характеристик корпуса судна. Кривые элементов плавучести и начальной остойчивости.

2. Общесудовые и специальные системы.

Зав. каф.,
д.т.н., проф. Роннов Е.П.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

ВОЛЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: 603950, г.Н.Новгород, Н-5,
ул.Нестерова, 5

Кафедра Проектирования и технологии постройки судов
семестр 3 курса 20 /20 учебного года

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15

по дисциплине Теория и устройство судна
специальность 26.05.06 ЭСЭУ
специализация ТОиРСЭУ

1. Метод начальной остойчивости.
2. Прочность корпуса судна.

Зав. каф.,
д.т.н., проф. Роннов Е.П.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

ВОЛЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: 603950, г.Н.Новгород, Н-5,
ул.Нестерова, 5

Кафедра Проектирования и технологии постройки судов
семестр 3 курса 20 /20 учебного года

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16

по дисциплине Теория и устройство судна
специальность 26.05.06 ЭСЭУ
специализация ТОиРСЭУ

1. Изменение начальной остойчивости и посадки судна при перемещении груза.
2. Системы набора перекрытий и корпуса судна в целом.

Зав. каф.,
д.т.н., проф. Роннов Е.П.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

ВОЛЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: 603950, г.Н.Новгород, Н-5,
ул.Нестерова, 5

Кафедра Проектирования и технологии постройки судов
семестр 3 курса 20 /20 учебного года

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17

по дисциплине Теория и устройство судна
специальность 26.05.06 ЭСЭУ
специализация ТОиРСЭУ

1. Изменение начальной остойчивости и посадки судна при приеме (снятии) груза.
2. Конструкция и терминология элементов корпуса судна.

Зав. каф.,
д.т.н., проф. Роннов Е.П.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

ВОЛЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: 603950, г.Н.Новгород, Н-5,
ул.Нестерова, 5

Кафедра Проектирования и технологии постройки судов
семестр 3 курса 20 /20 учебного года

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18

по дисциплине Теория и устройство судна
специальность 26.05.06 ЭСЭУ
специализация ТОиРСЭУ

1. Влияние на остойчивость подвешенных и жидких грузов.
2. Остойчивость при больших углах крена.

Зав. каф.,
д.т.н., проф. Роннов Е.П.

Итоговое тестирование
Напр. подготовки 26.05.06 ЭСЭУ
Дисциплина: Теория и 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-19 – способен практически применять информацию об остойчивости, посадке и напряжениях, диаграммы и устройства для расчета напряжений в корпусе

I) Метацентрическая высота – это *(запишите цифру правильного ответа)*
1)расстояние между центром тяжести судна и центром величины
2)расстояние между метацентром и центром тяжести судна
3)расстояние между метацентром и центром величины

II) **Восстанавливающий момент при малых углах крена определяется по формуле** *(запишите цифру правильного ответа)*
1)$M_{в\theta}= G\cdot h\cdot \theta$
2)$M_{в\theta} = G\cdot h\cdot tg\theta$
3)$M_{в\theta} = D\cdot h\cdot \theta$

III) **Диаграмма статической остойчивости – это зависимость** *(запишите цифру правильного ответа)*
1)угла крена от времени
2)плеча статической остойчивости $l(\theta)$ или восстанавливающего момента $M_{в\theta}$ от угла крена
3)метацентрической высоты от угла крена

IV) **При вертикальном переносе груза вверх** *(запишите цифру правильного ответа)*
1)метацентрическая высота увеличивается
2)метацентрическая высота уменьшается
3)метацентрическая высота не изменяется

V) **Свободная поверхность жидкого груза в цистерне влияет на остойчивость следующим образом** *(запишите цифру правильного ответа)*
1)повышает остойчивость независимо от площади поверхности
2)снижает остойчивость, причём влияние зависит только от площади свободной поверхности и не зависит от массы груза
3)не влияет на 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) К элементам теоретического чертежа, необходимым для расчёта остойчивости, относятся *(Перечислите названия величин, не менее 3-х)*

_____

VIII) Запишите условие отсутствия изменения метацентрической высоты при приёме малого груза *(запишите математическую или словесную формулировку)*

_____

IX) *Прочитайте вопрос и запишите развернутый обоснованный ответ*
Для чего используется диаграмма статической остойчивости (ДСО) и какие характерные точки на ней определяют безопасность судна?

_____

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-20 – Способен обеспечить водонепроницаемость и предпринимать основные действия, в случае частичной потери плавучести в неповрежденном состоянии

VI) Фальшборт на судне предназначен для *(запишите цифру правильного ответа)*
1)увеличения грузоподъёмности
2)защиты палубы от заливания водой и надстроек (рубок) от ударов волн
3)крепления грузов

II) Водонепроницаемая переборка – это *(запишите цифру правильного ответа)*
1)переборка, предназначенная для увеличения прочности корпуса
2)переборка, препятствующая проникновению воды из одного отсека в другой
3)переборка, отделяющая жилые помещения от машинного отделения

III) Крайний носовой водонепроницаемый отсек называется *(запишите цифру правильного ответа)*
1)ахтерпик
2)коффердам
3)форпик

IV) Коффердам – это (*запишите цифру правильного ответа*)
1)отсек для хранения топлива
2)узкий пустой отсек между цистерной и жилым помещением или грузовым трюмом
3)отсек для балластной воды

V) При затоплении одного из отсеков судно *(запишите цифру правильного ответа)*
1)не меняет своей осадки
2)теряет плавучесть полностью
3)должно сохранять безопасную посадку и аварийную остойчивость

VI) Установите соответствие между названием отсека и его расположением на судне *(запишите выбранные цифры соответствующие буквам А-?, Б-?, В-?)*

А) Форпик	1) Отсек в средней части судна для размещения главных двигателей
Б) Ахтерпик	2) Крайний носовой отсек
В) Машинное отделение	3) Крайний кормовой отсек

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

_____

VIII) Охарактеризуйте изменение осадки при переходе судна из воды с одной плотностью, в воду с другой плотностью
(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)

Компетенции:
ПК-34 – Способен планировать выполнение технического обслуживания, включая установленные законом проверки и проверки класса судна

I) Основным символом класса судна, построенного по правилам Российского морского регистра судоходства, является *(запишите цифру правильного ответа)*
1)звездочка, вписанная в окружность, с буквами КМ – для самоходного и К – для несамоходного судна
2)треугольник с буквой Р
3)квадрат с буквой М

II) Цифра, заключенная в квадрат в символе класса судна, указывает на *(запишите цифру правильного ответа)*
1)максимальную скорость судна
2)год постройки судна
3)затопление какого количества отсеков выдерживает судно (степень обеспечения непотопляемости)

III) Обозначение «Ice» в формуле класса относится к *(запишите цифру правильного ответа)*
1)категория ледовых усилений
2)обозначение автоматизации судовой энергетической установки
3)обозначение противопожарной защиты

IV) Знак автоматизации СЭУ А2 означает *(запишите цифру правильного ответа)*
1)отсутствие автоматизации
2)возможность работы судна без несения постоянной вахты в машинном отделении
3)автоматизацию только рулевого устройства

V) Периодичность освидетельствования судна Российским морским регистром судоходства для подтверждения класса обычно составляет *(запишите цифру правильного ответа)*
1)1 год
2)5 лет
3)10 лет

VI) Установите соответствие между классом судна внутреннего плавания в соответствии с Правилами Российского Классификационного Общества (ранее-РРР) и максимальной высотой волны, на которую рассчитано судно *(запишите выбранные цифры соответствующие буквам А-?, Б-?, В-?)*

А) Класс «М»	1) высота волны до 3 м
Б) Класс «О»	2) высота волны до 1,2 м
В) Класс «Р»	3) высота волны до 2 м

VII) Какие основные виды освидетельствований судов проводит Российское классификационное общество (Российский речной регистр) в течение срока службы судна? *(перечислите не менее трёх видов)* _____

VIII) Определение количества тонн на 1 см осадки (q), для чего этот параметр используется при планировании грузовых операций *(запишите математическую или словесную формулировку)* _____

IX) *Прочитайте вопрос и запишите развернутый обоснованный ответ*
Для чего на судне наносится грузовая марка? Какие требования к её нанесению и устанавливаются Правилами Регистра?
Какие основные виды освидетельствований судов проводит Российское классификационное общество (Российский речной регистр) в течение срока службы судна? Укажите их примерную периодичность. _____

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