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

КОЛЛЕДЖ

УТВЕРЖДАЮ
Директор колледжа
_____ О.В. Жижикина
«29» 01 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА

МДК.02.01 «Конструкторская подготовка производства в судостроительной организации»

специальности:
26.02.02 «Судостроение»

Петропавловск-Камчатский,
2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ 3
1.1 Область применения рабочей программы 3
1.2. Место междисциплинарного курса в структуре программы подготовки специалистов среднего звена 3
1.3. Цели и задачи междисциплинарного курса – требования к результатам освоения междисциплинарного курса 3
2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА 6
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА 7
3.1. Объем междисциплинарного курса и виды учебной работы: 7
3.2. Тематический план и содержание междисциплинарного курса 7
Раздел 1 Прочность судна (МДК.02.01.Р1) 7
Раздел 2 Судостроительное черчение (МДК.02.01.Р2) 9
Раздел 3 Основы проектирования и конструирования корпуса судна (МДК.02.01.Р3) 11
3.3. Перечень контрольных вопросов междисциплинарного курса 12
4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА 16
4.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению 16
4.2. Информационное обеспечение обучения 16
5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА 18
6. ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ 20
Приложение А Фонд оценочных средств МДК.02.01 Р1 22
Приложение Б Фонд оценочных средств МДК.02.01 Р2 33
Приложение В Фонд оценочных средств МДК.02.01 Р3 49

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ МДК.02.01 «Конструкторская подготовка производства в судостроительной организации»

1.1 Область применения рабочей программы

Рабочая программа междисциплинарного курса является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС СПО по специальности 26.02.02 «Судостроение».

Рабочая программа междисциплинарного курса «Конструкторская подготовка производства в судостроительной организации» может быть использована в дополнительном профессиональном образовании (в программах повышения квалификации и переподготовки) и профессиональной подготовке, при освоении рабочей профессии в рамках специальности 26.02.02 «Судостроение» при наличии среднего (полного) общего образования или начального профессионального образования.

1.2. Место междисциплинарного курса в структуре программы подготовки специалистов среднего звена

Рабочая программа междисциплинарного курса МДК.02.01 «Конструкторская подготовка производства в судостроительной организации» относится к ПМ.02 «Подготовка конструкторской документации по типовым методикам и инструкциям».

1.3. Цели и задачи междисциплинарного курса – требования к результатам освоения междисциплинарного курса

Цель междисциплинарного курса «Конструкторская подготовка производства в судостроительной организации» заключается в формировании у студентов профессиональных компетенций, необходимых для квалифицированной подготовки конструкторской документации и обеспечения эффективной конструкторской подготовки производства в судостроительной отрасли..

Основные задачи курса:

1. Формирование знаний: изучение теоретических основ конструкторского дела в судостроении, ознакомление с типовыми методиками и инструкциями подготовки конструкторской документации.
2. Развитие навыков: развитие навыков проектирования и разработки конструкторской документации для судостроительных организаций, формирование опыта в составлении чертежей, спецификаций и прочих конструкторских документов.
3. Практическое освоение: практическое освоение современных компьютерных систем проектирования (САПР) и программного обеспечения для подготовки конструкторской документации, приобретение навыков выполнения типовых конструкторских расчетов и анализа конструкций.
4. Повышение профессиональной культуры: формирование у студентов готовности соблюдать государственные стандарты и нормы проектирования в судостроении, воспитание бережливого отношения к ресурсам и ответственному подходу к выполнению должностных обязанностей.
5. Интеграция знаний: комплексное усвоение знаний и навыков, связывающих теорию проектирования с практикой судостроительного производства, обеспечение преемственности знаний и интеграции компетенций в рамках профессиональной образовательной программы.

В результате изучения междисциплинарного курса обучающийся должен:

иметь практический опыт:

– исполнения по типовым методикам теоретических расчетов под руководством ответственного исполнителя

– оформления результатов теоретических расчетов

– выполнения технических расчетов и расчетов экономической эффективности в соответствии с типовыми расчетами, программами и методиками

– исполнения технических решений по проектированию деталей, узлов, конструкций с использованием средств автоматизации проектирования по отработанным прототипа

– подбора типовой документации для разработки рабочей конструкторской и эксплуатационной документации

– исполнения рабочей конструкторской документации под руководством ответственного исполнителя

– выполнения необходимых изменений в чертежах сборочных единиц и деталей, схемах механизмов, монтажных чертежах по эскизным документам или с натуры под руководством ответственного исполнителя

– деталировки сборочных чертежей под руководством ответственного исполнителя

– исполнения корректировки по замечаниям о несоответствии элементов чертежей в конструкторской документации под руководством ответственного исполнителя.

уметь:

– распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части

– определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы

– выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы

– владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах

– оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)

– определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации

– выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска

– оценивать практическую значимость результатов поиска

– применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач

– использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности

– использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач

– определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности

– применять современную научную профессиональную терминологию

– определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования

– выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи

– определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности, выявлять источники финансирования

– презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности

– определять источники достоверной правовой информации

– составлять различные правовые документы

– находить интересные проектные идеи, грамотно их формулировать и документировать

– оценивать жизнеспособность проектной идеи, составлять план проекта

– организовывать работу коллектива и команды

– взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности

– грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке

– проявлять толерантность в рабочем коллективе

– определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности

– по специальности, осуществлять работу с соблюдением принципов бережливого производства

– организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона

– понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы

– участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы

– строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности

– кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые)

– писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы

– пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации

– использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов

– интерпретировать данные контрольно-измерительных приборов

– использовать типовые методики для теоретических расчетов

– выполнять деталировку сборочных чертежей

– корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации проектирования (далее - САПР) и других специальных программ

знать:

– актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить

– структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях

– основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте

– методы работы в профессиональной и смежных сферах

– порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности

– номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности

– приемы структурирования информации

– формат оформления результатов поиска информации

– современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и

– программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства

– содержание актуальной нормативно-правовой документации

– современная научная и профессиональная терминология

– возможные траектории профессионального развития и самообразования

– основы предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности

– правила разработки презентации

– основные этапы разработки и реализации проекта

– психологические основы деятельности коллектива

– психологические особенности личности

– правила оформления документов

– правила построения устных сообщений

– основные ресурсы, задействованные в профессиональной деятельности

– пути обеспечения ресурсосбережения

– правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы

– основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика)

– лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности

– особенности произношения

– правила чтения текстов профессиональной направленности;

– основные методы программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения

– характеристики применяемых в конструируемых изделиях материалов

– основы проведения патентных исследований

– методы и средства выполнения технических расчетов, вычислительных и графических работ

– порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения расчетов, подготовки документации в текстовом и числовом виде, поиска и хранения информации

– технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям, принципы их работы, условия монтажа и технической эксплуатации

– стандарты, технические условия и руководящие материалы на разрабатываемую техническую документацию, порядок ее оформления

– технические регламенты, стандарты организации, регулирующие оформление проектно-конструкторской документации

– порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения подготовки документации в текстовом и графическом виде, поиска и хранения информации.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА

Изучение междисциплинарного курса способствует формированию следующих общих и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС СПО:

Код	Наименование результата обучения
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 03	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях;
ОК 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста
ОК 07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях
ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
ПК 2.1	Осуществлять подготовку и оформление проектно-конструкторской документации для изготовления деталей узлов, секций корпусов.
ПК 2.2	Осуществлять подготовку и оформление проектно-конструкторской документации для изготовления деталей узлов, секций корпусов.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА

3.1. Объем междисциплинарного курса и виды учебной работы:

Вид учебной работы	Объем часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	406
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	362
в том числе:	
лекции	162
практические занятия	154
лабораторные работы	–
консультации	6
Курсовое проектирование	40
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	16
Промежуточная аттестация	12
Итоговая аттестация 4 семестр – дифференцированный зачет (Раздел 1) зачет (Раздел 2) 5 семестр – дифференцированный зачет (Раздел 2) 6 семестр экзамен (Раздел 3) 7 семестр экзамен (Раздел 3)	

3.2. Тематический план и содержание междисциплинарного курса МДК.02.01 «Конструкторская подготовка производства в судостроительной организации»

Раздел 1 Прочность судна (МДК.02.01.Р1)				
Наименование разделов и тем	**Содержание учебного материала, практические занятия, самостоятельная работа обучающихся**		**Объем часов**	**ПК/ОК**
4 семестр				
Тема 1.1 Проектирование судов, судовых перекрытий и узлов корпуса судна	**Лекции**		12	ОК 01
	1	Введение. Основы расчетного проектирования судов и кораблей		
	2	Внешние нагрузки и работа корпусных конструкций		
	3	Нормы прочности морских судов по Правилам Регистра и нормирование прочности перекрытий и конструкций		
	4	Нормирование местной прочности корпуса судовых перекрытий		
	5	Основы проектирования судовых перекрытий, конструкций и узлов судового корпуса		
	6	Проектирование и расчет геометрических характеристик составных частей балок набора корпуса		
	Практическое занятие 1		2	ПК 2.2
	Определение допускаемых напряжений в перекрытиях и конструкциях			
	Практическое занятие 2		2	ПК 2.2
	Проектирование составных частей балок корпуса и определение их характеристик табличным способом			
Тема 1.2 Основы строительной механики судна	**Лекции**		30	ОК 02 ОК 03
	1	Понятие об упругом теле и упругих системах и их свойствах. Статические и динамические задачи теории упругости. Обобщенный закон Гука		
	2	Потенциальная энергия упругого тела. Понятие о теориях прочности		
	3	Строительная механика корабля – наука о прочности судов		
	4	Теория изгиба судовых конструкций. Изгиб статически определимых балок		
	5	Изгиб статически неопределимых однопролетных балок. Применение метода наложения для статически неопределимых однопролетных балок. Построение эпюр перерезывающих сил и изгибающих		

		моментов для статически неопределимых однопролетных балок.		
	6	Примеры неразрезных многопролетных балок набора перекрытий корпуса. Расчет многопролетных неразрезных балок с помощью теоремы трех моментов		
	7	Построение эпюр перерезывающих сил и изгибающих моментов для неразрезных многопролетных балок		
	8	Классификация рам судового корпуса. Построение эпюр перерезывающих сил и изгибающих моментов для рам		
	9	Идеализация перекрытий в виде системы балок		
	10	Устойчивость стержневых систем		
	11	Классификация пластин судового корпуса		
	12	Понятие об эйлеровых напряжениях		
	13	Внешние, статические и динамические силы, вызывающие общий продольный изгиб корпуса судна на тихой воде и на волне		
	14	Виды деформаций корпуса при продольном изгибе		
	15	Разбивка сил веса на 20 теоретических шпаций. Построение кривой нагрузки		
	16	Понятие об эквивалентном брусе. Расчет эквивалентного бруса в первом приближении		
	17	Основы расчетов по методу предельных нагрузок		
	Практическое занятие 3		2	ПК 2.1
	Определение с помощью таблиц элементов изгиба однопролетных статически определимых балок			
	Практическое занятие 4		2	ПК 2.2
	Раскрытие статической неопределимости однопролетных статически неопределимых балок			
	Практическое занятие 5		2	ПК 2.1
	Раскрытие статической неопределимости многопролетных балок при помощи теоремы трех моментов			
	Практическое занятие 6		2	ПК 2.1
	Расчеты прочности простых рам с неподвижными узлами			
	Практическое занятие 7		2	ПК 2.1
	Расчет перекрытия методом приравнивания стрелок прогиба в узлах пересечения балок главного направления и перекрестных связей			
	Практическое занятие 8		2	ПК 2.1
	Расчеты судовых корпусных конструкций: пиллерсов, стоек переборок и балок на устойчивость			
	Практическое занятие 9		2	ПК 2.1
	Расчет абсолютно жестких пластин на изгиб и устойчивость по приближенным формулам, графикам			
	Практическое занятие 10		2	ПК 2.1
	Расчет пластин конечной жесткости на изгиб и устойчивость по приближенным формулам, графикам			
	Практическое занятие 11		2	ПК 2.1
	Расчет эквивалентного бруса в первом приближении			
	Практическое занятие 12		2	ПК 2.2
	Построение кривой нагрузки			
Тема 1.3. Расчеты местной прочности судовых перекрытий	**Лекции**		8	ОК 01
	1	Расчеты местной прочности днищевого перекрытия		
	2	Расчеты местной прочности бортового перекрытия		
	3	Расчеты местной прочности палубного перекрытия		
	4	Расчеты местной прочности водонепроницаемых переборок		
	Практическое занятие 13		2	ПК 2.1
	Расчет местной прочности связей днища			
	Практическое занятие 14		2	ПК 2.1
	Расчет местной прочности связей борта			
	Практическое занятие 15		4	ПК 2.1
	Расчет местной прочности связей палуб			
	Практическое занятие 16		4	ПК 2.1
	Расчет местной прочности водонепроницаемых переборок			
Тема 1.4.	**Лекции**		6	ОК 07 ОК 05
	1	Свободные и вынужденные колебания и их параметры. Явления		

Экспериментальная оценка прочности судов. Общая и местная вибрация		резонанса		
	2	Различные виды вибрации судна, корпусных конструкций. Расчеты местной и общей вибрации		
	3	Экспериментальные методы определения напряжений и деформаций в судовом корпусе		
Самостоятельная работа 1. Работа с нормативной, учебной и специальной технической литературой 2. Подготовка к практическим занятиям; оформление результатов практических занятий 3. Вычерчивание эскизов деталей.			4	
Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет			–	
ИТОГО (МДК.02.01.Р1)			**96**	

Раздел 2 Судостроительное черчение (МДК.02.01.Р2)

Наименование разделов и тем	**Содержание учебного материала, практические занятия, самостоятельная работа обучающихся**		**Объем часов**	**ПК/ОК**
	4 семестр			
Тема 2.1. Конструкторские документы в судостроении	**Лекции**		8	ОК 01
	1	Классификация конструкторских документов и стадии их разработки. Виды конструкторских документов		
	2	Правила выполнения судостроительных чертежей: форматы, масштабы. Правила выполнения судостроительных чертежей: изображения – виды, сечения, разрезы		
	3	Правила выполнения судостроительных чертежей: технические требования, таблицы и надписи Обозначение позиций деталей		
	4	Правила выполнения судостроительных чертежей: типовые конструкции, выносные элементы, спецификация		
	5	Условные обозначения на судостроительных чертежах: буквенные обозначения, обозначения прокатного металла, обозначения конструктивных элементов металлического корпуса. Условные обозначения швов сварных соединений		
	6	Правила нанесения размеров на чертежах судовых корпусных конструкций. Базовые плоскости. Теоретические линии корпусных конструкций. Обозначение позиций деталей.		
	Практическая работа 1		2	ПК 2.2
	Расшифровка условных обозначений на чертежах. Расшифровка условных обозначений швов сварных соединений на чертежах			
	Практическая работа 2		2	ПК 2.2
	Определение расположения теоретических линий на корпусных конструкциях			
Тема 2.2. Теоретический чертеж корпуса судна	**Лекции**		8	ОК 03 ОК 09 ОК 04
	1	Исходные данные для построения теоретического чертежа. Выбор масштаба. Сетка теоретического чертежа		
	2	Последовательность построения контуров проекций корпуса судна		
	3	Последовательность построения ватерлиний на проекции «полуширота»		
	4	Последовательность построения батоксов на проекции «бок»		
	5	Последовательность построения шпангоутов на проекции «корпус»		
	6	Согласование проекций и правила оформления теоретического чертежа		
	Практическая работа 3		2	ПК 2.2
	Построение сетки теоретического чертежа			
	Практическая работа 4		2	ПК 2.2
	Вычерчивание контуров корпуса судна на проекции «бок»			
	Практическая работа 5		2	ПК 2.2
	Вычерчивание контуров корпуса судна на проекции «полуширота»			
	Практическая работа 6		2	ПК 2.2
	Вычерчивание контуров корпуса судна на проекции «корпус»			
	Практическая работа 7		2	ПК 2.2

	Вычерчивание ватерлиний на проекции «полуширота»			
	Практическая работа 8		2	ПК 2.2
	Вычерчивание батоксов на проекции «бок»			
	Практическая работа 9		2	ПК 2.2
	Вычерчивание шпангоутов на проекции «корпус»			
	Практическая работа 10		2	ПК 2.2
	Оформление теоретического чертежа			
Тема 2.3. Сборочные чертежи судовых корпусных конструкций	**Лекции**		8	ОК 01 ОК 03
	1	Общие положения. Правила чтения судостроительных чертежей		
	2	Изображение профильного проката на чертежах. Обозначение позиций деталей, сварных швов в графическом редакторе Узлы судовых корпусных конструкций (вырезы под полособульбы, голубницы, обрезка на ус, притупление кромок, срезы, фланцы на кницах)		
	3	Правила выполнения деталировки сборочного чертежа Правила выполнения спецификации к сборочному чертежу		
	4	Фундаменты судовых корпусных конструкций		
	5	Бортовые секции. Изучение чертежа бортовой секции Днищевые секции. Изучение чертежа днищевой секции		
	6	Палубы и платформы. Поперечные и продольные переборки Изучение чертежа плоскостной секции.		
	Практическая работа 11		2	ПК 2.2
	Вычерчивание профильного проката			
	Практическая работа 12		2	ПК 2.2
	Вычерчивание узла соединения листа с профильным прокатом (полособульбом или уголком)			
	Практическая работа 13		2	ПК 2.2
	Чтение чертежей узлов судовых корпусных конструкций. Вычерчивание узла корпусной конструкции. Деталировка узла корпусной конструкции			
	Практическая работа 14		2	ПК 2.2
	Составление спецификации к узлу корпусной конструкции			
	Практическая работа 15		2	ПК 2.2
	Чтение чертежа днищевой секции			
	Практическая работа 16		2	ПК 2.2
	Чтение чертежа бортовой секции, секции палубы / платформы			
	Практическая работа 17		2	ПК 2.2
	Вычерчивание чертежа объемной секции. Составление спецификации к чертежу объемной секции			
	Практическая работа 18		2	ПК 2.2
	Выполнение чертежа фундамента			
	Практическая работа 19		2	ПК 2.2
	Чтение чертежа секции поперечной / продольной переборки			
	Практическая работа 20		2	ПК 2.2
	Вычерчивание чертежа плоскостной секции. Составление спецификации к чертежу плоскостной секции			
Промежуточная аттестация – зачет				
5 семестр				
Тема 2.4. Конструктивные чертежи корпуса судна	**Лекции**		10	ОК 02 ОК 09 ОК 03
	1	Конструктивный чертеж мидель-шпангоута. Правила вычерчивания мидель-шпангоута		
	2	Конструктивный продольный разрез. Растяжка наружной обшивки		
	3	Конструктивные чертежи основных корпусных конструкций		
	4	Конструктивные чертежи оконечностей		
	5	Схемы разбивки корпуса судна на секции и блоки		
	Практическое занятие 21		6	ПК 2.2
	Чтение чертежа мидель-шпангоута			
	Практическое занятие 22		6	ПК 2.2
	Вычерчивание мидель-шпангоута			
	Практическое занятие 23		6	ПК 2.2
	Нанесение надписей на чертеже мидель-шпангоута			
	Практическое занятие 24		6	ПК 2.2
	Нанесение бортового набора на чертеже продольного разреза корпуса			

	Практическое занятие 25		6	ПК 2.2
	Чтение чертежа растяжки наружной обшивки			
	Практическое занятие 26		6	ПК 2.2
	Нанесение днищевого набора на плане второго дна			
Тема 2.5. Чертежи общего расположения	**Лекции**		4	ОК 09
	1	Чертежи общего расположения судна. Чертежи расположения оборудования		
	Практическое занятие 27		4	ПК 2.2
	Определение местоположений помещений на судне по чертежу общего расположения			
	Практическое занятие 28		4	ПК 2.2
	Определение местоположений механизмов и оборудования на судне по чертежу расположения оборудования			
Тема 2.6. Принципиальные схемы и монтажные чертежи узлов судовых систем и трубопроводов	**Лекции**		10	ОК 01 ОК 02
	1	Чертежи и техническая документация судовых систем и трубопроводов		
	2	Общие методические указания по чтению и выполнению принципиальных схем судовых систем и трубопроводов. Чтение и выполнение принципиальных схем судовых систем и трубопроводов		
Самостоятельная работа 1. Работа с нормативной, учебной и специальной технической литературой 2. Подготовка к практическим занятиям; оформление результатов практических занятий 3. Вычерчивание эскизов деталей из профильного проката. 4. Оформление практических работ			12	
Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет			–	
ВСЕГО (МДК.02.01.Р2)			**144**	

Раздел 3 Основы проектирования и конструирования корпуса судна (МДК.02.01.Р3)

Наименование разделов и тем	**Содержание учебного материала, практические занятия, самостоятельная работа обучающихся**		**Объем часов**	**ПК/ОК**
6 семестр				
Тема 3.1. Конструирование корпуса судна по «Правилам Российского Морского Регистра Судоходства (РМРС)»	**Лекции**		14	ОК 01 ОК 02
	1	Основные положения Правил классификации и постройки морских судов, Российского речного регистра. Системы набора перекрытий. Выбор системы набора перекрытия. Шпация. Размеры шпации		
	2	Требования к судокорпусным сталям. Категории сталей. Ограничения Правил Регистра по выбору материала. Снижение металлоемкости конструкций. Учет коррозии. Расчетные характеристики материала		
	3	Внешние нагрузки, действующие на корпус судна		
	Практическое занятие 1		4	ПК 2.2
	Описание основных характеристик судна. Выбор и обоснование категории марки судостроительной стали			
	Практическое занятие 2		4	ПК 2.2
	Определение нормальной шпации и деление судна на отсеки			
Тема 3.2. Проектирование и конструирование днищевой секции	**Лекции**		16	ОК 05 ОК 09
	1	Расчетные нагрузки на днище. Местная прочность двойного дна		
	2	Проектирование наружной обшивки днища. Определение и назначение наружной обшивки и настила второго дна. Нагрузка на наружную обшивку днища. Нагрузка на настил второго дна.		
	3	Толщина наружной обшивки днища. Поясья наружной обшивки и настила второго дна. Утолщенные поясья. Соединение листов обшивки. Балки набора.		
	Практическое занятие 3		4	ПК 2.1
	Определение нагрузки на днищевое перекрытие			
	Практическое занятие 4		4	ПК 2.1
	Определение толщины наружной обшивки днища, настила второго дна и размеров утолщённых поясьев			

	Практическое занятие 5		4	ПК 2.1
	Определение размеров связей днищевого перекрытия по «Правилам…» Регистра			
Самостоятельная работа 1. Работа со словарями, справочниками, нормативными документами 2. Составление опорного конспекта по заданным условиям 3. Подготовка информационных сообщений. 4. Подготовка докладов и рефератов.			10	ОК 02
Консультация			4	
Промежуточная аттестация – экзамен			6	
7 семестр				
Тема 3.3. Проектирование и конструирование бортовой секции	**Лекции**		10	ОК 02
	1	Расчетные нагрузки на бортовое перекрытие		
	2	Проектирование наружной обшивки борта. Система набора и шпации. Размеры бортовых балок		
	Практическое занятие 6		2	ПК 2.1 ПК 2.1
	Определение нагрузки на бортовое перекрытие			
	Практическое занятие 7		2	
	Определение толщины обшивки наружного и внутреннего бортов и размеров утолщённых поясьев			
	Практическое занятие 8		2	ПК 2.1
	Определение размеров связей бортового перекрытия по «Правилам…» Регистра			
Тема 3.4. Проектирование и конструирование палубной секции	**Лекции**		10	ОК 02
	1	Нагрузки, действующие на палубные перекрытия		
	2	Настил палубы. Определение размеров элементов палубных перекрытий		
	Практическое занятие 9		2	ПК 2.1
	Определение нагрузки на палубное перекрытие			
	Практическое занятие 10		2	ПК 2.1
	Определение толщины настила палубы и размеров утолщённых поясьев			
	Практическое занятие 11		2	ПК 2.1
	Определение размеров связей палубного перекрытия по «Правилам…» Регистра			
Тема 3.5. Проектирование и конструирование секций переборок	**Лекции**		8	ОК 02
	1	Нагрузки, действующие на переборки корпуса судна.		
	2	Проектирование переборок и полупереборок		
	Практическое занятие 12		2	ПК 2.1
	Определение нагрузки на поперечную переборку и толщины обшивки поперечной переборки. Определение размеров связей поперечной переборки по «Правилам…» Регистра			
Самостоятельная работа 1. Работа со словарями, справочниками, нормативными документами 2. Составление опорного конспекта по заданным условиям 3. Подготовка информационных сообщений. 4. Подготовка докладов и рефератов.			6	
Курсовое проектирование			40	
Консультация			2	
Промежуточная аттестация – экзамен			6	
ВСЕГО (МДК.02.01.Р3)			**166**	

3.3. Перечень контрольных вопросов междисциплинарного курса

Раздел 1. Прочность судна

1. Определение прочности корпуса судна.
2. Внешние нагрузки, воздействующие на корпус судна.

3. Принципы расчета общей прочности судна.
4. Понятие местного сопротивления корпуса судна.
5. Расчет общей прочности корпуса судна.
6. Расчет местной прочности днищевого перекрытия.
7. Расчет местной прочности бортового перекрытия.
8. Расчет местной прочности палубного перекрытия.
9. Определение местной прочности водонепроницаемых переборок.
10. Понятие о деформациях корпуса судна при продольном изгибе.
11. Факторы, влияющие на общую прочность судна.
12. Нормирование прочности судовых конструкций по Правилам Регистра.
13. Особенности расчета прочности корпусных конструкций.
14. Основные требования к прочности судовых конструкций.
15. Методы расчета прочности корпуса судна.
16. Основные положения теории упругости и её применение в судостроении.
17. Закон Гука и его значение в расчетах прочности судна.
18. Энергия упругого тела и её влияние на прочность судна.
19. Расчет напряжения и деформации в судовых конструкциях.
20. Эпюры перерезывающих сил и изгибающих моментов.
21. Основные понятия строительной механики судна.
22. Изгиб статически определимых балок корпуса судна.
23. Изгиб статически неопределимых однопролетных балок.
24. Применение метода наложения для расчета статически неопределимых балок.
25. Теорема трех моментов и её использование в судостроении.
26. Построение эпюр перерезывающих сил и изгибающих моментов для многопролетных балок.
27. Пластины судового корпуса и их классификация.
28. Эйлеровы напряжения и их значение в судостроении.
29. Деформации корпуса судна на тихой воде и на волне.
30. Виды деформаций корпуса судна при продольном изгибе.
31. Разбиение сил веса на теоретические шпации.
32. Понятие эквивалентного бруса и его расчет.
33. Метод предельных нагрузок и его применение в судостроении.
34. Определение допускаемых напряжений в судовых конструкциях.
35. Геометрические характеристики балок набора корпуса судна.
36. Понятие и расчет общей прочности судна.
37. Понятие и расчет местной прочности судна.
38. Экспериментальные методы оценки прочности судна.
39. Явления свободных и вынужденных колебаний судна.
40. Расчет вибрации судовых конструкций.
41. Экспериментальные методы определения напряжений и деформаций.
42. Внешние нагрузки, влияющие на прочность судна.
43. Работы, предусмотренные Правилами Регистра для обеспечения прочности судна.
44. Методы расчета общей и местной прочности судна.
45. Принципы выбора марочных судостроительных сталей.
46. Методы повышения прочности корпусных конструкций.
47. Расчет прочности корпусных конструкций по общепринятым методикам.
48. Принципы определения допускаемых напряжений в судовых конструкциях.
49. Принципы расчета прочности палубных секций судна.
50. Экспериментальные исследования прочности судовых конструкций.

Раздел 2. Судостроительное черчение

1. Классификация конструкторских документов в судостроении.
2. Стадии разработки конструкторских документов.
3. Виды конструкторских документов в судостроении.
4. Форматы и масштабы судостроительных чертежей.

5. Правила выполнения изображений на судостроительных чертежах.
6. Правила выполнения технических требований на чертежах.
7. Обозначение позиций деталей на судостроительных чертежах.
8. Условные обозначения прокатного металла на чертежах.
9. Условные обозначения конструктивных элементов металлического корпуса.
10. Условные обозначения швов сварных соединений на чертежах.
11. Правила нанесения размеров на чертежах судовых корпусных конструкций.
12. Понятие базовой плоскости и теоретических линий корпусных конструкций.
13. Исходные данные для построения теоретического чертежа корпуса судна.
14. Выбор масштаба при построении теоретического чертежа.
15. Построение сетки теоретического чертежа.
16. Последовательность построения контуров проекций корпуса судна.
17. Построение ватерлиний на проекции «полуширота».
18. Построение батоксов на проекции «бок».
19. Построение шпангоутов на проекции «корпус».
20. Согласование проекций и оформление теоретического чертежа.
21. Изображение профильного проката на чертежах.
22. Обозначение позиций деталей и сварных швов на чертежах.
23. Правила выполнения деталировки сборочного чертежа.
24. Правила выполнения спецификации к сборочному чертежу.
25. Конструктивные чертежи фундаментов судовых корпусных конструкций.
26. Чтение чертежа бортовой секции.
27. Чтение чертежа днищевой секции.
28. Чтение чертежа палубы и платформы.
29. Чтение чертежа поперечных и продольных переборок.
30. Правила вычерчивания мидель-шпангоута.
31. Конструктивный продольный разрез корпуса судна.
32. Растяжка наружной обшивки корпуса судна.
33. Конструктивные чертежи основных корпусных конструкций.
34. Конструктивные чертежи оконечностей судна.
35. Схемы разбивки корпуса судна на секции и блоки.
36. Чтение чертежа мидель-шпангоута.
37. Вычерчивание мидель-шпангоута.
38. Нанесение надписей на чертеже мидель-шпангоута.
39. Нанесение бортового набора на чертеже продольного разреза корпуса.
40. Чтение чертежа растяжки наружной обшивки.
41. Нанесение днищевого набора на плане второго дна.
42. Чертежи общего расположения судна.
43. Чертежи расположения оборудования на судне.
44. Определение местоположений помещений на судне по чертежу общего расположения.
45. Определение местоположений механизмов и оборудования на судне по чертежу расположения оборудования.
46. Чертежи и техническая документация судовых систем и трубопроводов.
47. Методические указания по чтению и выполнению принципиальных схем судовых систем и трубопроводов.
48. Чтение и выполнение принципиальных схем судовых систем и трубопроводов.
49. Вычертить узел соединения листа с профильным прокатом.
50. Составить спецификацию к узлу корпусной конструкции.

Раздел 3. Основы проектирования и конструирования корпуса судна

1. Основные положения Правил классификации и постройки морских судов.
2. Системы набора перекрытий корпуса судна.
3. Выбор системы набора перекрытия корпуса судна.
4. Определение шпации и размеров шпации.

5. Требования к судокорпусным сталям.
6. Категории судокорпусных сталей.
7. Ограничения Правил Регистра по выбору материала.
8. Учет коррозии при проектировании корпуса судна.
9. Расчетные характеристики материала корпуса судна.
10. Внешние нагрузки, действующие на корпус судна.
11. Определение основных характеристик судна.
12. Выбор категории марки судостроительной стали.
13. Определение нормальной шпации и деления судна на отсеки.
14. Расчетные нагрузки на днище судна.
15. Местная прочность днищевого перекрытия.
16. Проектирование наружной обшивки днища.
17. Определение и назначение наружной обшивки и настила второго дна.
18. Нагрузка на наружную обшивку днища.
19. Нагрузка на настил второго дна.
20. Толщина наружной обшивки днища.
21. Поясья наружной обшивки и настила второго дна.
22. Утолщенные поясья днищевого перекрытия.
23. Соединение листов обшивки днищевого перекрытия.
24. Балки набора днищевого перекрытия.
25. Определение нагрузки на днищевое перекрытие.
26. Определение толщины наружной обшивки днища и настила второго дна.
27. Определение размеров связей днищевого перекрытия по Правилам Регистра.
28. Расчетные нагрузки на бортовое перекрытие.
29. Проектирование наружной обшивки борта.
30. Система набора и шпации бортового перекрытия.
31. Размеры бортовых балок.
32. Определение нагрузки на бортовое перекрытие.
33. Определение толщины обшивки наружного и внутреннего бортов.
34. Определение размеров утолщённых поясьев бортового перекрытия.
35. Определение размеров связей бортового перекрытия по Правилам Регистра.
36. Нагрузки, действующие на палубные перекрытия.
37. Настил палубы и определение размеров элементов палубных перекрытий.
38. Определение нагрузки на палубное перекрытие.
39. Определение толщины настила палубы и размеров утолщённых поясьев.
40. Определение размеров связей палубного перекрытия по Правилам Регистра.
41. Нагрузки, действующие на переборки корпуса судна.
42. Проектирование переборок и полупереборок.
43. Определение нагрузки на поперечную переборку.
44. Определение толщины обшивки поперечной переборки.
45. Определение размеров связей поперечной переборки по Правилам Регистра.
46. Снижение металлоёмкости конструкций корпуса судна.
47. Особенности проектирования корпусных конструкций.
48. Выбор расчетных нагрузок на корпус судна.
49. Методы оценки прочности корпусных конструкций.
50. Влияние внешних нагрузок на прочность корпуса судна.

4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА

4.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация учебной дисциплины осуществляется:

Учебная аудитория 3-311: комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, доска аудиторная, мультимедийное оборудование (компьютер, телевизор)

Учебная аудитория 3-213: комплект учебной мебели на 24 посадочных места, справочник по электротехническим материалам, объемные модели металлической кристаллической решетки, стенды электрорадиоматериалов, цифровой измеритель, твердомеры для испытания твердости по методу Бринелля, Роквелла, электронный микроскоп, раздаточный материал, атласы микроструктур сплавов, комплект ГОСТов

Учебная аудитория 7-107: комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, редукторы, концевые меры, микрокатор, микрометр рычажный МРИ-50(25-50), миниметр широкошкальный, микроскоп ИМЦ 100х50А, нутромер индикаторный НИ 160М, нутромер микрометрический НМ(50-75), осциллограф С8-12 (универсальный, запоминающий), прибор ультразвуковой УД-10УА, профилограф-профилометр-252, скоба индикаторная СИ 100(50-100), скоба индикаторная СИ 200(100-200), резьбомер Д55, насос погружной, стенды со справочно-информационным материалом

Кабинет для самостоятельной работы 7-103: комплект учебной мебели на 6 посадочных мест, 1 компьютер с доступом к сети «Интернет» и в электронную информационно образовательную среду

Кабинет для самостоятельной работы 3-302: комплект учебной мебели на 6 посадочных мест, 4 компьютера с доступом к сети «Интернет» и в электронную информационно образовательную среду, доска аудиторная, мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор)

4.2. Информационное обеспечение обучения
Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет–ресурсов, дополнительной литературы

Основная литература

1. Александров В. Л. Технология судостроения / Александров В. Л., Арью А. Р., Ганов Э. В., Догадин А. В., Лейзерман В. Ю., Роганов А. С., Соколова И. А., Щербинин П. И.; под общ. Ред. А. Д. Гармашева. – СПб: Профессия, 2023. – 342 с.

2. Аносов, А. П. Теория и устройство судна: конструкция специальных судов : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. П. Аносов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 182 с.

3. Власов, С. В. Технология судостроения. Организация судостроительного производства: учебное пособие / С. В. Власов. – Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. – 176 с. – ISBN 978-5-9729-1202-5. – Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROFобразование : [сайт]. – URL: https://profspo.ru/books/132892

4. Григорьев Я.Н., Шапиро В.М. Конструкция корпуса и основы строительной механики морских судов.- Л.: Судостроение

5. Жинкин В. Б. Теория и устройство корабля: учебник для среднего профессионального образования / В. Б. Жинкин. – 5-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 79 с.

6. Лазарев В.Н., Юношева Н.В. Проектирование конструкций судового корпуса и основы прочности судов.- Л.: Судостроение

7. Максимаджи А.И. Прочность морских транспортных судов.- Л.: Судостроение

Дополнительная литература

8. Бабецкий В.И. Механика: учебное пособие для среднего профессионального образования / В.И. Бабецкий, О.Н. Третьякова. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 178 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-05813-0. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/453941

9. Беляков Г.И. Охрана труда и техника безопасности: учебник для среднего профессионального образования / Г.И. Беляков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 404 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-00376-5. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/451139

10. Бурмистров Е.Г. Основы сварки и газотермических процессов в судостроении и судоремонте: учебник / Е.Г. Бурмистров. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 552 с. ISBN 978-5-8114-5234-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/reader/book/138176/#2

11. Давыдова С.В. Общее устройство и оборудование судов: учебное пособие / С.В. Давыдова, А.А. Кеслер. – Нижний Новгород: ВГУВТ, 2018. – 132 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/111603

12. Зяблов О.К. Автоматизированные системы технологической подготовки судостроительного производства: учебное пособие / О.К. Зяблов. – Нижний Новгород: ВГУВТ, 2017. – 96 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/111598

13. Карнаух Н.Н. Охрана труда: учебник для СПО [Электронный ресурс] /Н.Н. Карнаух. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 380 с. Режим доступа: https://biblio-online.ru/book/76C2FA2C-B137-4381-8012-09B1EB507776

14. Карнаух Н.Н. Охрана труда: учебник для среднего профессионального образования / Н.Н. Карнаух. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 380 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-02527-9. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/450689

15. Князьков В.В. Проектирование судов: учебное пособие / В.В. Князьков. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2018. – 228 с. – ISBN 978-5-6042086-5-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/151379

16. Козел, И.В. Организация, нормирование и оплата труда [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.В. Козел, Н.В. Воробьева, А.Р. Байчерова. – Электрон. дан. – Ставрополь : СтГАУ, 2025. – 96 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/82202.

17. Лапченко Е.В. Судостроительные материалы, Методические указания по выполнению практических работ для студентов специальности 26.02.02 «Судостроение» очной Формы обучения / сост.: Е.В. Лапченко; ФГБОУ ВО «КГМТУ» СМТ. – Керчь, 2017. – 40 с.

18. Маницын В.В. Технология технического обслуживания и ремонта судов: учебное пособие / В.В. Маницын. – Находка: Дальрыбвтуз, 2019. – 380 с. – ISBN 978-5-88871-732-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/156842

19. Маницын В.В. Технология технического обслуживания и ремонта судов: учебное пособие / В.В. Маницын. – Находка: Дальрыбвтуз, 2019. – 380 с. – ISBN 978-5-88871-732-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/156842

20. Радченко М.В. Сварочное производство. Введение в специальность: учебное пособие / М.В. Радченко, В.Г. Радченко, Т.Б. Радченко. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 240 с. – ISBN 978-5-8114-5143-2. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/143250

21. Черепахин А.А. Технология сварочных работ: учебник для среднего профессионального образования / А.А. Черепахин, В.М. Виноградов, Н.Ф. Шпунькин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 269 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-08456-6. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/453937

22. Шайдуллин М.Г. Технология изготовления судовых корпусных конструкций: учебное пособие / М.Г. Шайдуллин, П.Л. Спехов, Н.М. Семенова. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2019. – 93 с. – ISBN 978-5-502-01159-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/151384

23. Эксплуатационная прочность судов: учебник / Е.П. Бураковский, Ю.И. Нечаев, П.Е. Бураковский, В.П. Прохнич. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 404 с. – ISBN 978-5-8114-2676-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/97685

Нормативные и правовые документ:

21. ГОСТ 16037-80. Соединения сварные. Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры: издание официальное: веден в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24 апреля 1980 г. N 1876: дата введения 1981-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2005. – 50 с. - URL: http://docs.cntd.ru/document/1200001918

22. ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры: издание официальное: введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24.07.80 г. N 3827: дата введения 1981-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 89 с. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200004379

23. ГОСТ 8713-79. Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры: издание официальное: утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26.12.79 N 5047: дата введения 1981-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 48 с. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200004491

Интернет-ресурсы

24. Водный мир. https://vodnyimir.ru/

25. Лодочный портал. https://www.kateralodki.ru/

26. Морской сайт. http://seaman-sea.ru/teoriya-ustroystva-sudna/122-plavuchest.html

27. Отраслевой портал по судостроению, судоходству и судоремонту. https://www.korabel.ru/

28. Сайт о морских судах. https://seaships.ru/index.htm

5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА

Контроль и оценка результатов освоения междисциплинарного курса осуществляются преподавателем в процессе проведения практических занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

Общая/профессиональная компетенция	**Результаты обучения**	**Формы и методы контроля и оценки результатов обучения**
ОК.01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	Умения: - распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части - определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы - выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы - владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах - оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	Раздел 1: Фронтальный опрос Дифференцированный зачет Практические занятия Раздел 2: Фронтальный опрос Практические занятия Лабораторные работы Зачет Дифференцированный зачет Раздел 3: Фронтальный опрос Практические занятия Экзамен
	Знания: - актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить - структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях - основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте - методы работы в профессиональной и смежных сферах - порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности	
ОК.02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	Умения: - определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации - выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска - оценивать практическую значимость результатов поиска	Раздел 1: Фронтальный опрос Дифференцированный зачет Практические занятия Раздел 2: Фронтальный опрос Практические занятия

	- применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач - использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности - использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач	Лабораторные работы Зачет Дифференцированный зачет Раздел 3: Фронтальный опрос Практические занятия Экзамен
	Знания: - номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности - приемы структурирования информации - формат оформления результатов поиска информации - современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и - программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства	
ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях;	Умения: - определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности - применять современную научную профессиональную терминологию - определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования - выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи - определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности, выявлять источники финансирования - презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности - определять источники достоверной правовой информации - составлять различные правовые документы - находить интересные проектные идеи, грамотно их формулировать и документировать оценивать жизнеспособность проектной идеи, составлять план проекта	Раздел 1: Фронтальный опрос Дифференцированный зачет Практические занятия Раздел 2: Фронтальный опрос Практические занятия Лабораторные работы Зачет Дифференцированный зачет
	Знания: - содержание актуальной нормативно-правовой документации - современная научная и профессиональная терминология - возможные траектории профессионального развития и самообразования - основы предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности - правила разработки презентации основные этапы разработки и реализации проекта	
ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;	Умения: - организовывать работу коллектива и команды взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности	Раздел 2: Фронтальный опрос Практические занятия Лабораторные работы Зачет Дифференцированный зачет
	Знания: - психологические основы деятельности коллектива психологические особенности личности	
ОК.05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	Умения: - грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке - проявлять толерантность в рабочем коллективе	Раздел 1: Фронтальный опрос Дифференцированный зачет Практические занятия Раздел 3: Фронтальный опрос Практические занятия Экзамен
	Знания: - правила оформления документов - правила построения устных сообщений	
ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	Умения: - определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности - по специальности, осуществлять работу с соблюдением принципов бережливого производства - организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона -	Раздел 1: Фронтальный опрос Дифференцированный зачет Практические занятия
	Знания: - основные ресурсы, задействованные - в профессиональной деятельности - пути обеспечения ресурсосбережения	
ОК.09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.	Умения: - использовать физкультурно-оздоровительную деятельность для укрепления здоровья, достижения жизненных и профессиональных целей; - применять рациональные приемы двигательных функций в профессиональной деятельности; - пользоваться средствами профилактики перенапряжения, характерными для данной профессии / специальности	Раздел 2: Фронтальный опрос Практические занятия Лабораторные работы Зачет Дифференцированный зачет Раздел 3:

	Знания: - роль физической культуры в общекультурном, профессиональном и социальном развитии человека; - основы здорового образа жизни; - условия профессиональной деятельности и зоны риска физического здоровья для данной профессии; - правила и способы планирования системы индивидуальных занятий физическими упражнениями различной направленности	Фронтальный опрос Практические занятия Экзамен
ПК 2.1 Осуществлять подготовку и оформление проектно-конструкторской документации для изготовления деталей узлов, секций корпусов.	Умения: - Пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации - Использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов - Интерпретировать данные контрольно-измерительных приборов - Использовать типовые методики для теоретических расчетов	Раздел 1: Фронтальный опрос Дифференцированный зачет Практические занятия Раздел 2: Фронтальный опрос Практические занятия Лабораторные работы Зачет Дифференцированный зачет Раздел 3: Фронтальный опрос Практические занятия Экзамен
	Знания: – Основные методы программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения – Характеристики применяемых в конструируемых изделиях материалов – Основы проведения патентных исследований – Методы и средства выполнения технических расчетов, вычислительных и графических работ – Порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения расчетов, подготовки документации в текстовом и числовом виде, поиска и хранения информации – Технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям, принципы их работы, условия монтажа и технической эксплуатации	
ПК 2.2 Осуществлять подготовку и оформление проектно-конструкторской документации для изготовления деталей узлов, секций корпусов.	Умения: - Выполнять деталировку сборочных чертежей - Корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации проектирования (далее - САПР) и других специальных программ	Раздел 1: Фронтальный опрос Дифференцированный зачет Практические занятия Раздел 2: Фронтальный опрос Практические занятия Лабораторные работы Зачет Дифференцированный зачет Раздел 3: Фронтальный опрос Практические занятия Экзамен
	Знания: - Стандарты, технические условия и руководящие материалы на разрабатываемую техническую документацию, порядок ее оформления - Технические регламенты, стандарты организации, регулирующие оформление проектно-конструкторской документации - Порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения подготовки документации в текстовом и графическом виде, поиска и хранения информации	

6. ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

Дополнения и изменения в рабочей программе за _____/_____ учебный год

В рабочую программу междисциплинарного курса МДК.02.01 «Конструкторская подготовка производства в судостроительной организации» для специальности 26.02.02 «Судостроение» вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании педагогического совета колледжа № ____ от «___»_____20___ г.

Зам. директора по УМР _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Приложение А

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

КОЛЛЕДЖ

УТВЕРЖДАЮ
Директор колледжа
_____ О.В. Жижикина
«29» 01 2026 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

МДК.02.01 «Конструкторская подготовка производства в судостроительной организации»
Раздел 1. Прочность судна

специальность:
26.02.02 «Судостроение»

Петропавловск-Камчатский
2026

1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Компетенции	Планируемые результаты	Критерии оценивания результатов обучения			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
ОК.01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;	**Умения:** - распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части; - определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы; - выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы	Отсутствие умений выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.	фрагментарные, неполные умения выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.	Небольшие пробелы в умении выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.	Сформированное умение выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.
	Знания: - актуального профессионального и социального контекста, в котором приходится работать и жить; - структуры плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях - основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте - методы работы в профессиональной и смежных сферах - порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности	Отсутствие знаний-актуального профессионального и социального контекста, в котором приходится работать и жить; структуры плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте	Несистемное использование знаний -актуального профессионального и социального контекста, в котором приходится работать и жить; структуры плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте	Небольшие пробелы в знаниях-актуального профессионального и социального контекста, в котором приходится работать и жить; структуры плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях и основных источников информации и ресурсов для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте.	Сформирована система знаний - актуального профессионального и социального контекста, в котором приходится работать и жить ; структуры плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; основных источниках информации и ресурсах для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте.
ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;	**Умения**: - определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; - планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; - выделять наиболее значимое в перечне информации; - оценивать практическую значимость результатов поиска; - оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; - использовать современное программное обеспечение; - использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.	Отсутствие умений использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.	Фрагментарные, неполные умения использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.	Небольшие пробелы в умении использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.	Сформированное умение использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.
	Знания: - номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; - приемы структурирования информации; формат	Отсутствие знаний о правовых информационных источниках, способах структурирования информации и оформлении ре-	Несистемное использование знаний о правовых информационных источниках, способах структурирования информации	Небольшие пробелы в знаниях о правовых информационных источниках, способах структурирования информации и оформ-	Сформирована система знаний о правовых информационных источниках, способах структурирования информации и

	оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации; -порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств.	зультатов поиска правовой информации.	и оформлении результатов поиска правовой информации.	лении результатов поиска правовой информации.	оформлении результатов поиска правовой информации.
ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях;	**Умения:** - определять актуальность нормативно правовой документации в профессиональной деятельности; - применять современную научную профессиональную терминологию; определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования; - выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи; - определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности, выявлять источники финансирования - презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности - определять источники достоверной правовой информации - составлять различные правовые документы - находить интересные проектные идеи, грамотно их формулировать и документировать - оценивать жизнеспособность проектной идеи, составлять план проекта	Отсутствие умений планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	Фрагментарные, неполные умения планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	Небольшие пробелы в умении планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	Сформированное умение планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях
	Знания: - содержание актуальной нормативно-правовой документации; - современная научная и профессиональная терминология - возможные траектории профессионального развития и самообразования; - основы предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности; - правила разработки презентации - основные этапы разработки и реализации проекта.	Отсутствие знаний по содержанию актуальной нормативно-правовой документации; современной научной и профессиональной терминологии; основам предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности.	Несистемное использование знаний по содержанию актуальной нормативно-правовой документации; современной научной и профессиональной терминологии; основам предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности.	Небольшие пробелы в знаниях по содержанию актуальной нормативно-правовой документации; современной научной и профессиональной терминологии; основам предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности.	Сформирована система знаний по содержанию актуальной нормативно-правовой документации; современной научной и профессиональной терминологии; основам предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности.
ОК.05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации	**Умения**: грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке; проявлять толерантность в рабочем коллективе	Отсутствие умений грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке	Фрагментарные, неполные умения грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке	Небольшие пробелы в умении грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке	Сформированное умение грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке
	Знания: правила оформления документов; правила построения устных сообщений.	Отсутствие знаний о правилах	Несистемное использование знаний о правилах оформления	Небольшие пробелы в знаниях о	Сформирована система знаний

с учетом особенностей социального и культурного контекста		оформления документов; правилах построения устных сообщений.	документов; правилах построения устных сообщений.	правилах оформления документов; правилах построения устных сообщений.	о правилах оформления документов; правилах построения устных сообщений.
ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	Умения: определять направления ресурсосбережения; в рамках профессиональной деятельности; по специальности, осуществлять работу с соблюдением принципов бережливого производства; организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона	Отсутствие умений определять направления ресурсосбережения; в рамках профессиональной деятельности; по специальности, осуществлять работу с соблюдением принципов бережливого производств.	Фрагментарные, неполные умения определять направления ресурсосбережения; в рамках профессиональной деятельности; по специальности, осуществлять работу с соблюдением принципов бережливого производств.	Небольшие пробелы в умении определять направления ресурсосбережения; в рамках профессиональной деятельности; по специальности, осуществлять работу с соблюдением принципов бережливого производств.	Сформированное умение определять направления ресурсосбережения; в рамках профессиональной деятельности; по специальности, осуществлять работу с соблюдением принципов бережливого производств.
	Знания: основные ресурсы, задействованные в профессиональной деятельности; пути обеспечения ресурсосбережения	Отсутствие знаний об основных ресурсах, задействованных в профессиональной деятельности; о путях обеспечения ресурсосбережения.	Несистемное использование знаний об основных ресурсах, задействованных в профессиональной деятельности; о путях обеспечения ресурсосбережения.	Небольшие пробелы в знаниях об основных ресурсах, задействованных в профессиональной деятельности; о путях обеспечения ресурсосбережения.	Сформирована система знаний об основных ресурсах, задействованных в профессиональной деятельности; о путях обеспечения ресурсосбережения.
ПК 2.1 Осуществлять подготовку и оформление проектно-конструкторской документации для изготовления деталей узлов, секций корпусов.	Умения: пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов; интерпретировать данные контрольно-измерительных приборов; использовать типовые методики для теоретических расчетов	Отсутствие умений пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов	Фрагментарные, неполные умения пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов	Небольшие пробелы в умении пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов	Сформированное умение пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов
	Знания: основные методы программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения; характеристики применяемых в конструируемых изделиях материалов; основы проведения патентных исследований; методы и средства выполнения технических расчетов, вычислительных и графических работ; порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения расчетов, подготовки документации в текстовом и числовом виде, поиска и хранения информации; технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям, принципы их работы, условия монтажа и технической эксплуатации	Отсутствие знаний о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения	Несистемное использование знаний о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения	Небольшие пробелы в знаниях о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения	Сформирована система знаний о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения
ПК 2.2 Осуществлять подготовку и оформление проектно-конструкторской документации	**Умения:** выполнять деталировку сборочных чертежей; корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации проектирования (далее - САПР) и других специальных программ;	Отсутствие умения выполнять деталировку сборочных чертежей; корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации проектирования	Фрагментарные, неполные умения выполнять деталировку сборочных чертежей; корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации	Небольшие пробелы в умении выполнять деталировку сборочных чертежей; корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации проек-	Сформированное умение выполнять деталировку сборочных чертежей; корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации проек-

для изготовления деталей узлов, секций корпусов.		и других специальных программ;	проектирования и других специальных программ;	тирования и других специальных программ;	тирования и других специальных программ;
	Знания: стандарты, технические условия и руководящие материалы на разрабатываемую техническую документацию, порядок ее оформления; технические регламенты, стандарты организации, регулирующие оформление проектно-конструкторской документации; порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения подготовки документации в текстовом и графическом виде, поиска и хранения информации	Отсутствие знаний о стандартах, технических условиях и руководящих материалах на разрабатываемую техническую документацию, порядке ее оформления; технических регламентах, стандартах организации, регулирующих оформление проектно-конструкторской документации	Несистемное использование знаний о стандартах, технических условиях и руководящих материалах на разрабатываемую техническую документацию, порядке ее оформления; технических регламентах, стандартах организации, регулирующих оформление проектно-конструкторской документации	Небольшие пробелы в знаньях о стандартах, технических условиях и руководящих материалах на разрабатываемую техническую документацию, порядке ее оформления; технических регламентах, стандартах организации, регулирующих оформление проектно-конструкторской документации	Сформирована система знаний о стандартах, технических условиях и руководящих материалах на разрабатываемую техническую документацию, порядке ее оформления; технических регламентах, стандартах организации, регулирующих оформление проектно-конструкторской документации

2. Уровень и критерии освоения компетенции, а также показатели и критерии оценки её сформированности

Уровень освоения	Критерии освоения	Показатели и критерии оценки сформированности компетенции
Продвинутый	*Компетенции сформированы* Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено на «отлично». Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин.
Базовый	*Компетенции сформированы.* Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальной оценкой, некоторые виды заданий выполнены с несущественными ошибками. Качество выполнения заданий оценено преимущественно на «хорошо». Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне.
Пороговый	*Компетенции сформированы.* Демонстрируется недостаточный уровень самостоятельности практического навыка	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. Качество выполнения заданий оценено преимущественно на «удовлетворительно». Если обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок.
Низкий	*Компетенции не сформированы* Демонстрируется отсутствие или фрагментарное наличие самостоятельности и практического навыка	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. Неспособность обучаемого самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции.

3. Описание шкал оценивания

Оценка	Результаты
Фронтальный опрос	
Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются четко, логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений, делаются обоснованные выводы, демонстрируются глубокие знания базовых нормативных и правовых актов, соблюдаются нормы литературной речи
Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно, материал излагается уверенно, демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер, соблюдаются нормы литературной речи, обучающийся демонстрирует хороший уровень освоения материала.
Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения ответов на поставленные вопросы, демонстрируются поверхностные знания вопроса, имеются затруднения с выводами, допускаются нарушения норм литературной речи.
Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине, имеются заметные нарушения норм литературной речи, обучающийся допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, не ориентируется в понятийном аппарате.
Практическая работа	
Отлично	Выставляется обучающемуся, чей результат анализа ситуации оказался наиболее всесторонним, чье решение или расчет оказался наиболее продуманным, логичным и предусматривающим большее количество альтернативных вариантов решений;
Хорошо	Выставляется обучающемуся, использовавшему методику или инструмент анализа с незначительными нарушениями, чья работа имеет незначительные погрешности
Удовлетворительно	Выставляется каждому обучающемуся, чья работа имеет нарушения, но в целом задание выполнено, анализ проведен поверхностно, в том числе с нарушением методики его проведения
Неудовлетворительно	Выставляется каждому обучающемуся, если работа выполнена с нарушением методики его выполнения, результаты не обоснованы, не сделаны выводы, выводы сделаны с грубыми нарушениями и не соответствует поставленной задаче.
Дифференцированный зачет	
Отлично	выставляется, если обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала, знание основной и дополнительной литературы; последовательно и четко отвечает на вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала; подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой
Хорошо	выставляется, если обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы; дает полные ответы на теоретические вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.
Удовлетворительно	выставляется, если обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне.
Неудовлетворительно	выставляется, если обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по разделу; не способен аргументировано и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые преподавателем вопросы или затрудняется с ответом; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

4. Типовые задания, характеризующие этапы формирования компетенций

4.1 Фронтальный опрос

Фронтальный опрос является одним из наиболее эффективных методов формирования и диагностики компетенций курсантов. Этот метод представляет собой коллективную форму взаимодействия между преподавателем и группой учащихся, в ходе которой каждому учащемуся задаются короткие вопросы, направленные на выявление уровня освоения пройденного материала.

Перечень примерных вопросов:

Раздел 1. Прочность судна

Тема 1.1. Проектирование судов, судовых перекрытий и узлов корпуса судна

1. Основы расчетного проектирования судов и кораблей.
2. Внешние нагрузки и работа корпусных конструкций.
3. Нормы прочности морских судов по Правилам Регистра.
4. Нормирование местной прочности корпуса судовых перекрытий.
5. Основы проектирования судовых перекрытий, конструкций и узлов судового корпуса.

Тема 1.2. Основы строительной механики судна

1. Понятие об упругом теле и упругих системах.
2. Потенциальная энергия упругого тела.
3. Строительная механика корабля — наука о прочности судов.
4. Теория изгиба судовых конструкций.
5. Идеализация перекрытий в виде системы балок.

Тема 1.3. Расчеты местной прочности судовых перекрытий

1. Расчеты местной прочности днищевого перекрытия.
2. Расчеты местной прочности бортового перекрытия.
3. Расчеты местной прочности палубного перекрытия.
4. Расчеты местной прочности водонепроницаемых переборок.
5. Методы расчета местной прочности судовых конструкций.

Тема 1.4. Экспериментальная оценка прочности судов. Общая и местная вибрация

1. Свободные и вынужденные колебания и их параметры.
2. Виды вибрации судна и корпусных конструкций.
3. Экспериментальные методы определения напряжений и деформаций в судовом корпусе.
4. Расчеты местной и общей вибрации.
5. Особенности явлений резонанса и усталости материала.

4.2 Практические работы

Практические работы являются важным методом формирования профессиональных компетенций у студентов, поскольку они позволяют закрепить теоретические знания, развить навыки самостоятельного принятия решений и повысить готовность к решению реальных проблем в профессиональной деятельности.

Практическое занятие №1

Тема: Определение допускаемых напряжений в перекрытиях и конструкциях

Задание: Решить задачи на определение допускаемых напряжений, сделать вывод о допускаемых напряжениях в конструкции.

Практическое занятие №2

Тема: Проектирование составных частей балок корпуса и определение их характеристик табличным способом

Задание:

1. Начертить поперечное сечение составной тавровой балки с указанием оси сравнения.
2. Составить таблицу с указанием размеров элементов балки и их отстояния от оси сравнения.
3. Определить в таблице площади поперечных сечений элементов балки, их статических моментов и моментов инерции относительно оси сравнения.

Практическое занятие № 3

Тема: Определение с помощью таблиц элементов изгиба однопролетных статически определимых балок

Задание: Изучить теоретические сведения и пример расчета. Решить задачи.

Практическое занятие № 4

Тема: Раскрытие статической неопределимости однопролетных статически неопределимых балок

Задание: провести расчет статически неопределимых балок.

Практическое занятие № 5

Тема: Раскрытие статической неопределимости многопролетных балок при помощи теоремы трех моментов.

Задание: Решить задачи предложенного варианта-задания (вдается преподавателем).

Практическое занятие № 6

Тема: Расчеты прочности простых рам с неподвижными узлами

Задание: Решить задачи предложенного варианта-задания (вдается преподавателем).

Практическое занятие № 7

Тема: Расчет перекрытия методом приравнивания стрелок прогиба в узлах пересечения балок главного направления и перекрестных связей.

Задание:

1. Изучить теоретические сведения.
2. Решить предложенное задание.

Практическое занятие № 8

Тема: Расчеты судовых корпусных конструкций: пиллерсов, стоек переборок и балок на устойчивость.

Задание: Решить задачи предложенного варианта-задания (вдается преподавателем).

Практическое занятие № 9

Тема: Расчет абсолютно жестких пластин на изгиб и устойчивость по приближенным формулам, графикам.

Задание:

1. Построить график зависимости прогиба w(q) по приближенной формуле.
2. Определить допустимую нагрузку с учетом максимального допустимого прогиба.
3. Определить критическую нагрузку qкр по графику устойчивости.

4. Сделать вывод о допустимых параметрах эксплуатации пластин.

Практическое занятие № 10

Тема: Расчет пластин конечной жесткости на изгиб и устойчивость по приближенным формулам, графикам.

Задание: выполнить проверочный расчет, построить эпюры напряжений, сделать вывод о прочности.

Практическое занятие № 11

Тема: Расчет эквивалентного бруса в первом приближении.

Задание: провести расчет эквивалентного бруса согласно индивидуального задания.

Практическое занятие № 12

Тема: Построение кривой нагрузки.

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Провести расчет и построить кривую нагрузки по выданному заданию корпусной конструкции.

Практическое занятие № 13

Тема: Расчет местной прочности связей днища.

Задание: определить местную прочность балок главного направления (флоров или продольных рёбер жёсткости) и перекрёстных связей (вертикального киля или флоров).

Практическое занятие № 14

Тема: Расчет местной прочности связей борта.

Задание: определить местную прочность балок главного направления (шпангоутов или продольных рёбер жёсткости) и перекрёстных связей (стрингеров или рамных шпангоутов).

Практическое занятие № 15

Тема: Расчет местной прочности связей палуб.

Задание: определить местную прочность балок главного направления (бимсов или продольных рёбер жёсткости) и перекрёстных связей (карлингсов или рамных бимсов).

Практическое занятие № 16

Тема: Расчет местной прочности водонепроницаемых переборок.

Задание: определить местную прочность балок главного направления (вертикальных или горизонтальных стоек) и перекрёстных связей (шельфов или рамных стоек).

4.3 Дифференцированный зачет

Примерные вопросы к зачету:

1. Определение прочности корпуса судна.
2. Внешние нагрузки, воздействующие на корпус судна.
3. Принципы расчета общей прочности судна.
4. Понятие местного сопротивления корпуса судна.
5. Расчет общей прочности корпуса судна.
6. Расчет местной прочности днищевого перекрытия.
7. Расчет местной прочности бортового перекрытия.
8. Расчет местной прочности палубного перекрытия.

9. Определение местной прочности водонепроницаемых переборок.
10. Понятие о деформациях корпуса судна при продольном изгибе.
11. Факторы, влияющие на общую прочность судна.
12. Нормирование прочности судовых конструкций по Правилам Регистра.
13. Особенности расчета прочности корпусных конструкций.
14. Основные требования к прочности судовых конструкций.
15. Методы расчета прочности корпуса судна.
16. Основные положения теории упругости и её применение в судостроении.
17. Закон Гука и его значение в расчетах прочности судна.
18. Энергия упругого тела и её влияние на прочность судна.
19. Расчет напряжения и деформации в судовых конструкциях.
20. Эпюры перерезывающих сил и изгибающих моментов.
21. Основные понятия строительной механики судна.
22. Изгиб статически определимых балок корпуса судна.
23. Изгиб статически неопределимых однопролетных балок.
24. Применение метода наложения для расчета статически неопределимых балок.
25. Теорема трех моментов и её использование в судостроении.
26. Построение эпюр перерезывающих сил и изгибающих моментов для многопролетных балок.
27. Пластины судового корпуса и их классификация.
28. Эйлеровы напряжения и их значение в судостроении.
29. Деформации корпуса судна на тихой воде и на волне.
30. Виды деформаций корпуса судна при продольном изгибе.
31. Разбиение сил веса на теоретические шпации.
32. Понятие эквивалентного бруса и его расчет.
33. Метод предельных нагрузок и его применение в судостроении.
34. Определение допускаемых напряжений в судовых конструкциях.
35. Геометрические характеристики балок набора корпуса судна.
36. Понятие и расчет общей прочности судна.
37. Понятие и расчет местной прочности судна.
38. Экспериментальные методы оценки прочности судна.
39. Явления свободных и вынужденных колебаний судна.
40. Расчет вибрации судовых конструкций.
41. Экспериментальные методы определения напряжений и деформаций.
42. Внешние нагрузки, влияющие на прочность судна.
43. Работы, предусмотренные Правилами Регистра для обеспечения прочности судна.
44. Методы расчета общей и местной прочности судна.
45. Принципы выбора марочных судостроительных сталей.
46. Методы повышения прочности корпусных конструкций.
47. Расчет прочности корпусных конструкций по общепринятым методикам.
48. Принципы определения допускаемых напряжений в судовых конструкциях.
49. Принципы расчета прочности палубных секций судна.
50. Экспериментальные исследования прочности судовых конструкций.

Приложение Б

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

КОЛЛЕДЖ

УТВЕРЖДАЮ
Директор колледжа
_____ О.В. Жижикина
«29» 01 2026 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

МДК.02.01 «Конструкторская подготовка производства в судостроительной организации»
Раздел 2. Судостроительное черчение

специальность:
26.02.02 «Судостроение»

Петропавловск-Камчатский
2026

1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Компетенции	Планируемые результаты	Критерии оценивания результатов обучения			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
ОК.01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;	**Умения:** - распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части; - определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы; - выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы	Отсутствие умений выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.	фрагментарные, неполные умения выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.	Небольшие пробелы в умении выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.	Сформированное умение выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.
	Знания: - актуального профессионального и социального контекста, в котором приходится работать и жить; - структуры плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях - основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте - методы работы в профессиональной и смежных сферах - порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности	Отсутствие знаний-актуального профессионального и социального контекста, в котором приходится работать и жить; структуры плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте	Несистемное использование знаний -актуального профессионального и социального контекста, в котором приходится работать и жить; структуры плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте	Небольшие пробелы в знаниях-актуального профессионального и социального контекста, в котором приходится работать и жить; структуры плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях и основных источников информации и ресурсов для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте.	Сформирована система знаний - актуального профессионального и социального контекста, в котором приходится работать и жить ; структуры плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; основных источниках информации и ресурсах для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте.
ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;	**Умения**: - определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; - планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; - выделять наиболее значимое в перечне информации; - оценивать практическую значимость результатов поиска; - оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; - использовать современное программное обеспечение; - использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.	Отсутствие умений использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.	Фрагментарные, неполные умения использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.	Небольшие пробелы в умении использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.	Сформированное умение использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.
	Знания: - номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; - приемы структурирования информации; формат	Отсутствие знаний о правовых информационных источниках, способах структурирования информации и оформлении ре-	Несистемное использование знаний о правовых информационных источниках, способах структурирования информации	Небольшие пробелы в знаниях о правовых информационных источниках, способах структурирования информации и оформ-	Сформирована система знаний о правовых информационных источниках, способах структурирования информации и

	оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации; -порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств.	зультатов поиска правовой информации.	и оформлении результатов поиска правовой информации.	лении результатов поиска правовой информации.	оформлении результатов поиска правовой информации.
ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях;	**Умения:** - определять актуальность нормативно правовой документации в профессиональной деятельности; - применять современную научную профессиональную терминологию; определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования; - выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи; - определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности, выявлять источники финансирования - презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности - определять источники достоверной правовой информации - составлять различные правовые документы - находить интересные проектные идеи, грамотно их формулировать и документировать - оценивать жизнеспособность проектной идеи, составлять план проекта	Отсутствие умений планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	Фрагментарные, неполные умения планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	Небольшие пробелы в умении планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	Сформированное умение планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях
	Знания: - содержание актуальной нормативно-правовой документации; - современная научная и профессиональная терминология - возможные траектории профессионального развития и самообразования; - основы предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности; - правила разработки презентации - основные этапы разработки и реализации проекта.	Отсутствие знаний по содержанию актуальной нормативно-правовой документации; современной научной и профессиональной терминологии; основам предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности.	Несистемное использование знаний по содержанию актуальной нормативно-правовой документации; современной научной и профессиональной терминологии; основам предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности.	Небольшие пробелы в знаниях по содержанию актуальной нормативно-правовой документации; современной научной и профессиональной терминологии; основам предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности.	Сформирована система знаний по содержанию актуальной нормативно-правовой документации; современной научной и профессиональной терминологии; основам предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности.
ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	Умения: организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности.	Отсутствие умений организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности.	Фрагментарные, неполные умения организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности.	Небольшие пробелы в умении организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности.	Сформированное умение организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности.
	Знания: психологические основы деятельности	Отсутствие знаний о психологических основах деятельности	Несистемное использование	Небольшие пробелы в знаниях о	Сформирована система знаний

	коллектива; психологические особенности личности.	коллектива и психологических особенностях личности.	знаний о психологических основах деятельности коллектива и психологических особенностях личности.	психологических основах деятельности коллектива и психологических особенностях личности.	о психологических основах деятельности коллектива и психологических особенностях личности.
ПК 2.1 Осуществлять подготовку и оформление проектно-конструкторской документации для изготовления деталей узлов, секций корпусов.	Умения: пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов; интерпретировать данные контрольно-измерительных приборов; использовать типовые методики для теоретических расчетов	Отсутствие умений пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов	Фрагментарные, неполные умения пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов	Небольшие пробелы в умении пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов	Сформированное умение пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов
	Знания: основные методы программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения; характеристики применяемых в конструируемых изделиях материалов; основы проведения патентных исследований; методы и средства выполнения технических расчетов, вычислительных и графических работ; порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения расчетов, подготовки документации в текстовом и числовом виде, поиска и хранения информации; технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям, принципы их работы, условия монтажа и технической эксплуатации	Отсутствие знаний о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения	Несистемное использование знаний о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения	Небольшие пробелы в знаниях о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения	Сформирована система знаний о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения
ПК 2.2 Осуществлять подготовку и оформление проектно-конструкторской документации для изготовления деталей узлов, секций корпусов.	**Умения:** выполнять деталировку сборочных чертежей; корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации проектирования (далее - САПР) и других специальных программ;	Отсутствие умения выполнять деталировку сборочных чертежей; корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации проектирования и других специальных программ;	Фрагментарные, неполные умения выполнять деталировку сборочных чертежей; корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации проектирования и других специальных программ;	Небольшие пробелы в умении выполнять деталировку сборочных чертежей; корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации проектирования и других специальных программ;	Сформированное умение выполнять деталировку сборочных чертежей; корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации проектирования и других специальных программ;
	Знания: стандарты, технические условия и руководящие материалы на разрабатываемую техническую документацию, порядок ее оформления; технические регламенты, стандарты организации, регулирующие оформление проектно-конструкторской документации; порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения подготовки документации в текстовом и графическом виде, поиска и хранения информации	Отсутствие знаний о стандартах, технических условиях и руководящих материалах на разрабатываемую техническую документацию, порядке ее оформления; технических регламентах, стандартах организации, регулирующих оформление проектно-конструкторской документации	Несистемное использование знаний о стандартах, технических условиях и руководящих материалах на разрабатываемую техническую документацию, порядке ее оформления; технических регламентах, стандартах организации, регулирующих оформление проектно-конструкторской документации	Небольшие пробелы в знаньях о стандартах, технических условиях и руководящих материалах на разрабатываемую техническую документацию, порядке ее оформления; технических регламентах, стандартах организации, регулирующих оформление проектно-конструкторской документации	Сформирована система знаний о стандартах, технических условиях и руководящих материалах на разрабатываемую техническую документацию, порядке ее оформления; технических регламентах, стандартах организации, регулирующих оформление проектно-конструкторской документации

2. Уровень и критерии освоения компетенции, а также показатели и критерии оценки её сформированности

Уровень освоения	Критерии освоения	Показатели и критерии оценки сформированности компетенции
Продвинутый	*Компетенции сформированы* Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено на «отлично». Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин.
Базовый	*Компетенции сформированы.* Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальной оценкой, некоторые виды заданий выполнены с несущественными ошибками. Качество выполнения заданий оценено преимущественно на «хорошо». Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне.
Пороговый	*Компетенции сформированы.* Демонстрируется недостаточный уровень самостоятельности практического навыка	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. Качество выполнения заданий оценено преимущественно на «удовлетворительно». Если обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок.
Низкий	*Компетенции не сформированы* Демонстрируется отсутствие или фрагментарное наличие самостоятельности и практического навыка	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. Неспособность обучаемого самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции.

3. Описание шкал оценивания

Оценка	Результаты
Фронтальный опрос	
Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются четко, логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений, делаются обоснованные выводы, демонстрируются глубокие знания базовых нормативных и правовых актов, соблюдаются нормы литературной речи
Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно, материал излагается уверенно, демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер, соблюдаются нормы литературной речи, обучающийся демонстрирует хороший уровень освоения материала.
Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения ответов на поставленные вопросы, демонстрируются поверхностные знания вопроса, имеются затруднения с выводами, допускаются нарушения норм литературной речи.
Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине, имеются заметные нарушения норм литературной речи, обучающийся допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, не ориентируется в понятийном аппарате.
Практическое занятие / Лабораторная работа	
Отлично	Выставляется обучающемуся, чей результат анализа ситуации оказался наиболее всесторонним, чье решение или расчет оказался наиболее продуманным, логичным и предусматривающим большее количество альтернативных вариантов решений;
Хорошо	Выставляется обучающемуся, использовавшему методику или инструмент анализа с незначительными нарушениями, чья работа имеет незначительные погрешности
Удовлетворительно	Выставляется каждому обучающемуся, чья работа имеет нарушения, но в целом задание выполнено, анализ проведен поверхностно, в том числе с нарушением методики его проведения
Неудовлетворительно	Выставляется каждому обучающемуся, если работа выполнена с нарушением методики его выполнения, результаты не обоснованы, не сделаны выводы, выводы сделаны с грубыми нарушениями и не соответствует поставленной задаче.
Дифференцированный зачет	
Отлично	выставляется, если обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала, знание основной и дополнительной литературы; последовательно и четко отвечает на вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала; подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой
Хорошо	выставляется, если обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы; дает полные ответы на теоретические вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.
Удовлетворительно	выставляется, если обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне.
Неудовлетворительно	выставляется, если обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по разделу; не способен аргументировано и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые преподавателем вопросы или затрудняется с ответом; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.
Зачет	
Зачтено	выставляется обучающемуся, который усвоил предусмотренный программный материал; правильно, с применением примеров, показал систематизированные знания по темам дисциплины, способен связать теорию с практикой, тему вопроса с другими темами данного курса, других изучаемых дисциплин.
Не зачтено	Выставляется в следующих случаях: 1. Обучающийся не справился с заданием, не может ответить на вопросы, предложенные (поставленные) преподавателем, не обладает целостным представлением об изучаемой теме и ее взаимосвязях. 2. Ответ на вопрос полностью отсутствует. 3. Отказ от ответа.

4. Типовые задания, характеризующие этапы формирования компетенций

4.1 Фронтальный опрос

Фронтальный опрос является одним из наиболее эффективных методов формирования и диагностики компетенций курсантов. Этот метод представляет собой коллективную форму взаимодействия между преподавателем и группой учащихся, в ходе которой каждому учащемуся задаются короткие вопросы, направленные на выявление уровня освоения пройденного материала.

Перечень примерных вопросов:

Тема 2.1. Конструкторские документы в судостроении

1. Какие существуют этапы разработки конструкторских документов?
2. Чем отличаются конструкторские документы разных стадий проектирования?
3. Что такое проектная стадия и рабочая стадия документации?
4. Как классифицируются конструкторские документы согласно ГОСТ?
5. Приведите пример документа первой группы классификации и поясните его назначение.
6. Назовите основные типы изображений на судостроительном чертеже.
7. Какой масштаб чаще всего используется при выполнении судостроительного чертежа?
8. Опишите различия между видом, разрезом и сечением.
9. Когда применяют местные разрезы и выносные элементы на чертежах?
10. Перечислите стандартные форматы листов для судостроительной графики.
11. Что входит в состав технических требований на судостроительном чертеже?
12. Для чего предназначены таблицы и надписи на чертежах?
13. Как осуществляется нумерация позиций деталей на чертежах?
14. Почему важно правильно указывать материал детали на чертеже?
15. Как оформляется спецификация к сборочным чертежам судовых конструкций?
16. Как изображают швы сварных соединений на судостроительных чертежах?
17. Приведите примеры стандартных сокращений и буквенных обозначений, используемых на чертежах судовых конструкций.
18. Какие существуют этапы разработки конструкторских документов?
19. Чем отличаются конструкторские документы разных стадий проектирования?
20. Что такое проектная стадия и рабочая стадия документации?
21. Как классифицируются конструкторские документы согласно ГОСТ?
22. Приведите пример документа первой группы классификации и поясните его назначение.
23. Назовите основные типы изображений на судостроительном чертеже.
24. Какой масштаб чаще всего используется при выполнении судостроительного чертежа?
25. Опишите различия между видом, разрезом и сечением.
26. Когда применяют местные разрезы и выносные элементы на чертежах?
27. Перечислите стандартные форматы листов для судостроительной графики.
28. Что входит в состав технических требований на судостроительном чертеже?
29. Для чего предназначены таблицы и надписи на чертежах?
30. Как осуществляется нумерация позиций деталей на чертежах?
31. Почему важно правильно указывать материал детали на чертеже?
32. Как оформляется спецификация к сборочным чертежам судовых конструкций?

Тема 2.2. Теоретический чертеж корпуса судна

1. Откуда берутся исходные данные для построения теоретического чертежа?

2. Зачем нужен выбор правильного масштаба при построении теоретического чертежа?

3. Сколько проекций включает стандартный теоретический чертеж корпуса судна?

4. Что представляет собой сетка теоретического чертежа и какую роль она играет?

5. Какие важные факторы учитываются при выборе формата листа для теоретического чертежа?

6. В какой последовательности строятся контуры проекций корпуса судна?

7. Где начинаются и заканчиваются границы контурных линий на всех трех проекциях?

8. Почему необходимо согласовывать контурные линии между всеми тремя проекциями?

9. Есть ли различие в способах отображения правого и левого борта на теоретическом чертеже?

10. Какой этап считается наиболее ответственным при построении теоретического чертежа?

11. Какие рекомендации существуют относительно построения ватерлиний на проекции «полуширота»?

12. Чем отличается линия ватерлинии от базовой линии полушироты?

13. Может ли одна ватерлиния пересекать два соседних шпангоута?

14. Всегда ли количество ватерлиний одинаково на обоих борту корабля?

15. Насколько точно должны соблюдаться расстояния между соседними ватерлиниями?

16. Что представляют собой батоксы и зачем они нужны на теоретическом чертеже?

17. Какую форму имеют батоксы на проекции «бок»?

18. Совпадают ли места пересечения батокса с корпусом слева и справа?

19. Сколько обычно батоксов наносится на каждом борту теоретического чертежа?

20. Могут ли располагаться два батокса на одном уровне вдоль оси симметрии?

21. Почему шпангоуты являются важнейшими элементами теоретического чертежа?

22. В какой последовательности строится изображение шпангоутов на проекции «корпус»?

23. Чем обусловлено размещение каждого шпангоута на заданном расстоянии друг от друга?

24. Какое максимальное расстояние между двумя смежными шпангоутами рекомендуется соблюдать?

25. Можно ли считать шпангоуты опорными точками для оценки формы корпуса судна?

26. О чём свидетельствует наличие расхождений между различными проекциями на теоретическом чертеже?

27. Какие обязательные компоненты входят в оформление теоретического чертежа?

28. Существуют ли стандарты для выбора толщины и типа линий на теоретическом чертеже?

29. К чему приведет нарушение соответствия между размерами на различных проекциях?

30. Почему проверка взаимного согласования проекций является обязательной процедурой перед началом изготовления судна?

Тема 2.3. Сборочные чертежи судовых корпусных конструкций

1. В чём состоит основное отличие сборочного чертежа от рабочего?

2. Какие цели преследует чтение судостроительных чертежей?

3. Назовите основной документ, используемый при чтении чертежей судовых корпусных конструкций.

4. Какие три вида специальных марок используются на чертежах судовых корпусных конструкций?

5. Каковы преимущества подробного изучения сборочных чертежей перед началом сборки судна?

6. Какие варианты профилей используются в судостроении?

7. Приведите примеры типов вырезов, применяемых при соединениях листового материала с профилем.

8. Какие детали называются «голубницами» и какое назначение они несут?

9. В каких случаях применяется операция «срез на ус»?

10. Объясните смысл термина «притупление кромок» и его значимость при изготовлении изделий из стали.

11. Что представляет собой деталировка сборочного чертежа?

12. Каково назначение спецификации к сборочному чертежу?

13. Кто определяет порядок составления спецификации?

14. Перечислите возможные признаки сортировки компонентов в спецификации.

15. В каком разделе спецификации указывается материал детали?

16. Определите понятие «фундамент судовой корпусной конструкции».

17. Какие критерии определяют прочность фундаментов судовых корпусных конструкций?

18. Почему важны расчеты нагрузки на фундамент при строительстве судна?

19. Объясните связь фундаментов с прочностью и долговечностью конструкции судна.

20. Существует ли разница между креплениями фундаментов на судах разного назначения?

21. Чем отличаются бортовые секции от днищевых?

22. Из каких частей состоят бортовые секции?

23. Какие характерные элементы включают днищевые секции?

24. Назовите последовательность этапов при изучении чертежа бортовой секции.

25. Опишите разницу между способами восприятия и анализа чертежей бортовых и днищевых секций.

26. Как отличить палубу от платформы на судне?

27. Какие дополнительные узлы присутствуют на поперечных переборках судна?

28. В чем заключается особенность выполнения чертежа плоской секции?

29. Как определяется направление ориентации перегородки при её изображении на чертежах?

30. За счёт чего обеспечивается надежность соединения отдельных элементов в палубных конструкциях?

Теме 2.4. Конструктивные чертежи корпуса судна

1. Что такое конструктивный чертеж мидель-шпангоута и каково его предназначение?

2. Назовите ключевые моменты, которые учитывают при вычерчивании мидель-шпангоута.

3. Что называют набивочной частью миделя?

4. Чем обусловлена важность точного расчета прочности мидель-шпангоута?

5. Какие меры принимаются для защиты мидель-шпангоута от коррозии?

6. Что показывает конструктивный продольный разрез корпуса судна?

7. В каких ситуациях необходим конструктивный продольный разрез?

8. Как выполняется нанесение отметок осей симметрии на чертежах продольных разрезов?

9. Какие особые характеристики имеет растяжка наружной обшивки?

10. Нужно ли учитывать распределение нагрузок при разработке продольного разреза?

11. Какие основные конструктивные части включаются в чертежи судовых корпусных конструкций?

12. Как располагаются на схеме различные типы креплений корпусных конструкций?

13. Является ли обязательным указание порядка установки крепежных элементов на чертежах?

14. Влияют ли изменения технологии производства на конфигурацию конструктивного чертежа?

15. Применяются ли разные нормы и стандарты при создании чертежей корпусных конструкций разных классов судов?

16. Почему особое внимание уделяется проектированию оконечностей судна?

17. Какие проблемы возникают при неверном расчете формы носа и кормы судна?

18. На основании каких критериев выбираются оптимальные формы оконечностей?

19. Почему форма кормовой части влияет на мореходные качества судна?

20. Возможно ли изменить конструкцию оконечности в процессе эксплуатации судна?

21. В чём суть концепции разбивки корпуса судна на секции и блоки?

22. Какие положительные стороны несет применение модульного подхода при сборке корпуса судна?

23. Какие ограничения накладываются технологическими возможностями заводов при производстве секций и блоков?

24. Возможна ли комбинация крупных модулей и мелких секций в одной судостроительной единице?

25. Помогает ли разбивка судна на модули ускорить строительство и снизить стоимость?

Теме 2.5. Чертежи общего расположения

1. Какие цели преследуют чертежи общего расположения судна?

2. Что именно позволяет определить чертеж общего расположения?

3. Нужны ли специальные инструменты для прочтения чертежей общего расположения?

4. Достаточно ли одного чертежа общего расположения для полного понимания компоновки судна?

5. Включены ли в чертежи общего расположения помещения экипажа и пассажиров?

6. Как определяется положение помещений на судне исходя из чертежа общего расположения?

7. Отличается ли принцип размещения жилых зон от рабочих зон на судне?

8. Существуют ли определённые нормы для размера окон в каютах и коридорах?

9. Где размещаются аварийные выходы и спасательные шлюпки на судне?

10. Необходима ли дополнительная информация помимо чертежа общего расположения для правильной организации пространства на судне?

11. Что даёт понимание месторасположения механизмов и оборудования на судне?

12. Все ли механизмы требуют одинаковых условий монтажа?

13. Используются ли стандартизированные методы при нанесении оборудования на чертежи?

14. Важно ли учитывать расположение вентиляционного оборудования при проектировании судна?

15. Должны ли механизмы размещаться таким образом, чтобы обеспечить свободный доступ для обслуживания?

Теме 2.6. Принципиальные схемы и монтажные чертежи узлов судовых систем и трубопроводов

1. Что включается в состав технической документации судовых систем и трубопроводов?
2. Назовите цель и задачи принципиальной схемы судовой системы.
3. Почему необходимо уметь читать и составлять принципиальные схемы судовых систем?
4. Какие основные элементы включают монтажные чертежи судовых систем?
5. В каких ситуациях необходимы монтажные чертежи трубопроводных сетей?
6. Приведите общее описание метода чтения принципиальных схем судовых систем.
7. Почему обязательно надо учитывать эксплуатационные условия при составлении схем судовых систем?
8. В чем преимущество упрощённых принципиальных схем над детальными рабочими чертежами?
9. Как различаются рабочие и принципиальные схемы по уровню подробности?
10. Какое влияние оказывает неправильное составление принципиальной схемы на эксплуатацию судовой системы?

4.2 Практические работы

Практическая работа № 1

Тема: Расшифровка условных обозначений на чертежах. Расшифровка условных обозначений швов сварных соединений на чертежах.

Задание: Изучить условные обозначения, применяемые на судостроительных чертежах. Используя приложение В, Г, Д расшифровать условные обозначения на чертеже и прочитать условные обозначения сварных швов сварных соединений на чертеже по предложенному чертежу.

Практическая работа № 2

Тема: Определение расположения теоретических линий на корпусных конструкциях.

Задание: построить сетку теоретического чертежа судна, включая теоретические шпангоуты, ватерлинии и батоксы, выполнив необходимые измерения и контроль точности построения.

Практическая работа № 3

Тема: Построение сетки теоретического чертежа.

Задание: Создать теоретический чертеж судна с сеткой, включающей 20 шпангоутов, 6 ватерлиний и батоксы, используя выданные габаритные размеры и ординаты.

Практическая работа № 4

Тема: Вычерчивание контуров корпуса судна на проекции «бок».

Задание:

1. Используя выданные исходные данные, начертить контуры корпуса судна на проекции «бок» в соответствии с требованиями стандарта судостроительного черчения.
2. Построить контуры корпуса на проекции «бок».
3. На проекции «Бок» построить батоксы в натуральную величину.
4. Правильно нанести основные линии и теоретические шпации.
5. Оформить чертеж в соответствии с нормами судостроительной документации.

Практическая работа № 5

Тема: Вычерчивание батоксов на проекции «бок».

Задание: Построить контуры корпуса на проекции «бок». На проекции «Бок» построить батоксы в натуральную величину.

Практическая работа № 6

Тема: Вычерчивание контуров корпуса судна на проекции «полуширота».

Задание:

1. Пользуясь исходными данными, начертить контуры корпуса судна на проекции «полуширота» в соответствии с правилами судостроительного черчения.
2. Построить и зафиксировать основные теоретические линии и ватерлинии.
3. Оформить чертеж в строгом соответствии с государственными стандартами судостроения.

Практическая работа № 7

Тема: Вычерчивание ватерлиний на проекции «полуширота»

Задание: Построить контуры корпуса на проекции «полуширота». На проекции «полуширота» построить ватерлинии.

Практическая работа № 8

Тема: Вычерчивание контуров корпуса судна на проекции «корпус».

Задание:

1. Используя исходные данные, начертить контуры корпуса судна на проекции «корпус» в соответствии с правилами судостроительного черчения.
2. Построить и обозначить основные теоретические линии и ватерлинии.
3. Оформить чертеж в соответствии с нормами судостроительной документации.

Практическая работа № 9

Тема: Вычерчивание шпангоутов на проекции «корпус».

Задание: На проекции «Корпус» по плазовым ординатам построить кривые теоретических шпангоутов 0-20 шп. в натуральную величину.

Практическая работа № 10

Тема: Оформление теоретического чертежа

Задание: Выполнить проверку теоретического чертежа. Выполнить надписи. Подготовить файл к печати.

Практическая работа № 11

Тема: Вычерчивание профильного проката

Задание: В соответствии с вариантом вычертить профили прессованных балок и перекрытие с приварными ребрами жесткости из полособульбов (симметричных и несимметричных).

Практическая работа № 12

Тема: Вычерчивание узла соединения листа с профильным прокатом (полособульбом или уголком).

Задание: В соответствии с вариантом вычертить узел соединения листа с профильным прокатом (полособульбом или уголком). Указать размеры и сварку.

Практическая работа № 13

Тема: Чтение чертежей узлов судовых корпусных конструкций. Вычерчивание узла

корпусной конструкции. Деталировка узла корпусной конструкции.

Задание: Изучить чертеж корпусной конструкции. Прочитать чертеж судовой конструкции. Выполнить чертеж сечения А-А.

Практическая работа № 14

Тема: Составление спецификации к узлу корпусной конструкции.

Задание: Составить спецификацию к чертежу фундамента.

Практическая работа № 15

Тема: Чтение чертежа днищевой секции

Задание:

1. Ознакомиться с выданным чертежом днищевой секции судна.
2. Определить назначение, основные размеры и конструктивные элементы днищевой секции.
3. Провести анализ чертежа, определить тип судна и конструкцию днищевого перекрытия.
4. Оформить протокол чтения чертежа, содержащий полную информацию о прочитанном материале.

Практическая работа № 16

Тема: Чтение чертежа бортовой секции, секции палубы / платформы

Задание:

1. Ознакомиться с выданным чертежом бортовой секции, палубы или платформы судна.
2. Определить назначение, основные размеры и конструктивные элементы секции.
3. Выполнить анализ чертежа, выяснить тип судна и конструктивные особенности палубных и бортовых конструкций.
4. Оформить отчет о чтении чертежа, включив все выявленные данные и заключения.

Практическая работа № 17

Тема: Вычерчивание чертежа объемной секции. Составление спецификации к чертежу объемной секции

Задание: Построить объемную секцию. Составить спецификацию к чертежу объемной секции.

Практическая работа № 18

Тема: Выполнение чертежа фундамента.

Задание: Вычертить фундаменты под щит питания с берега и коробку соединительную на поперечной переборке 15 ½ шп. Габаритные и установочные размеры указаны в табл 5.1 в соответствии с вариантом.

Практическая работа № 19

Тема: Чтение чертежа секции поперечной / продольной переборки

Задание: прочитать чертеж и ответить на вопросы.

Практическая работа № 20

Тема: Вычерчивание чертежа плоскостной секции. Составление спецификации к чертежу плоскостной секции.

Задание: Вычертить сборочный чертеж секции согласно заданию.

Практические работы являются важным методом формирования профессиональных

компетенций у студентов, поскольку они позволяют закрепить теоретические знания, развить навыки самостоятельного принятия решений и повысить готовность к решению реальных проблем в профессиональной деятельности.

Практическое занятие 21

Тема: Чтение чертежа мидель-шпангоута.

Задание: Используя условные обозначения, применяемые на судостроительных чертежах, приложение В, Г, Д, расшифровать условные обозначения на чертеже и прочитать условные обозначения сварных швов сварных соединений на чертеже по предложенному чертежу. Определить количество палуб, систему набора корпуса судна, определить наличие 2 дна.

Практическое занятие 22

Тема: Вычерчивание мидель-шпангоута.

Задание:

1. Используя исходные данные, построить и вычертить мидель-шпангоут судна.
2. Правильно нанести теоретические линии и ватерлинии.
3. Оформить чертеж в соответствии с нормами судостроительной документации.

Практическое занятие 23

Тема: Нанесение надписей на чертеже мидель-шпангоута

Задание: Выполнить компоновку чертежа миделя-судна. Выполнить чертеж миделя судна. Нанести все необходимые надписи на чертеж мидель-шпангоута.

Практическое занятие 24

Тема: Нанесение бортового набора на чертеже продольного разреза корпуса.

Задание: Выполнить продольный разрез. Нанести бортовой набор на продольном разрезе корпуса. Оформить чертеж. Нанести необходимые надписи.

Практическое занятие 25

Тема: Чтение чертежа растяжки наружной обшивки.

Задание: Внимательно изучить чертеж наружной обшивки. Прочитать чертеж наружной обшивки судна используя условные обозначения используемые при построении растяжки наружной обшивки.

Практическое занятие 26

Тема: Нанесение днищевого набора на плане второго дна.

Задание: Нанести днищевой набор на плане второго дна согласно заданию.

Практическое занятие 27

Тема: Определение местоположений помещений на судне по чертежу общего расположения.

Задание: Внимательно изучить чертеж общего расположения судна. Определите архитектурные особенности судна, расположение служебных, производственных, жилых, санитарно-гигиенических, медицинских помещений на чертеже общего вида.

Практическое занятие 28

Тема: Определение местоположений механизмов и оборудования на судне по чертежу расположения оборудования.

Задание: Внимательно изучить судовой чертеж. С использованием условных обозначений определить местоположение механизмов и оборудования на судне по чертежу расположения оборудования.

4.4 Дифференцированный зачет/зачет

Примерные вопросы к зачету:

1. Классификация конструкторских документов в судостроении.
2. Стадии разработки конструкторских документов.
3. Виды конструкторских документов в судостроении.
4. Форматы и масштабы судостроительных чертежей.
5. Правила выполнения изображений на судостроительных чертежах.
6. Правила выполнения технических требований на чертежах.
7. Обозначение позиций деталей на судостроительных чертежах.
8. Условные обозначения прокатного металла на чертежах.
9. Условные обозначения конструктивных элементов металлического корпуса.
10. Условные обозначения швов сварных соединений на чертежах.
11. Правила нанесения размеров на чертежах судовых корпусных конструкций.
12. Понятие базовой плоскости и теоретических линий корпусных конструкций.
13. Исходные данные для построения теоретического чертежа корпуса судна.
14. Выбор масштаба при построении теоретического чертежа.
15. Построение сетки теоретического чертежа.
16. Последовательность построения контуров проекций корпуса судна.
17. Построение ватерлиний на проекции «полуширота».
18. Построение батоксов на проекции «бок».
19. Построение шпангоутов на проекции «корпус».
20. Согласование проекций и оформление теоретического чертежа.
21. Изображение профильного проката на чертежах.
22. Обозначение позиций деталей и сварных швов на чертежах.
23. Правила выполнения деталировки сборочного чертежа.
24. Правила выполнения спецификации к сборочному чертежу.
25. Конструктивные чертежи фундаментов судовых корпусных конструкций.
26. Чтение чертежа бортовой секции.
27. Чтение чертежа днищевой секции.
28. Чтение чертежа палубы и платформы.
29. Чтение чертежа поперечных и продольных переборок.
30. Правила вычерчивания мидель-шпангоута.
31. Конструктивный продольный разрез корпуса судна.
32. Растяжка наружной обшивки корпуса судна.
33. Конструктивные чертежи основных корпусных конструкций.
34. Конструктивные чертежи оконечностей судна.
35. Схемы разбивки корпуса судна на секции и блоки.
36. Чтение чертежа мидель-шпангоута.
37. Вычерчивание мидель-шпангоута.
38. Нанесение надписей на чертеже мидель-шпангоута.
39. Нанесение бортового набора на чертеже продольного разреза корпуса.
40. Чтение чертежа растяжки наружной обшивки.
41. Нанесение днищевого набора на плане второго дна.
42. Чертежи общего расположения судна.
43. Чертежи расположения оборудования на судне.
44. Определение местоположений помещений на судне по чертежу общего расположения.
45. Определение местоположений механизмов и оборудования на судне по чертежу расположения оборудования.
46. Чертежи и техническая документация судовых систем и трубопроводов.

47. Методические указания по чтению и выполнению принципиальных схем судовых систем и трубопроводов.

48. Чтение и выполнение принципиальных схем судовых систем и трубопроводов.

49. Вычертить узел соединения листа с профильным прокатом.

50. Составить спецификацию к узлу корпусной конструкции.

Приложение В

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

КОЛЛЕДЖ

УТВЕРЖДАЮ
Директор колледжа
_____ О.В. Жижикина
«29» 01 2026 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

МДК.02.01 «Конструкторская подготовка производства в судостроительной организации»
Раздел 3. Основы проектирования и конструирования корпуса судна

специальность:
26.02.02 «Судостроение»

Петропавловск-Камчатский
2026

1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Компетенции	Планируемые результаты	Критерии оценивания результатов обучения			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
ОК.01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;	**Умения:** - распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части; - определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы; - выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы	Отсутствие умений выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.	фрагментарные, неполные умения выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.	Небольшие пробелы в умении выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.	Сформированное умение выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.
	Знания: - актуального профессионального и социального контекста, в котором приходится работать и жить; - структуры плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях - основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте - методы работы в профессиональной и смежных сферах - порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности	Отсутствие знаний-актуального профессионального и социального контекста, в котором приходится работать и жить; структуры плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте	Несистемное использование знаний -актуального профессионального и социального контекста, в котором приходится работать и жить; структуры плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте	Небольшие пробелы в знаниях-актуального профессионального и социального контекста, в котором приходится работать и жить; структуры плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях и основных источников информации и ресурсов для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте.	Сформирована система знаний - актуального профессионального и социального контекста, в котором приходится работать и жить ; структуры плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; основных источниках информации и ресурсах для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте.
ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;	**Умения**: - определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; - планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; - выделять наиболее значимое в перечне информации; - оценивать практическую значимость результатов поиска; - оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; - использовать современное программное обеспечение; - использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.	Отсутствие умений использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.	Фрагментарные, неполные умения использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.	Небольшие пробелы в умении использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.	Сформированное умение использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.
	Знания: - номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; - приемы структурирования информации; формат	Отсутствие знаний о правовых информационных источниках, способах структурирования информации и оформлении ре-	Несистемное использование знаний о правовых информационных источниках, способах структурирования информации	Небольшие пробелы в знаниях о правовых информационных источниках, способах структурирования информации и оформ-	Сформирована система знаний о правовых информационных источниках, способах структурирования информации и

	оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации; -порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств.	зультатов поиска правовой информации.	и оформлении результатов поиска правовой информации.	лении результатов поиска правовой информации.	оформлении результатов поиска правовой информации.
ОК.05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	**Умения**: грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке; проявлять толерантность в рабочем коллективе	Отсутствие умений грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке	Фрагментарные, неполные умения грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке	Небольшие пробелы в умении грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке	Сформированное умение грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке
	Знания: правила оформления документов; правила построения устных сообщений.	Отсутствие знаний о правилах оформления документов; правилах построения устных сообщений.	Несистемное использование знаний о правилах оформления документов; правилах построения устных сообщений.	Небольшие пробелы в знаниях о правилах оформления документов; правилах построения устных сообщений.	Сформирована система знаний о правилах оформления документов; правилах построения устных сообщений.
ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	Умения: определять направления ресурсосбережения; в рамках профессиональной деятельности; по специальности, осуществлять работу с соблюдением принципов бережливого производства; организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона	Отсутствие умений определять направления ресурсосбережения; в рамках профессиональной деятельности; по специальности, осуществлять работу с соблюдением принципов бережливого производств.	Фрагментарные, неполные умения определять направления ресурсосбережения; в рамках профессиональной деятельности; по специальности, осуществлять работу с соблюдением принципов бережливого производств.	Небольшие пробелы в умении определять направления ресурсосбережения; в рамках профессиональной деятельности; по специальности, осуществлять работу с соблюдением принципов бережливого производств.	Сформированное умение определять направления ресурсосбережения; в рамках профессиональной деятельности; по специальности, осуществлять работу с соблюдением принципов бережливого производств.
	Знания: основные ресурсы, задействованные в профессиональной деятельности; пути обеспечения ресурсосбережения	Отсутствие знаний об основных ресурсах, задействованных в профессиональной деятельности; о путях обеспечения ресурсосбережения.	Несистемное использование знаний об основных ресурсах, задействованных в профессиональной деятельности; о путях обеспечения ресурсосбережения.	Небольшие пробелы в знаниях об основных ресурсах, задействованных в профессиональной деятельности; о путях обеспечения ресурсосбережения.	Сформирована система знаний об основных ресурсах, задействованных в профессиональной деятельности; о путях обеспечения ресурсосбережения.
ОК.09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.	**Умения**: понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы: участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые); писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы	Отсутствие умений понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы.	Фрагментарные, неполные умения понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы	Небольшие пробелы в умении понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы	Сформированное умение понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы
	Знания: правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности;	Отсутствие знаний о правилах построения простых и сложных предложений на профессиональные темы	Несистемное использование знаний о правилах построения простых и сложных предложений на профессиональные темы	Небольшие пробелы в знаниях о правилах построения простых и сложных предложений на профессиональные темы	Сформирована система знаний о правилах построения простых и сложных предложений на профессиональные темы

	особенности произношения и правила чтения текстов профессиональной направленности				
ПК 2.1 Осуществлять подготовку и оформление проектно-конструкторской документации для изготовления деталей узлов, секций корпусов.	Умения: пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов; интерпретировать данные контрольно-измерительных приборов; использовать типовые методики для теоретических расчетов	Отсутствие умений пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов	Фрагментарные, неполные умения пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов	Небольшие пробелы в умении пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов	Сформированное умение пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов
	Знания: основные методы программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения; характеристики применяемых в конструируемых изделиях материалов; основы проведения патентных исследований; методы и средства выполнения технических расчетов, вычислительных и графических работ; порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения расчетов, подготовки документации в текстовом и числовом виде, поиска и хранения информации; технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям, принципы их работы, условия монтажа и технической эксплуатации	Отсутствие знаний о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения	Несистемное использование знаний о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения	Небольшие пробелы в знаниях о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения	Сформирована система знаний о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения
ПК 2.2 Осуществлять подготовку и оформление проектно-конструкторской документации для изготовления деталей узлов, секций корпусов.	**Умения:** выполнять деталировку сборочных чертежей; корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации проектирования (далее - САПР) и других специальных программ;	Отсутствие умения выполнять деталировку сборочных чертежей; корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации проектирования и других специальных программ;	Фрагментарные, неполные умения выполнять деталировку сборочных чертежей; корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации проектирования и других специальных программ;	Небольшие пробелы в умении выполнять деталировку сборочных чертежей; корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации проектирования и других специальных программ;	Сформированное умение выполнять деталировку сборочных чертежей; корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации проектирования и других специальных программ;
	Знания: стандарты, технические условия и руководящие материалы на разрабатываемую техническую документацию, порядок ее оформления; технические регламенты, стандарты организации, регулирующие оформление проектно-конструкторской документации; порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения подготовки документации в текстовом и графическом виде, поиска и хранения информации	Отсутствие знаний о стандартах, технических условиях и руководящих материалах на разрабатываемую техническую документацию, порядке ее оформления; технических регламентах, стандартах организации, регулирующих оформление проектно-конструкторской документации	Несистемное использование знаний о стандартах, технических условиях и руководящих материалах на разрабатываемую техническую документацию, порядке ее оформления; технических регламентах, стандартах организации, регулирующих оформление проектно-конструкторской документации	Небольшие пробелы в знаньях о стандартах, технических условиях и руководящих материалах на разрабатываемую техническую документацию, порядке ее оформления; технических регламентах, стандартах организации, регулирующих оформление проектно-конструкторской документации	Сформирована система знаний о стандартах, технических условиях и руководящих материалах на разрабатываемую техническую документацию, порядке ее оформления; технических регламентах, стандартах организации, регулирующих оформление проектно-конструкторской документации

2. Уровень и критерии освоения компетенции, а также показатели и критерии оценки её сформированности

Уровень освоения	Критерии освоения	Показатели и критерии оценки сформированности компетенции
Продвинутый	*Компетенции сформированы* Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено на «отлично». Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин.
Базовый	*Компетенции сформированы.* Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальной оценкой, некоторые виды заданий выполнены с несущественными ошибками. Качество выполнения заданий оценено преимущественно на «хорошо». Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне.
Пороговый	*Компетенции сформированы.* Демонстрируется недостаточный уровень самостоятельности практического навыка	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. Качество выполнения заданий оценено преимущественно на «удовлетворительно». Если обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок.
Низкий	*Компетенции не сформированы* Демонстрируется отсутствие или фрагментарное наличие самостоятельности и практического навыка	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. Неспособность обучаемого самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции.

3. Описание шкал оценивания

Оценка	Результаты
Фронтальный опрос	
Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются четко, логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений, делаются обоснованные выводы, демонстрируются глубокие знания базовых нормативных и правовых актов, соблюдаются нормы литературной речи
Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно, материал излагается уверенно, демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер, соблюдаются нормы литературной речи, обучающийся демонстрирует хороший уровень освоения материала.
Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения ответов на поставленные вопросы, демонстрируются поверхностные знания вопроса, имеются затруднения с выводами, допускаются нарушения норм литературной речи.
Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине, имеются заметные нарушения норм литературной речи, обучающийся допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, не ориентируется в понятийном аппарате.
Практическая работа	
Отлично	Выставляется обучающемуся, чей результат анализа ситуации оказался наиболее всесторонним, чье решение или расчет оказался наиболее продуманным, логичным и предусматривающим большее количество альтернативных вариантов решений;
Хорошо	Выставляется обучающемуся, использовавшему методику или инструмент анализа с незначительными нарушениями, чья работа имеет незначительные погрешности
Удовлетворительно	Выставляется каждому обучающемуся, чья работа имеет нарушения, но в целом задание выполнено, анализ проведен поверхностно, в том числе с нарушением методики его проведения
Неудовлетворительно	Выставляется каждому обучающемуся, если работа выполнена с нарушением методики его выполнения, результаты не обоснованы, не сделаны выводы, выводы сделаны с грубыми нарушениями и не соответствует поставленной задаче.
Экзамен	
Отлично	выставляется, если обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала, знание основной и дополнительной литературы; последовательно и четко отвечает на вопросы билета и дополнительные вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала; подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой.
Хорошо	выставляется, если обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы; дает полные ответы на теоретические вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.
Удовлетворительно	выставляется, если обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне.
Неудовлетворительно	выставляется, если обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по разделу; не способен аргументировано и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые преподавателем вопросы или затрудняется с ответом; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

4. Типовые задания, характеризующие этапы формирования компетенций

4.1 Фронтальный опрос

Фронтальный опрос является одним из наиболее эффективных методов формирования и диагностики компетенций курсантов. Этот метод представляет собой коллективную форму взаимодействия между преподавателем и группой учащихся, в ходе которой каждому учащемуся задаются короткие вопросы, направленные на выявление уровня освоения пройденного материала.

Перечень примерных вопросов:

Тема 3.1. Конструирование корпуса судна по «Правилам Российского Морского Регистра Судоходства»

1. Какие существуют категории корпусных стальных конструкций, указанные в правилах РМРС?
2. Как выбрать подходящую систему набора перекрытия для конкретного типа судна?
3. Что такое шпация и какова рекомендуемая величина шпации в конструкции судна?
4. Какие факторы влияют на снижение металлоёмкости конструкций корпуса судна?
5. Как учесть коррозионные процессы при проектировании корпусных конструкций?
6. Какие классы сталей допускаются правилами РМРС для использования в судостроении?
7. Какие ограничения действуют в РМРС по применению некоторых видов металлов?
8. Какие расчетные характеристики материала используют при проектировании корпусных конструкций?
9. Какие внешние нагрузки воздействуют на корпус судна и как они рассчитываются?
10. Какие специфические нагрузки учитываются при проектировании судов специального назначения?

Тема 3.2. Проектирование и конструирование днищевой секции

1. Какие основные силы и напряжения воздействуют на днище судна?
2. Что такое местный изгиб днища и как он рассчитывается?
3. Как определяется толщина наружной обшивки днища?
4. Что такое «толстые пояски» и какова их роль в днищевой конструкции?
5. Как устроено соединение листов обшивки днища?
6. Какие типы балок набора днища предусмотрены правилами РМРС?
7. Как проводится расчет нагрузки на второе дно судна?
8. Как выбирают толщину настила второго дна?
9. Какие отличия в конструкции днища зависят от класса судна?
10. Как проверяют расчет прочности днищевых конструкций?

Тема 3.3. Проектирование и конструирование бортовой секции

1. Какие силовые нагрузки воспринимаются бортовыми конструкциями судна?
2. Каковы отличительные черты проектирования наружных обшивок борта?
3. Что представляет собой система набора бортовых конструкций?
4. Какие размеры бортовых балок рекомендуются правилами РМРС?
5. Как оценивают общую прочность бортовой конструкции?
6. Какие нагрузки оказывают наибольшее воздействие на бортовую конструкцию судна?
7. Как связаны размер шпации и общая прочность борта?
8. Какие мероприятия позволяют повысить долговечность бортовой конструкции?
9. Какие испытания проводятся для проверки прочности бортовой конструкции?
10. Какие альтернативные решения возможны при модернизации бортовой конструкции?

Тема 3.4. Проектирование и конструирование палубной секции

1. Какие нагрузки воздействуют на палубные конструкции судна?
2. Как формируется структура палубных конструкций и какие элементы включены в нее?
3. Как выбирается материал для палубных конструкций?
4. Какие меры принимают для повышения долговечности палубных конструкций?
5. Какие специфические требования предъявляют к палубным конструкциям транспортных судов?
6. Что такое настил палубы и каковы его функции?
7. Как определить размеры элементов палубных конструкций?
8. Какие требования выдвигает РМРС к устройству палубных покрытий?
9. Как производится крепление палубных конструкций к корпусу судна?
10. Какие тесты проводят для проверки надежности палубных конструкций?

Тема 3.5. Проектирование и конструирование секций переборок

1. Какие нагрузки испытывают переборки корпуса судна?
2. Какие виды переборок предусматриваются правилами РМРС?
3. Как подобрать необходимую толщину обшивки переборок?
4. Как распределяются связи в конструкции переборок?
5. Как проверить расчет прочности переборок?
6. Какие элементы составляют конструкцию переборок судна?
7. Какие нормативные документы регламентируют проектирование переборок?
8. Какие инновационные материалы можно применять в современных проектах переборок?
9. Как изменяется конструкция переборок в зависимости от назначения судна?
10. Какие инженерные решения помогают повысить безопасность экипажей и груза при повреждении переборок?

4.2 Практические работы

Практические работы являются важным методом формирования профессиональных компетенций у студентов, поскольку они позволяют закрепить теоретические знания, развить навыки самостоятельного принятия решений и повысить готовность к решению реальных проблем в профессиональной деятельности.

Практическая работа №1

Тема: Описание основных характеристик судна. Выбор и обоснование категории марки судостроительной стали.

Задание:

1. Изучить техническую документацию и охарактеризовать основные параметры судна (длину, ширину, осадку, водоизмещение, скорость, мощность главных двигателей).
2. Подобрать и обосновать категорию марки судостроительной стали, руководствуясь требованиями нормативной документации (например, «Правила классификации и постройки морских судов»).
3. Составить отчет, содержащий описание характеристик судна и обоснование выбора марки стали.

Практическая работа №2

Тема: Определение нормальной шпации и деление судна на отсеки.

Задание:

1. Определить нормальную шпацию для заданного судна.
2. Выполнить деление судна на отсеки, руководствуясь нормативными требованиями.
3. Оформить отчет, содержащий результаты расчетов и выполненные чертежи.

Практическая работа №3

Тема: Определение нагрузки на днищевое перекрытие

Задание:

1. Изучить исходные данные о судне и заданных параметрах нагрузки.
2. Выполнить расчет нагрузок на днищевое перекрытие.
3. Определить действующие усилия и напряжения в днищевом перекрытии.
4. Оформить отчет, содержащий расчетные данные и результаты анализа.

Практическая работа №4

Тема: Определение решений для избегания и исправления деформации конструкции при сварке

Задание:

1. Определить толщину наружной обшивки днища и настила второго дна.
2. Рассчитать размеры утолщённых поясов днищевой конструкции.
3. Оформить отчет, содержащий результаты расчетов и обоснование принятых решений.

Практическая работа №5

Тема: Определение размеров связей днищевого перекрытия по «Правилам…» Регистра

Задание:

1. Определить толщину наружной обшивки днища и настила второго дна.
2. Рассчитать размеры утолщённых поясов днищевой конструкции.
3. Оформить отчет, содержащий результаты расчетов и обоснование принятых решений.

Практическая работа №6

Тема: Определение нагрузки на бортовое перекрытие

Задание:

1. Изучить исходные данные о судне и заданных параметрах нагрузки.
2. Выполнить расчет нагрузок на бортовое перекрытие.
3. Определить действующие усилия и напряжения в бортовом перекрытии.
4. Оформить отчет, содержащий расчетные данные и результаты анализа.

Практическая работа №7

Тема: Определение толщины обшивки наружного и внутреннего бортов и размеров утолщённых поясьев.

Задание:

1. Определить расчетные нагрузки на борта судна.
2. Рассчитать толщину наружной и внутренней обшивки бортов.
3. Определить размеры утолщённых поясов (утолщённые ленты, усиленные элементы) для повышения прочности конструкции.
4. Оформить отчет, содержащий результаты расчетов и обоснование принятых решений.

Практическая работа №8

Тема: Определение размеров связей бортового перекрытия по «Правилам…» Регистра.

Задание:

1. Определить расчетные нагрузки на бортовое перекрытие.
2. Рассчитать и выбрать размеры связей бортового перекрытия (шпангоутов, стрингеров, поясов, флоров и т.д.).
3. Оформить отчет, содержащий результаты расчетов и обоснование принятых решений.

Практическая работа №9

Тема: Определение нагрузки на палубное перекрытие

Задание:

1. Изучить исходные данные о судне и заданных параметрах нагрузки.
2. Выполнить расчет нагрузок на палубное перекрытие.
3. Определить действующие усилия и напряжения в палубном перекрытии.
4. Оформить отчет, содержащий расчетные данные и результаты анализа.

Практическая работа №10

Тема: Определение толщины настила палубы и размеров утолщённых поясьев

Задание:

1. Определить расчетные нагрузки на палубное перекрытие.
2. Рассчитать толщину настила палубы.
3. Определить размеры утолщённых поясов палубного перекрытия.
4. Оформить отчет, содержащий результаты расчетов и обоснование принятых решений.

Практическая работа №11

Тема: Определение размеров связей палубного перекрытия по «Правилам…» Регистра

Задание:

1. Определить расчетные нагрузки на палубное перекрытие.
2. Рассчитать и выбрать размеры связей палубного перекрытия (шпангоутов, стрингеров, поясов, флоров и т.д.).
3. Оформить отчет, содержащий результаты расчетов и обоснование принятых решений.

Практическая работа №12

Тема: Определение нагрузки на поперечную переборку и толщины обшивки поперечной переборки. Определение размеров связей поперечной переборки по «Правилам…» Регистра

Задание:

1. Определить расчетные нагрузки на поперечную переборку.
2. Рассчитать толщину обшивки поперечной переборки.
3. Определить размеры связей поперечной переборки (шпангоутов, распорок, балок и т.д.).
4. Оформить отчет, содержащий результаты расчетов и обоснование принятых решений.

4.3 Экзамен

Примерные экзаменационные билеты:

Билет № 1

1. Основные положения Правил классификации и постройки морских судов.
2. Правила выполнения судостроительных чертежей: форматы, масштабы.

Практические задания:

1. Определите допускаемые напряжения в перекрытиях и конструкциях судна при известной величине действующей нагрузки.
2. Вычислите нормальную шпацию судна длиной 100 м, шириной 15 м и осадкой 5 м.

Билет № 2

1. Определение нагрузок на днищевое перекрытие судна.
2. Понятие об упругом теле и упругих системах.

Практические задания:

1. Рассчитайте толщину наружной обшивки днища судна с нагрузкой на перекрытие 100 кН/м².
2. Определите размеры связей днищевого перекрытия по «Правилам Регистра».

Билет № 3

1. Расчет нагрузки на бортовое перекрытие судна.
2. Основные правила нанесения размеров на чертежах судовых корпусных конструкций.

Практические задания:

1. Рассчитайте толщину обшивки наружного борта судна при известном уровне гидростатического давления.
2. Выполните деталировку сборочного чертежа бортовой секции судна.

Билет № 4

1. Определение нагрузки на палубное перекрытие судна.
2. Теория изгиба судовых конструкций.

Практические задания:

1. Выполните расчет толщины настила палубы судна при действующей нагрузке 150 кН/м².
2. Определите размеры связей палубного перекрытия по «Правилам Регистра».

Билет № 5

1. Проектирование и расчет геометрических характеристик составных частей балок набора корпуса.
2. Условные обозначения на судостроительных чертежах.

Практические задания:

1. Определите нормальную шпацию судна длиной 80 м, шириной 12 м и осадкой 4 м.
2. Постройте теоретический чертеж корпуса судна, выбрав нужный масштаб и сетку.

Билет № 6

1. Выбор и обоснование категории марки судостроительной стали.
2. Классификация рам судового корпуса.

Практические задания:

1. Определите толщину наружной обшивки днища судна при гидростатическом давлении 120 кН/м².
2. Выполните деталировку днищевой секции судна.

Билет № 7

1. Основные положения строительного нормирования судостроения.
2. Определение размеров связей бортового перекрытия по «Правилам Регистра».

Практические задания:

1. Рассчитайте нагрузку на палубное перекрытие судна при известных параметрах.
2. Выполните чтение чертежа мидель-шпангоута судна.

Билет № 8

1. Принципы расчета общей прочности корпуса судна.
2. Правила выполнения судостроительных чертежей: изображения — виды, сечения, разрезы.

Практические задания:

1. Определите нагрузку на бортовое перекрытие судна при заданных параметрах.
2. Выполните деталировку палубной секции судна.

Билет № 9

1. Классификация и расчет местной прочности судовых перекрытий.
2. Понятия о теориях прочности и устойчивости судовых конструкций.

Практические задания:

1. Определите толщину настила палубы судна при нагрузке 120 кН/м².
2. Выполните деталировку бортовой секции судна.

Билет № 10

1. Понятие об эквивалентном брусе и его расчет.
2. Основные правила нанесения технических требований на судостроительные чертежи.

Практические задания:

1. Определите нормальное напряжение в перекрытии судна при известной нагрузке.
2. Выполните деталировку секций переборок судна.

Билет № 11

1. Расчет нагрузок на палубное перекрытие судна.
2. Общие правила нанесения размеров на судостроительных чертежах.

Практические задания:

1. Определите толщину настила палубы судна при нагрузке 130 кН/м².
2. Выполните деталировку сборной конструкции палубной секции судна.

Билет № 12

1. Определение нагрузок на днищевое перекрытие судна.
2. Понятие о шпации и ее расчет.

Практические задания:

1. Определите толщину наружной обшивки днища судна при нагрузке 110 кН/м².
2. Выполните деталировку днищевой секции судна.

Билет № 13

1. Выбор и обоснование категории марки судостроительной стали.
2. Теория изгиба судовых конструкций.

Практические задания:

1. Определите размеры связей днищевого перекрытия по «Правилам Регистра».
2. Выполните деталировку бортовой секции судна.

Билет № 14

1. Основные положения Правил классификации и постройки морских судов.
2. Определение размеров связей палубного перекрытия по «Правилам Регистра».

Практические задания:

1. Определите толщину настила палубы судна при нагрузке 140 кН/м².
2. Выполните деталировку палубной секции судна.

Билет № 15

1. Проектирование и расчет геометрических характеристик составных частей балок набора корпуса.
2. Правила выполнения судостроительных чертежей: технические требования, таблицы и надписи.

Практические задания:

1. Определите нормальную шпацию судна длиной 90 м, шириной 14 м и осадкой 4,5 м.
2. Выполните деталировку сборочной конструкции днищевой секции судна.

Дополнительные пояснения к практическим заданиям:

- При выполнении расчетов и чертежей руководствуйтесь нормативными документами (например, «Правила классификации и постройки морских судов» Российского Морского Регистра Судоходства).
- При деталировке сборочных чертежей используйте стандартизированные условные обозначения и требования ГОСТ.

- Все расчеты и чертежи должны быть выполнены с указанием используемых формул и ссылок на нормативные документы.

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

Колледж

О.В. Жижикина, Е.Н. Зацепина

КОНСТРУКТОРСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА В СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Раздел 1. Прочность судна

Методические указания к изучению курса и выполнению практических работ для студентов специальности 26.02.02 *«Судостроение»*
очная и заочная форма обучения

Петропавловск-Камчатский
2026 г.

Жижикина Ольга Викторовна
Зацепина Елена Николаевна

Конструкторская подготовка производства в судостроительной организации. Раздел 1. Прочность судна. Методические указания к изучению курса и выполнению практических работ для студентов специальности 26.02.02 «Судостроение» – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2026. – 43 с.

Методические указания к изучению курса и выполнению практических работ для студентов специальности 26.02.02 «Судостроение» составлены в соответствии с требованиями к освоению основной образовательной программы подготовки выпускников по специальности 26.02.02 «Судостроение» федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

© КамчатГТУ, 2026

© Жижикина О.В., 2026
Зацепина Е.Н., 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСА 4
2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА 4
3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА 8
3.1 Содержание лекционных занятий 8
3.2 Практические занятия 10
4. ВОПРОСЫ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ 39
5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ 40

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСА
МДК 02.01. «Конструкторская подготовка производства судостроительной организации»

Курс предназначен для изучения студентами специальности 26.02.02 «Судостроение» и входит в профессиональный модуль ПМ.02 «Подготовка конструкторской документации по типовым методикам и инструкциям».

Этот курс направлен на формирование компетенций, необходимых для проектирования и разработки конструкторской документации судов и плавучих сооружений. По итогам освоения дисциплины студенты приобретают способность самостоятельно решать инженерно-технические задачи, грамотно оформлять проектную документацию и эффективно взаимодействовать с конструкторами и технологами судостроительных предприятий.

Курс состоит из трех разделов, каждый из которых включает лекционные и практические занятия. Итоговая аттестация проводится в форме зачета, дифференцированного зачета и экзамена.

2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА

Цель курса – формирование профессиональных компетенций студентов, позволяющих успешно осуществлять разработку конструкторской документации и организацию конструктивной подготовки производства на предприятиях судостроительной отрасли.

Основные задачи курса включают изучение:

– Освоение методов и приемов конструкторских работ применительно к специфике судостроительного производства.

– Формирование умения разрабатывать техническую документацию (чертежи, спецификации, расчеты).

– Овладение современными средствами автоматизированного проектирования (CAD-системы).

– Развитие навыков анализа требований заказчика и технических условий для изготовления продукции.

– Изучение процессов согласования технической документации внутри предприятия и с заказчиком.

В результате изучения междисциплинарного курса обучающийся должен:

иметь практический опыт:

– исполнения по типовым методикам теоретических расчетов под руководством ответственного исполнителя;

– оформления результатов теоретических расчетов;

– выполнения технических расчетов и расчетов экономической эффективности в соответствии с типовыми расчетами, программами и методиками;

– исполнения технических решений по проектированию деталей, узлов, конструкций с использованием средств автоматизации проектирования по отработанным прототипа;

– подбора типовой документации для разработки рабочей конструкторской и эксплуатационной документации;

– исполнения рабочей конструкторской документации под руководством ответственного исполнителя;

– выполнения необходимых изменений в чертежах сборочных единиц и деталей, схемах механизмов, монтажных чертежах по эскизным документам или с натуры под руководством ответственного исполнителя;

– деталировки сборочных чертежей под руководством ответственного исполнителя;

– исполнения корректировки по замечаниям о несоответствии элементов чертежей в конструкторской документации под руководством ответственного исполнителя.

уметь:

– распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части;

– определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы;

– выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;

– владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;

– оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);

– определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации;

– выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска;

– оценивать практическую значимость результатов поиска;

– применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;

– использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности;

– использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач;

– определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;

– применять современную научную профессиональную терминологию;

– определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования;

– выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи;

– определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности, выявлять источники финансирования;

– презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности;

– определять источники достоверной правовой информации;

– составлять различные правовые документы;

– находить интересные проектные идеи, грамотно их формулировать и документировать;

– оценивать жизнеспособность проектной идеи, составлять план проекта;

– организовывать работу коллектива и команды;

– взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности;

– грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;

– проявлять толерантность в рабочем коллективе;

– определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности;

– по специальности, осуществлять работу с соблюдением принципов бережливого производства;

– организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона;

– понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

– участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы;

– строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности;

– кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые);

– писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы;

– пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации;

– использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов;

– интерпретировать данные контрольно-измерительных приборов;
– использовать типовые методики для теоретических расчетов;
– выполнять деталировку сборочных чертежей;
– корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации проектирования (далее - САПР) и других специальных программ.

знать:

– актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;
– структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;
– основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте;
– методы работы в профессиональной и смежных сферах;
– порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности;
– номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности;
– приемы структурирования информации;
– формат оформления результатов поиска информации;
– современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства;
– содержание актуальной нормативно-правовой документации;
– современная научная и профессиональная терминология;
– возможные траектории профессионального развития и самообразования;
– основы предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности;
– правила разработки презентации;
– основные этапы разработки и реализации проекта;
– психологические основы деятельности коллектива;
– психологические особенности личности;
– правила оформления документов;
– правила построения устных сообщений
– основные ресурсы, задействованные;
– в профессиональной деятельности;
– пути обеспечения ресурсосбережения;
– правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы;

– основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика);

– лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности;

– особенности произношения;

– правила чтения текстов профессиональной направленности;

– основные методы программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения;

– характеристики применяемых в конструируемых изделиях материалов;

– основы проведения патентных исследований;

– методы и средства выполнения технических расчетов, вычислительных и графических работ;

– порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения расчетов, подготовки документации в текстовом и числовом виде, поиска и хранения информации;

– технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям, принципы их работы, условия монтажа и технической эксплуатации;

– стандарты, технические условия и руководящие материалы на разрабатываемую техническую документацию, порядок ее оформления;

– технические регламенты, стандарты организации, регулирующие оформление проектно-конструкторской документации;

– порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения подготовки документации в текстовом и графическом виде, поиска и хранения информации.

3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

3.1 Содержание лекционных занятий

Раздел 1. Прочность судна

Тема 1.1. Проектирование судов, судовых перекрытий и узлов корпуса судна

Введение. Основы расчетного проектирования судов и кораблей. Внешние нагрузки и работа корпусных конструкций.

Нормы прочности морских судов по Правилам Регистра и нормирование прочности перекрытий и конструкций.

Нормирование местной прочности корпуса судовых перекрытий. Основы проектирования судовых перекрытий, конструкций и узлов судового корпуса.

Проектирование и расчет геометрических характеристик составных частей балок набора корпуса.

Тема 1.2. Основы строительной механики судна

Понятие об упругом теле и упругих системах и их свойствах. Статические и динамические задачи теории упругости. Обобщенный закон Гука. Потенциальная энергия упругого тела. Понятие о теориях прочности.

Строительная механика корабля – наука о прочности судов.

Теория изгиба судовых конструкций. Изгиб статически определимых балок. Изгиб статически неопределимых однопролетных балок. Применение метода наложения для статически неопределимых однопролетных балок. Построение эпюр перерезывающих сил и изгибающих моментов для статически неопределимых однопролетных балок.

Примеры неразрезных многопролетных балок набора перекрытий корпуса. Расчет многопролетных неразрезных балок с помощью теоремы трех моментов.

Построение эпюр перерезывающих сил и изгибающих моментов для неразрезных многопролетных балок.

Классификация рам судового корпуса. Построение эпюр перерезывающих сил и изгибающих моментов для рам. Идеализация перекрытий в виде системы балок.

Устойчивость стержневых систем. Классификация пластин судового корпуса. Понятие об эйлеровых напряжениях.

Внешние, статические и динамические силы, вызывающие общий продольный изгиб корпуса судна на тихой воде и на волне.

Виды деформаций корпуса при продольном изгибе. Разбивка сил веса на 20 теоретических шпаций. Построение кривой нагрузки.

Понятие об эквивалентном брусе. Расчет эквивалентного бруса в первом приближении. Основы расчетов по методу предельных нагрузок.

Тема 1.3. Расчеты местной прочности судовых перекрытий

Расчеты местной прочности днищевого перекрытия: Определение нагрузок на днище: гидростатическое давление, вес оборудования и грузовые силы, Оценка напряженного состояния балочных конструкций днища (стрингеры, флоры), Проверка устойчивости листов днища против потери формы («бухт»), Использование формул строительной механики для расчета изгибающих моментов и касательных усилий.

Расчеты местной прочности бортового перекрытия: Анализ распределения напряжения вдоль борта и выбор оптимальных точек крепления продольных ребер жесткости, Подбор оптимального сечения шпангоутов и обшивки борта исходя из величины приложенных сил, Проведение проверки прочности рамных связей (углы соединения вертикальной и горизонтальной частей набора).

Расчеты местной прочности палубного перекрытия: Выбор схем армирования палубы и определение минимально необходимого количества несущих элементов, Исследование характера деформаций при воздействии локальных сосредоточенных нагрузок, Контроль прогибов и оценка риска появления трещин и разрушений на поверхности палубы.

Расчеты местной прочности водонепроницаемых переборок: Учёт статического и динамического напора жидкости, действующих на стенку переборки, Описание особенностей восприятия нагрузки вертикальным набором переборочной стенки, Рассмотрение критериев оценки трещинообразования и повреждения перегородок при аварийных ситуациях.

Тема 1.4. Экспериментальная оценка прочности судов. Общая и местная вибрация

Свободные и вынужденные колебания и их параметры. Явления резонанса. Различные виды вибрации судна, корпусных конструкций. Расчеты местной и общей вибрации. Экспериментальные методы определения напряжений и деформаций в судовом корпусе.

3.2 Практические занятия

Практическая работа № 1

Тема: «Определение допускаемых напряжений в перекрытиях и конструкциях»

Цель: закрепить навык определения допускаеиых напряжений в перекрытиях и конструкциях.

Задание: решить задачи на определение допускаемых напряжений, сделать вывод о допускаемых напряжениях в конструкции.

Задачи:

На балку, свободно опёртую на опорах, на расстоянии 3м от первой опоры действует сосредоточенная сила в 20000 Н. Определить прочность балки, выполненной из углеродистой качественной стали марки 45. Балка выполнена из полособульба № 8, длина балки 8м

На балку, свободно опёртую на опорах, по всей длине действует распределённая по прямоугольному закону нагрузка в 3кН/м. Определить прочность балки, выполненной из углеродистой стали обыкновенного качества марки ВСт4. Балка выполнена из угловой неравнобокой стали № 18, длина балки 6м.

На балку, свободно опёртую на опорах, на участке 3м по центру действует распределённая по закону треугольника нагрузка в 4кН/м. Определить

прочность балки, выполненной из углеродистой стали обыкновенного качества марки ВСт4. Балка выполнена из угловой неравнобокой стали № 10, длина балки 10 м.

На балку, свободно опёртую на опорах, по всей длине действует распределённая по закону трапеции нагрузка в 2кН/м. Определить прочность балки, выполненной из углеродистой стали обыкновенного качества марки ВСт3. Балка выполнена из угловой неравнобокой стали № 12, длина балки 6 м.

На балку, жёстко заделанную одним концом, по всей длине действует распределённая по закону треугольника нагрузка в 5кН/м. Определить прочность балки, выполненной из низколегированной стали марки 10ХСН. Балка выполнена из угловой неравнобокой стали № 16, длина балки 8 м.

На балку, свободно опёртую на опорах, на участке 4 м от первой опоры действует распределённая по прямоугольному закону нагрузка в 3кН/, на расстоянии 2 м от второй опоры действует сосредоточенная сила в 4кН. Определить прочность балки, выполненной из углеродистой качественной стали марки 30. Балка выполнена из прямоугольного проката размерами 50х60 мм, длина балки 12м.

Практическая работа №2

Тема: «Проектирование составных частей балок корпуса и определение их характеристик табличным способом».

Цель: научиться подбирать составные части балок корпуса судна и определять их характеристики на основе табличного метода.

Задание: научится проектировать составные части балок корпуса и определять их характеристики табличным способом.

Теоретические сведения:

Размеры поперечного сечения балок должны удовлетворять условию:

$$\sigma \leq \sigma_{доп},$$

где

$\sigma = M/W$ – действующее напряжение (от нагрузки балки), МПа M –изгибающий момент в сечениях балки, кНм

W – момент сопротивления поперечного сечения балки, см3

$\sigma_{доп} = n\sigma_{тек}$ - допускаемое напряжение (от марки материала балки), МПа

Балки судовых перекрытий работают на изгиб совместно с обшивкой или настилом, к которым они приварены. Эту часть обшивки или настила называют присоединённым пояском. Ширина присоединённого пояска равна расстоянию между балками.

Пример расчёта момента сопротивления поперечного сечения тавровой составной балки с размерами, указанными на рисунке ниже.

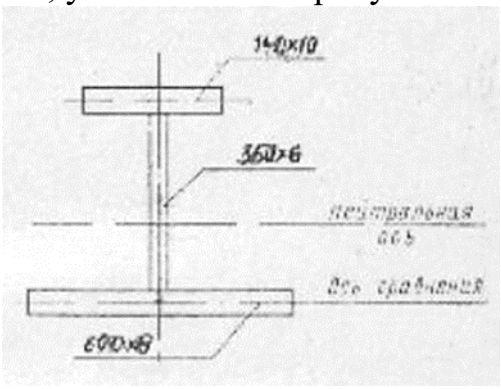


Рисунок 1 Пример расчета

Расчёт производится в табличной форме.

Таблица 1 – Момент сопротивления составной балки

Номер слоя	Элементы сечения	Размеры, мм	Площадь F, см²	Отстояние центра тяжести элемента от оси сравнения a, см	Статический момент относительно оси сравнения Fy, см³	Моменты инерции, см⁴	
						собственный	переносный Fy²
1	Присоединенный пояс	600×8	48	0	0	—	0
2	Стенка	360×6	21	17,9	376	2150	6 720
3	Свободный пояс	140×10	14	35,9	502	—	18 000
	Сумма	—	A=83	—	B=878	C=26 870	

Отстояние нейтральной оси от оси сравнения

$$e = B/A = 878/83 = 10{,}6 \text{ см}$$

Момент инерции относительно нейтральной оси

$$J = C - e2A = 26870 – 10{,}62 \cdot 83 = 17570 \text{ см}4$$

Момент сопротивления нижней кромки сечения

$$W1 = J/h1 = 17570/11 = 1600 \text{ см}3$$

Момент сопротивления верхней кромки сечения

$$W2 = J/h2 = 17570/25{,}8 = 681 \text{ см}3$$

Минимальный момент сопротивления W2 = 681 см3

Приближённые формулы для определения минимального момента сопротивления тавровых балок:

$$W_{мин} = h(F + \omega/k)$$

$$K = 6(2\,F1 + \omega) / (4F1 - 2\,F + \omega),$$

где

F – площадь свободного пояска, см2

F1 – площадь присоединённого пояска, см2

ω – площадь стенки, см2

h –высота стенки, см

Формула для прикидки минимального момента сопротивления

$$W_{мин} = hF$$

Исходные данные составной балки приведены в следующих вариантах задания:

Стенка - 200х8; 230х10; 300х10; 320х10; 360х12; 400х12; 450х12; 480х14
Полка - 100х10; 100х12; 120х12; 150х12; 180х14; 200х14; 220х14; 240х16
Пр.поясок - 600х8; 600х10; 800х10; 900х10; 900х12; 1000х12; 1000х12; 1200х14

Последовательность выполнения расчёта

1. .Начертить поперечное сечение составной тавровой балки с указанием оси сравнения.
2. .Составить таблицу с указанием размеров элементов балки и их отстояния от оси сравнения.
3. .Определить в таблице площади поперечных сечений элементов балки, их статических моментов и моментов инерции относительно оси сравнения.
4. .Определить суммы площадей «А», суммы статических моментов «В», суммы моментов инерции «С».
5. .Определить отстояние нейтральной оси от оси сравнения: $e = B/A$.
6. .Определить момент инерции сечения балки относительно нейтральной оси: $I = C – e2\ A$.
7. .Определить момент сопротивления верхней кромки сечения балки и нижней кромки сечения:

$$W_в = I / h_в\ ;\ W_н = I / h_н\ 8$$

8. Сделать проверку расчёта по приближённым формулам.

Практическая работа №3

Тема: «Определение с помощью таблиц элементов изгиба однопролетных статически определимых балок».

Цель: Закрепить навыки по расчету элементов изгиба однопролетных статически определимых балок, научиться использовать таблицы и стандартные формулы для быстрого определения реакций, внутренних моментов и сил изгиба.

Задание:

Изучить теоретические сведения и пример расчета. Решить задачи.

Теоретические сведения:

Статически определимая однопролетная балка - балка, реакции которой можно определить через уравнения равновесия.

В расчетах используют таблицы с заранее подготовленными значениями для различных условий опирания и типов нагрузок.

Элементы изгиба: реакции опор, внутренние силы, моменты и усилия.

Алгоритм расчета:

1. Определить тип балки и опорных условий (примеры: двусторонняя опора, закрепление).

2.Задать параметры нагрузки (равномерная, точечная, распределенная).

3.Определить реакции опор: воспользоваться уравнениями равновесия.

4.Воспользоваться таблицами для нахождения внутренних моментов и сил на основе геометрии и нагрузки.

5.Подставить значения и получить искомые элементы.

6.Проверить и сделать вывод.

Пример расчета:

Исходные данные:

Балка длиной 6 м, опертая на концах с равномерной нагрузкой Q =10кН/м\

Решение:

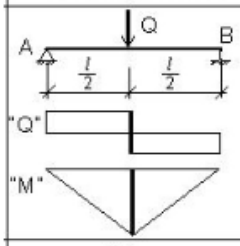
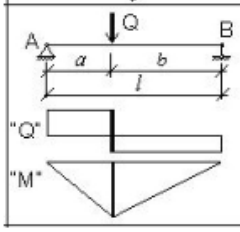
1. Реакции опор (наиболее простые, т.к. равномерная нагрузка)

RA=*RB*= Q ×*l*//222=10×6/2=30 kH

2. Максимальный изгибающий момент в центре

M_{max}= Q×l^2/8=10×6^2/8=45 kH

3. Для определения прогиба используем справочную таблицу:

Расчетная схема, нагрузки и эпюры	Опорные реакции	Изгибающий момент	Прогиб балки	Угол поворота на опорах
	$A = B = \frac{Q}{2}$	$M = \frac{Qx}{2}$ $(0<x<\frac{l}{2})$ $M = \frac{Q(l-x)}{2}$ $(\frac{l}{2}<x<l)$ $M_{max} = \frac{Ql}{4}$	$f = \frac{Qx}{48EI}(4x^2 - 3l^2)$ $f_{max} = -\frac{Ql^3}{48EI}$	$\Theta_A = \Theta_B = \frac{Ql^2}{16EI}$
	$A = \frac{Qb}{l}$ $B = \frac{Qa}{l}$	$M = \frac{Qbx}{l}$ $(0<x<a)$ $M = \frac{Q(la-xa)}{2}$ $(a<x<l)$ $M_{max} = \frac{Qab}{l}$	$f = -\frac{Qb^2a^2}{3lEI}$ при $x = a$	$\Theta_A = \frac{Ql^2}{6EI}(\frac{b}{l} - \frac{b^3}{l^3})$ $\Theta_B = \frac{Ql^2}{6EI}(\frac{a}{l} - \frac{a^3}{l^3})$

Задачи:

1. Балка длиной 8 м, закреплена с одного конца, с точечной нагрузкой 15 кН, расположенной в центре. Определить реакции, внутренние моменты и силы.

2. Балка длиной 10 м, опертая на концах, с равномерной нагрузкой 8 кН/м. Найти реакции, максимальный изгибающий момент.

3. Балка длиной 5 м, закрепленная с обоих концов, с равномерной

нагрузкой 12 кН/м. Определить реакции, реакции изгиба, внутренние моменты.

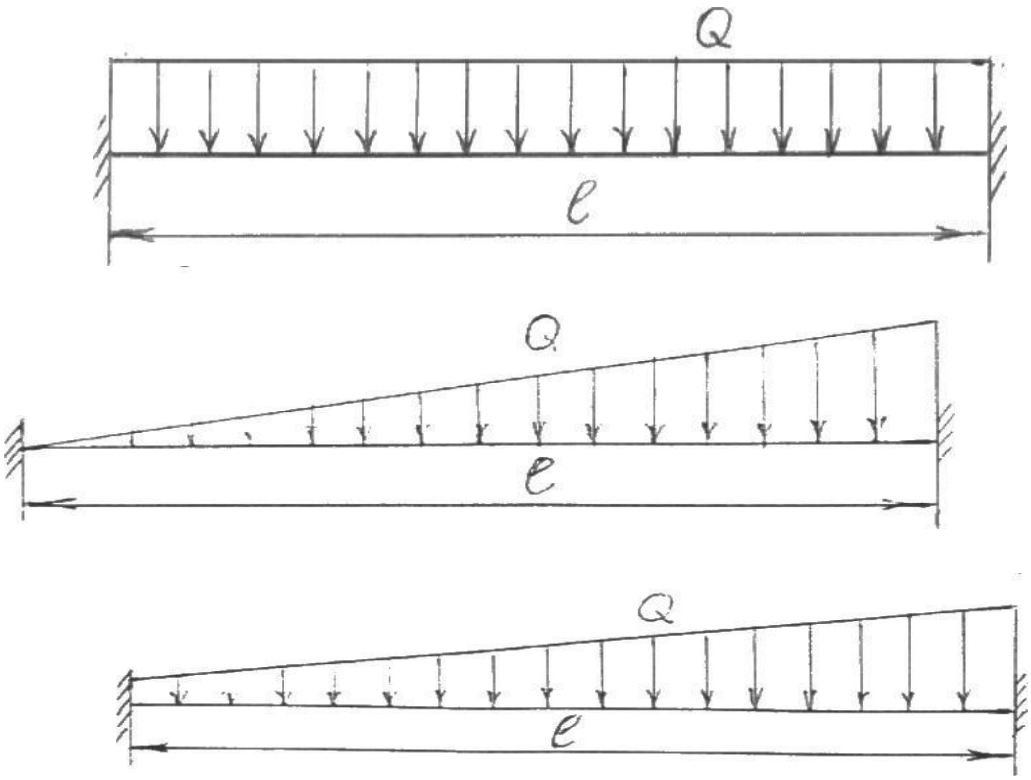
Практическая работа №4

Тема: «Раскрытие статической неопределимости однопролетных статически неопределимых балок».

*Цель***:** научиться проводить расчет статически неопределимых балок.

*Задание***:** провести расчет статически неопределимых балок.

Расчётные схемы балок



Для указанных расчётных схем балок раскрыть статическую неопределимость и построить эпюры изгибающих моментов и перерезывающих сил.

Расчётные формулы нагрузок

Равномерно распределённая нагрузка: $Q = q\,l$

Нагрузка, распределённая по закону треугольника:

$Q = q\,l/2$

Нагрузка, распределённая по закону трапеции:

$Q = (q1 + q2)\,l/2$

Исходные данные приведены в следующих вариантах заданий:

Варианты заданий

q = 1,5 т/м; 1,8 т/м; 2,0 т/м; 2,2 т/м; 2,6 т/м; 2,8 т/м; 3,0 т/м;

q_1 =	1,3 т/м;	1,4 т/м;	1,5 т/м;	1,6 т/м;	1,8 т/м;	1,9 т/м;	2,1 т/м;
q_2 =	1,9 т/м;	2,0 т/м;	2,4 т/м;	2,5 т/м;	2,6 т/м;	2,8 т/м;	3,5 т/м;
l =	5,0 м;	4,2 м;	6,5 м;	5,8 м;	4,5 м;	3,5 м;	5, 4 м;

Последовательность выполнения расчётов:

- составление уравнений статики;
- в качестве неизвестных берём реакции опор;
- определяем с помощью справочных таблиц для статически определимых балок углы поворота на опорах, считая балки загруженными только пролётной нагрузкой;
- определяем с помощью справочных таблиц для статически определимых балок углы поворота на опорах, считая балки загруженными только сосредоточенными моментами (отдельно от момента на левой опоре и отдельно от момента на правой поре);
- на основании принципа наложения составляем дополнительные два уравнения, принимая во внимание, что углы поворота в заделках равны нулю решаем уравнения и определяем моменты, действующие в заделках;
- подставляя в уравнения статики полученные моменты, определяем неизвестные реакции опор, определяем изгибающие моменты (с помощью таблиц) и строим эпюру;
- определяем перерезывающие силы (с помощью таблиц) и строим эпюру;
- по эпюрам определяем опасные сечения балок;

Практическая работа № 5

Тема: «Раскрытие статической неопределимости многопролетных балок при помощи теоремы трех моментов»

Цель: закрепить умения по раскрытию статической неопределимости многопролетных балок.

Задание: решить задачи предложенного варианта-задания (вдается преподавателем).

Теоретические сведения:

Теорема трех моментов используется для расчёта статически неопределимых многопролетных балок, позволяющая найти опорные моменты, превращая задачу в систему линейных уравнений, где неизвестные - моменты в опорах, а уравнения связаны с перемещениями, выраженными через пролеты, нагрузки и жесткость. Суть в том, что она связывает моменты на смежных опорах, учитывая изгибы и пролеты балок, что позволяет раскрыть статическую неопределимость, т. е. найти опорные реакции и внутренние усилия в сложных балках, для которых одних уравнений равновесия недостаточно, используя уравнения перемещений.

Суть теоремы и принцип раскрытия неопределимости.

1. Статическая неопределимость: многопролетные балки имеют «лишние» опоры (или внутренние жесткие связи), которые делают невозможным определение всех опорных реакций только с помощью уравнений статики.

2. Преобразование: с помощью теоремы трех моментов балка «разрезается» в опорах, а действие опор заменяется неизвестными опорными моментами Mi, Mi+1.

3. Уравнения перемещений: теорема основана на равенстве углов поворота сечений в смежных опорах (условие неразрезности), выраженном через моменты и нагрузки.

4. Система уравнений: для балки с n пролетами (и n+1 опорами) получается система из n−1 уравнений (для промежуточных опор), которые позволяют найти n−1 неизвестных опорных моментов.

5. Формула теоремы трех моментов: для трех смежных опор i−1, i, i+1 с пролетами li и li+1, нагрузками и жесткостями, уравнение записывается так, чтобы выразить смещения: $Mi{-}1 \cdot li{-}1 + 2 \cdot Mi \cdot (li{-}1 + li) + Mi{+}1 \cdot li = Fi$ (нагрузки, пролеты),

где Mi−1, Mi, Mi+1 – моменты в опорах,

li−1, li – длины пролётов.

Алгоритм решения:

1. Определение степени неопределимости: определить количество «лишних» опор.

2. Составление системы уравнений: записать уравнения теоремы трех моментов для всех промежуточных опор.

3. Решение системы: решить полученную систему линейных уравнений для нахождения всех опорных моментов.

4. Определение опорных реакций: после нахождения моментов, балка становится статически определимой на каждом пролете, и опорные реакции определяются из уравнений равновесия для каждого пролета по отдельности.

Таким образом, теорема трех моментов – это удобный способ раскрыть статическую неопределимость многопролетных балок, сведя сложную задачу к решению системы алгебраических уравнений.

Практическая работа № 6

Тема: «Расчеты прочности простых рам с неподвижными узлами»

Цель: закрепить навыки расчета простых рам с неподвижными узлами

Задание: Решить задачи предложенного варианта-задания (вдается преподавателем).

Теоретические сведения

Расчет прочности простых рам с неподвижными (жесткими) узлами сводится к определению внутренних усилий (изгибающих моментов, поперечных

и продольных сил) в элементах рамы и их проверке на соответствие допустимым напряжениям материала, используя законы сопротивления материалов и методы статики, при этом статически неопределимые рамы требуют дополнительных методов (метод сил, смещений), а основные этапы включают: сбор нагрузок, определение опорных реакций, построение эпюр внутренних усилий и проверку по напряжениям и перемещениям (для нелинейных расчетов), учитывая как статическую определимость, так и устойчивость элементов.

Жесткий узел: узел, в котором угол между соединяемыми стержнями не меняется при деформации;

Статическая неопределимость: характеристика конструкции, когда число неизвестных реакций или усилий больше числа уравнений равновесия;

Допустимые напряжения: предельные напряжения, которые материал может выдержать без разрушения или чрезмерных деформаций.

Алгоритм расчета:

1. Определение статической определимости:

- статически определимые рамы: число неизвестных реакций равно числу уравнений равновесия (3 для плоской рамы), реакции находятся из уравнений статики;

- статически неопределимые рамы: число неизвестных реакций превышает число уравнений статики, требуют применения метода сил или метода перемещений.

2. Сбор нагрузок: определение всех действующих нагрузок (постоянных, временных, ветровых и т.д.) и их приведение к узлам и элементам рамы.

3. Определение опорных реакций:

- для статически определимых рам – из уравнений равновесия (ΣF=0, ΣM=0);

- для неопределимых рам – по специальным методикам (метод сил, метод начальных параметров и др.).

4. Определение внутренних усилий:

- метод сечений: рама «разрезается» воображаемым сечением, и для одной из частей прикладываются опорные реакции и внешние нагрузки;

- построение эпюр: графическое изображение изменения внутренних усилий (изгибающего момента M, поперечной силы Q, продольной силы N) вдоль стержней рамы.

5. Проверка прочности:

- по напряжениям: максимальные напряжения (нормальные и касательные) в элементах рамы не должны превышать допустимые значения, установленные нормативами ($\sigma_{max} \leq [\sigma]$, $\tau_{max} \leq [\tau]$);

- проверка устойчивости: проверка отдельных сжатых стержней рамы на потерю устойчивости;

- проверка жесткости: расчет максимальных прогибов и перемещений элементов, чтобы они не превышали допустимых пределов.

Практическая работа № 7

Цель: понять и освоить методику расчета перекрытия в строительных конструкциях судов, при которой обеспечивается равномерное распределение прогибов (стрелок) в узлах пересечения балок главного направления и перекрестных связей.

Задание:

1. Изучить теоретические сведения.
2. Решить предложенное задание.

Теоретические сведения

Перекрытие — конструктивное соединение элементов, которое обеспечивает передачу усилий и деформаций между ними, позволяя равномерно распределить прогибы.

Метод приравнивания стрелок:

- В узлах пересечения балок различных направлений (главного и поперечного) допускается рассматривать прогибы как равные по величине.
- Расчет основывается на вычислении прогибов каждой балки отдельно и подборе их параметров так, чтобы стрелки в соединенных узлах совпадали.

Основные уравнения

Для каждой балки по формулам теории изгиба могут выводиться выражения для прогибов в узлах, которые зависят от нагрузок, длины балки, моментов инерции, жесткости и других параметров.

Порядок выполнению задания:

1. Анализ конструкции и заданных данных

- Определить схему пересечения балок: балки главного направления (Длина L1), балки перекрестные (Длина L2)
- Исходные данные: нагрузки, геометрические параметры, свойства материалов (моменты инерции, жесткости), способы закрепления.

2. Расчет прогибов каждой балки:

- Для каждой балки по заданной модели (например, балка на опорах или с равномерной нагрузкой) определить выражения для прогибов в узлах пересечения.
- Использовать формулы или методы теории изгиба (например, уравнения Эйлера-Бернулли).

3. Формулировка условия равенства стрелок.

- Записать уравнение приравнивания прогибов в узле пересечения.
- Решить это уравнение относительно неизвестных параметров (например, жесткости, масштаба нагрузок, или других переменных)

4. Подбор параметров и проверка:

- Провести расчет с учетом полученных решений.
- Построить графики прогибов.

5. Проверка:

- Проверить, что стрелки в узлах действительно совпадают.
- Оценить долговечность и жесткость конструкции.

Задание для самостоятельной работы

На конструкции судна имеется пересечение двух балок (одна - главного направления, другая - поперечного), длины 5 м и 3 м соответственно.

Исходные данные:

- Балка главного направления: (L1 = 5м), (EI_1 = 4 МН·м^2), равномерная нагрузка (q_1 = 12,кН/м)
- Балка поперечная: (L2 = 3м), \(EI_2 = 2.5 МН·м^2), равномерная нагрузка (q_2 = 10 кН/м)

Задача:

Рассчитать прогибы в узле пересечения и определить параметры для приравнивания стрелок. Построить графики прогибов и сделать необходимые выводы.

Рекомендации по выполнению задания:

- Используйте стандартные формулы теории изгиба для вычисления прогибов.
- Проводите сравнение наглядно, строя графики.
- Обратите особое внимание на точность расчетов для корректного совпадения стрелок.

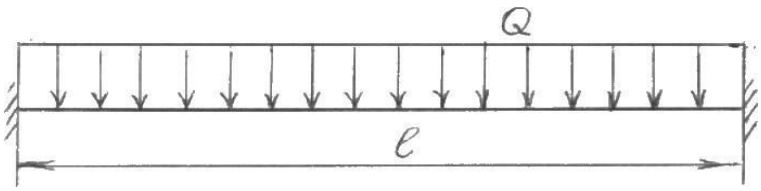
Практическая работа № 8

Тема: «Расчеты судовых корпусных конструкций: пиллерсов, стоек переборок и балок на устойчивость»

Расчёт горизонтальной стойки

Горизонтальные стойки рассматриваются как однопролётные балки, жёстко заделанные на рамных стойках, загруженные равномерно распределённой нагрузкой.

Расчётная схема стойки



Полная нагрузка на стойку определяется по формуле:

$$Q = q\,l$$

где $q = h\,\rho\,a$ - интенсивность распределённой нагрузки на единицу длины h – высота напора столба воды на уровне рассчитываемой стойки, м;

$\rho = 1{,}025$ т/м^3 - плотность морской воды;

a - шпация, м;

l - пролёт стойки (расстояние между рамными стойками), м;

Максимальный изгибающий момент, действующий в сечениях стойки, определяется по формуле :

$$M_{max} = Q\,l / 24$$

Местная прочность стойки, как и других конструкций, определяется сравнением действующих напряжений с допускаемыми

Допускаемые напряжения определяются по формуле:

$$\sigma_{доп} = n\,\sigma_{тек}$$

где n - коэффициент запаса прочности горизонтальной стойки;

$\sigma_{тек}$ - предел текучести материала стойки;

МПа Действующие напряжения определяются по формуле

$$\sigma = M_{max} / W$$

где W - момент сопротивления горизонтальной стойки, определяемый для профильной балки по соответствующему ГОСТу.

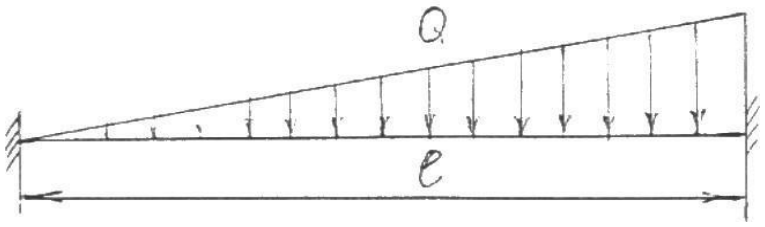
Прочность горизонтальной стойки считается обеспеченной при условии: действующие напряжения должны быть меньше допускаемых напряжений

$$\sigma < \sigma_{доп}$$

Расчёт рамной стойки

За расчётную высоту рамной стойки принимается расстояние между вторым дном и верхней палубой. Рамная стойка считается жёстко заделан ной на опорах

Расчётная схема рамной стойки для сухогруза



Максимальный изгибающий момент, действующий в сечениях рамной стойки, определяется по формуле

$M_{max} = Q\,l / 23{,}3$

где $Q = q\,l/2$ - расчётная нагрузка на рамную стойку;

$q = h_д\,\rho\,b$ - интенсивность распределённой нагрузки на единицу длины;

$h_д$ - высота напора столба воды на уровне второго дна, м;

$\rho = 1{,}025$ т/м^3 - плотность морской воды;

b - расстояние между рамными стойками, м;

l - пролёт шпангоута, м;

Местная прочность рамной стойки, как и других конструкций, определяется сравнением действующих напряжений с допускаемыми

Допускаемые напряжения определяются по формуле

$$\sigma_{доп} = n\,\sigma_{тек}$$

где n - коэффициент запаса прочности рамной стойки;

$\sigma_{тек}$ - предел текучести материала стойки, Мпа.

Действующие напряжения определяются по формуле

$$\sigma = M_{max} / W$$

где W - момент сопротивления рамной стойки, определяемый как для тавровой балки по справочной таблице.

Прочность рамной стойки считается обеспеченной при условии: действующие напряжения должны быть меньше допускаемых напряже- ний

$$\sigma < \sigma_{доп}$$

Практическая работа № 9

Тема: «Расчет абсолютно жестких пластин на изгиб и устойчивость по приближенным формулам, графикам»

Цель: Познакомиться с методами определения прогиба и устойчивости абсолютно жестких пластин под действием изгибающих нагрузок.

- Научиться применять приближенные формулы, пользоваться графиками и строить графики для оценки прогибов.
- На практике определить допустимые нагрузки и параметры пластин при проектировании судовых конструкций.

Задание:

1. Построить график зависимости прогиба w(q) по приближенной формуле.
2. Определить допустимую нагрузку с учетом максимального допустимого проги-ба.
3. Определить критическую нагрузку qкр по графику устойчивости.
4. Сделать вывод о допустимых параметрах эксплуатации пластин.

Теоретические сведения

Абсолютно жесткая пластина - в рамках модели пластина считается абсолютно жесткой, если ее форма и размеры остаются практически без изменений при нагрузках, а все точки пластинки перемещаются с одинаковой стрелкой (прогибом).

Закон изгиба пластин:

Максимальный прогиб w_{max} для пластинки при равномерной нагрузке (q определяется приближенными формулами или графиками, например:

$$w_{max} = \frac{\alpha q a^4}{E t^3}$$

где:

- α - коэффициент, зависящий от формы и условий закрепления (может быть получен по графику);
- q – статическая нагрузка;
- a - длина стороны пластинки;
- E - модуль упругости материала;
- t - толщина.

Устойчивость - графики показывают зависимость критической нагрузки $q_{ст}$ от параметров пластинки. При предельных значениях пластина теряет устойчивость.

Порядок выполнения работы

1. Подготовка исходных данных

- Определите размеры пластинки a, b, толщину t, материал (модуль упругости E), распределенную нагрузку q.

2. Построение или использование графика для прогибов:

- Используйте графики, где по оси q откладывается прогиб w.
- Для заданных размеров и материалов найдите коэффициент α, соответствующий форме конструкции.

3. Расчет прогиба:

- Найдите w_{max} по формуле или графику.
- Постройте график: по оси q - нагрузка, по оси w - прогиб. Отметьте точку перехода на допустимый уровень прогиба.

4. Проверка устойчивости

- Определите максимально допустимую нагрузку q_{max} из графика устойчивости.
- Проанализируйте полученные данные.

Задание для самостоятельной работы:

Проектируется пластина для судна со следующими исходными данными:

- Размеры: a = 2.5,м, b = 2,м
- Толщина t = 12,мм
- Материал: сталь (E = 210,ГН/м^2)
- Распределенная нагрузка q: определить максимальную нагрузку по графику прогибов и критическую нагрузку по графику устойчивости.

Порядок выполнения:

1. Построить график зависимости прогиба w(q) по приближенной формуле.
2. Определить допустимую нагрузку с учетом максимального допустимого прогиба.
3. Определить критическую нагрузку $q_{кр}$ по графику устойчивости.

4. Сделать вывод о допустимых параметрах эксплуатации пластин.

Контрольные вопросы:

1. Что такое абсолютно жесткая пластина и каковы ее основные параметры.
2. Какие основные факторы влияют на прогиб пластинки при изгибе.
3. Как строится график зависимости прогиба от нагрузки?
4. Чем определяется критическая нагрузка, при которой пластина теряет устойчивость?
5. Почему важно учитывать допустимый прогиб при проектировании судовых конструкций.
6. Какие параметры влияют на устойчивость пластин.

Практическая работа № 10

Тема: «Расчет пластин конечной жесткости на изгиб и устойчивость по приближенным формулам, графикам»

Цель: Приобретение практических навыков расчета пластин конечной жесткости на изгиб и устойчивость с использованием приближенных формул и графических зависимостей.

Задание: выполнить проверочный расчет, построить эпюры напряжений, сделать вывод о прочности

Теоретические сведения

Пластина конечной жесткости - элемент конструкции, у которого толщина значительно меньше размеров в плане. При расчете пластин учитываются:

- Геометрические параметры (размеры, толщина)
- Характеристики материала
- Вид нагружения
- Условия закрепления

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретические положения расчета пластин.
2. Получить индивидуальное задание.
3. Выполнить расчет по следующему алгоритму:

- Определить расчетную схему
- Выбрать метод расчета
- Выполнить проверочный расчет
- Построить эпюры напряжений
- Сделать вывод о прочности

Задание для самостоятельной работы

Вариант 1

Рассчитать прямоугольную пластину размером 1.2×0.8 м, толщиной 12 мм:

- Материал: сталь марки 09Г2С
- Нагрузка: равномерно распределенная q = 20 кН/м²
- Условия закрепления: по контуру

Вариант 2

Рассчитать квадратную пластину 1×1 м, толщиной 10 мм:

- Материал: сталь корабельная
- Нагрузка: сосредоточенная сила F = 50 кН
- Условия закрепления: по двум противоположным сторонам

Рекомендации по выполнению

1. Записать исходные данные;
2. Выполнить расчет;
3. Построить эпюры напряжений;
4. Сделать вывод о прочности;
5. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое пластина конечной жесткости?
2. Какие виды нагружения пластин существуют?
3. От чего зависит устойчивость пластины?
4. Как влияют условия закрепления на работу пластины?
5. В чем заключается метод приближенных расчетов?

Практическая работа № 11

Тема: «Расчет эквивалентного бруса в первом приближении»

Цель: закрепить навыки по расчету эквивалентного бруса в первом приближении.

Задание: провести расчет эквивалентного бруса согласно индивидуального задания.

Теоретические сведения:

Расчёт заключается в определении действующих в связях корпуса напряжений и сравнении их с допускаемыми. Для этого определяется момент сопротивления и изгибающий момент корпуса, по чертежу отыскиваются наиболее удалённые от нейтральной оси связи и в них определяются действующие напряжения

Алгоритм проведения расчета

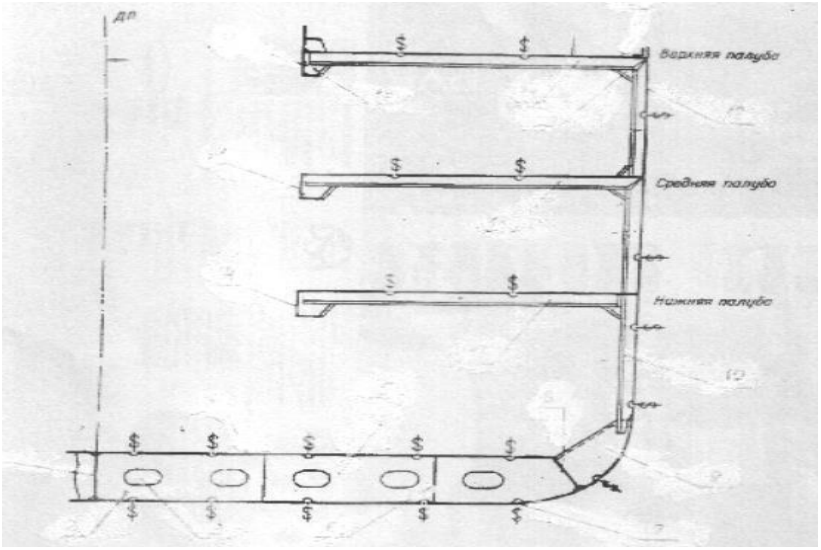
Расчет производится в табличной форме.

Исходные данные (индивидуальные)**:**

- теоретический чертёж судна;
- расчёты конструктивных элементов корпуса по правилам Регистра.

Последовательность выполнения расчёта

1.Вычерчивание расчётного сечения судна (мидель-шпангоута) с указанием оси сравнения.



2. составление таблицы с указанием размеров поперечных сечений всех продольных элементов корпуса и их отстояния от оси сравнения;

3. определение в таблице площадей поперечных сечений связей корпуса, их статических моментов и моментов инерции относительно оси сравнения;

4. определение суммы площадей «А», суммы статических моментов «В», суммы моментов инерции «С»;

5. определение отстояния нейтральной оси от оси сравнения: $e = B/A$;

6. определение момента инерции сечения эквивалентного бруса относительно нейтральной оси: $I = C - e^2 A$.

7. определение момента сопротивления верхней кромки сечения эквивалентного бруса и нижней кромки сечения:

$$W_в = I / h_в ; \qquad W_н = I / h_н$$

8. расчёт максимального изгибающего момента корпуса на тихой воде по приближённой формуле:

$$М_{т.в.} = PL / k$$ где P - весовое водоизмещение судна, кН

L - расчётная длина судна, м

k - коэффициент (k = 100 - для сухогрузов, k = 130 – для танкеров)

9.определение момента сопротивления верхней кромки сечения эквивалентного бруса и нижней кромки сечения:

$$W_в = I / h_в ; \qquad W_н = I / h_н$$

№	Наименованме связей	Размеры мм	лощадь F см	Расстояние до оси сравнения z	Статический момент площади F z см · м	Момент инерции см^2 м	
						Переносной F z^2	Собственный th^3/12
1 2 3 4 5 6.	Обшивка днищевой секции Вертикальный киль Днищевой стрингер Настил второго дна Обшивка борта						
	Сумма		A		B	C	

10. расчёт максимального изгибающего момента корпуса на тихой воде по приближённой формуле:

Мт.в. = PL / k где P - весовое водоизмещение судна, кН

L - расчётная длина судна, м

k - коэффициент (k = 100 - для сухогрузов, k = 130 – для танкеров)

11. определение действующих напряжений в наиболее удалённых от нейтральной оси связях (σв = Мт.в. / Wв ; σн = Мт.в. / Wн) и сравнение их с допускаемыми (допускаемые напряжения определяются по пределу текучести материала σд = к σт , где к – коэффициент, определяемый по правилам Регистра для каждой связи корпуса)

Практическая работа № 12

Тема: «Построение кривой нагрузки»

Цель: изучить способ построения кривой нагрузки.

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Провести расчет и построить кривую нагрузки по выданному заданию корпусной конструкции.

Теоретические сведения:

Правильное построение и анализ таких кривых — важный этап проектирования судостроительных конструкций, так как оно позволяет определить распределение внутренних усилий и обеспечить надежность крыльев, каркасов и других элементов судна.

Кривая нагрузки — графическое изображение изменения усилий (например, силы, давления, моменты) вдоль длины конструкции. Обычно её строят на основе расчетных данных или экспериментальных измерений.

Виды нагрузок и схемы их распределения:

- Равномернораспределенная нагрузка;
- Точечная нагрузка;
- Распределенная нагрузка с переменными значениями;
- Комбинированные схемы.

Основные принципы построения

- Определение условий эксплуатации и возможных нагрузок;
- Выбор типа функции или набора точечных значений;
- Построение графика по выбранной функции или экспериментальным данным;

Алгоритм построения кривой нагрузки

1. Определение условий задачи:

- Указать тип судна и элемент конструкции (например, борт, палуба, киль);
- Выбрать вид нагрузок: равномерная, точечные воздействия, переменные нагрузки;

2. Определение исходных данных:

- Длину участка \(L\);
- Множество точек вдоль длины, где будут задаваться значения нагрузки (x1, x2, ..., xn);
- Значения усилий в этих точках (F1, F2, ..., Fn), полученные либо из расчетов, либо из экспериментальных данных;

3. Построение таблицы данных:

№	Расположение, м	Усилие, кН
	X1	F1
	X2	F2
	Xn	Fn

4. Построение графика:

- Нанести точки на координатную плоскость (по оси абсцисс - расстояние x), по оси ординат - значение усилия);
- Соединить точки плавной линией, получив кривую нагрузки.

5. Анализ и интерпретация кривой:

- Выделить зоны максимальных нагрузок
- Провести оценку равномерности нагрузки и возможности перераспределения усилий при необходимости

Контрольные вопросы:

1. Какие основные виды распределения нагрузок используются при построении кривых.
2. Почему важно правильно выбрать точки для построения графика.
3. Какие основные ошибки допускают при построении кривой нагрузки.

4. Как можно использовать кривые нагрузки при проектировании конструкций?

5. Чем отличается кривая распределенной нагрузки от точечной?

Практическая работа № 13

Тема: «Расчет местной прочности связей днища»

Цель работы: определить местную прочность балок главного направления (флоров или продольных рёбер жёсткости) и перекрёстных связей (вертикального киля или флоров).

Задание: определить местную прочность балок главного направления (флоров или продольных рёбер жёсткости) и перекрёстных связей (вертикального киля или флоров).

Исходные данные: чертёж днищевой секции.

Последовательность выполнения работы:

- определить по правилам Регистра действующие на днищевое перекрытие нагрузки;
- составить расчётные схемы флоров и вертикального киля и построить эпюры; изгибающих моментов, возникающих в сечениях балок;
- определить действующие в опасных сечениях флоров напряжения и сравнить х с допускаемыми напряжениями;
- определить действующие в опасных сечениях вертикального киля напряжения, просуммировать их с напряжениями, возникающими в вертикальном киле от общего продольного изгиба и сравнить с допускаемыми напряжениями;
- сделать вывод о прочности рассчитываемых балок.

Днищевое перекрытие помимо общего продольного изгиба испытывает местные нагрузки:

- гидростатическое давление воды при положении судна на вершине и подошве волны
- нагрузки от испытательного напора
- реакцию кильблоков при постановке судна в док
- гидродинамическое давление воды при ударе носовой оконечности о встречную волну

В данной разработке предусмотрен расчёт только на гидростатическое давление воды при положении судна на вершине и подошве волны.

1 Расчётная нагрузка

Расчётная нагрузка на все связи днищевого перекрытия считается равномерно распределённой

Расчётная интенсивность давления воды на днищевое перекрытие определяется по формуле

$q_{расч} = q_{дн} - q_{гр}$

где $q_{дн}$ - интенсивность давления воды, т/м^2

$q_{гр}$ - интенсивность противодавления груза, т/м^2 Интенсивность давления воды определяется по формулам

на подошве волны: $q_{дн\,п} = (d - r + e_п)\,\gamma$

на вершине волны: $q_{дн\,в} = (d + r - e_в)\,\gamma$

где d - осадка судна, м

r - полувысота волны, м

$e_п = 0{,}55(1{,}15 - \alpha^2)\,r$ - поправка на погружение, м

$e_в = 0{,}55(0{,}85 - \alpha^2)\,r$ - поправка на всплытие, м

α - коэффициент полноты ватерлинии

ρ - плотность морской воды

Расчётная интенсивность противодавления груза на днищевое перекрытие определяется по формуле

$$q_{гр} = 1/\upsilon\,[\,Д - 0{,}6(n - 1)\,h_{тв} - h_к]$$

где υ - удельный погрузочный объём груза, м^3 /т

D - высота борта, м

n - число палуб

$h_{тв}$ - высота твиндека, м

$h_к$ - высота вертикального киля, м 2 Расчёт прочности балок днищевого набора

Расчётная нагрузка на все связи днища считается равномерно распределённой. Расчёт производится отдельно для вершины волны и подошвы волны.

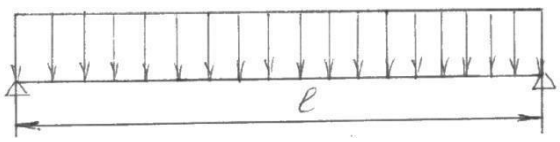
При поперечной системе набора днищевого перекрытия проверяется местная прочность флора и вертикального киля.

При продольной системе набора проверяется местная прочность продольного ребра жёсткости и флора.

Расчёт флора

Флор рассматривается как однопролётная балка, свободно опёртая на борту и вертикальном киле

Расчётная схема флора



Полная нагрузка на флор определяется по формулам

- на подошве волны: $Q_п = q_{дн\,п} l\,b$
- на вершине волны: $Q_в = q_{дн\,в} l\,b$

где l - пролёт флора (от вертикального киля до борта), м

b - расстояние между флорами, м

Максимальный изгибающий момент, действующий в сечениях флора, определяется по формулам

- на подошве волны: $M_{max\ п} = Q_п\ l / 8$
- на вершине волны: $M_{max\ в} = Q_в\ l / 8$

Местная прочность флора, как и других конструкций, определяется сравнением действующих напряжений с допускаемыми

Допускаемые напряжения определяются по формуле

$\sigma_{доп} = n\ \sigma_{тек}$

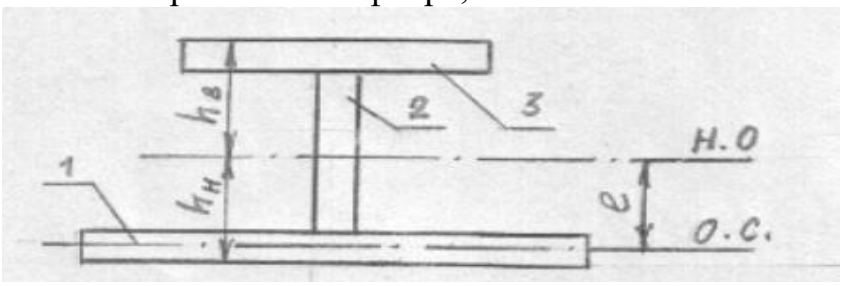
где n - коэффициент запаса прочности флора

$\sigma_{тек}$ - предел текучести материала флора, МПа

Действующие напряжения определяются по формулам на подошве волны: $\sigma_п = M_{max\ п} / W$

- на вершине волны: $\sigma_в = M_{max\ в} / W$

где W - момент сопротивления флора, $м^3$ Расчётное сечение флора



Момент сопротивления флора определяется по таблице

№	Наименованме связей	Размеме-ры мм	Площадь F $см^2$	Расстояние до оси сравнения z см	Статический момент площади F z $см^3$	Момент инерции $см^4$	
						Переносной F z^2	Собственный $th^3/12$
1 2 3	Присоединённый поясок наружной обшивки Стенка флора Полка флора						
	Сумма		A		B	C	

Отстояние нейтральной оси от оси сравнения, см

$e = B / A$ Момент инерции сечения балки, $см^4$

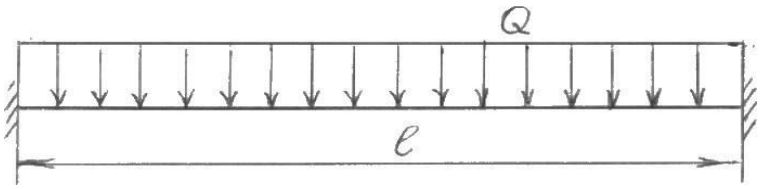
$$J = C - e^2 A$$

Момент сопротивления верхней кромки сечения, $см^3$

$$W_в = J / h_в$$

Момент сопротивления нижней кромки сечения, $см^3$

$$W_н = J / h_н$$



Действующие напряжения в опасном сечении флора проверяются по максимальному изгибающему моменту (на вершине или на подошве волны).

Прочность флора считается обеспеченной при условии: действующие напряжения должны быть меньше допускаемых напряжений

$$\sigma < \sigma_{доп}$$

Практическая работа № 14

Тема: «Расчет местной прочности связей борта»

Цель работы: определить местную прочность балок главного направления (шпангоутов или продольных рёбер жёсткости) и перекрёстных связей (стрингеров или рамных шпангоутов).

Задание: определить местную прочность балок главного направления (шпангоутов или продольных рёбер жёсткости) и перекрёстных связей (стрингеров или рамных шпан-гоутов).

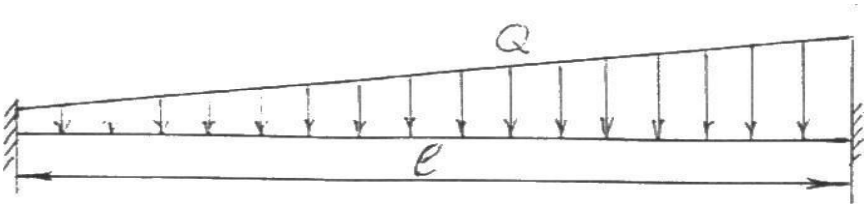
Исходные данные: чертёж бортовой секции.

Последовательность выполнения работы:

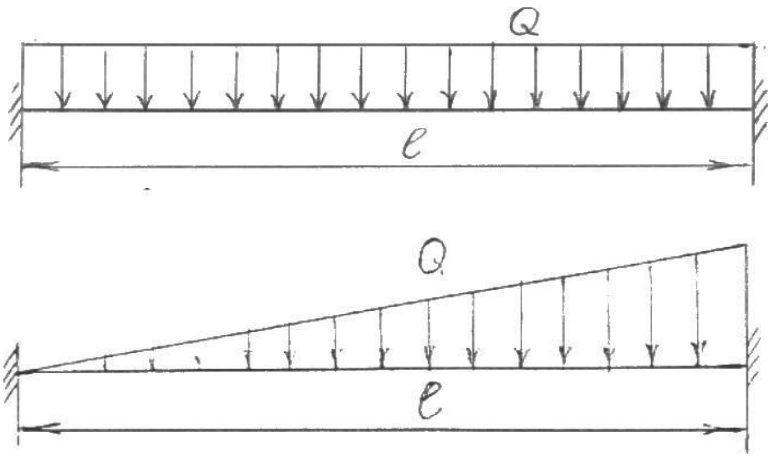
- определить по правилам Регистра действующие на бортовое перекрытие нагрузки;
- составить расчётные схемы шпангоута и стрингера (п.р.ж. и рамного шпангоута) и построить эпюры изгибающих моментов, действующих в сечениях балок;
- определить действующие в опасных сечениях балок напряжения, сравнить их с допускаемыми напряжениями;
- сделать вывод о прочности рассчитываемых балок главного направления и Расчёт шпангоута
- прочности рассчитываемых перекрёстных связей.

При продольной системе набора проверяется местная прочность продольного ребра жёсткости и рамного шпангоута. Обычно проверяется нижний пролёт шпангоута. За расчётную длину нижнего пролёта принимается расстояние между нижним стрингером и серединой высоты скуловой кницы. Шпангоут считается жёстко заделанным на опорах

Расчётная схема шпангоута



Для упрощения расчёта действующая на шпангоут нагрузка раскладывается на две составляющие, как показано на нижележащих схемах, и расчёт производится отдельно для каждой схемы.



Максимальный изгибающий момент, действующий в сечениях шпангоута с равномерно распределённой нагрузкой, определяется по формуле:

$M_{max} = Q\ l / 24$

где $Q = q\ l$ - расчётная нагрузка на шпангоут, определяемая по формуле
$q = h\ \rho\ a$ – интенсивность распределённой нагрузки на единицу длины
h – высота напора столба воды на уровне нижнего стрингера, м
$\rho = 1{,}025$ т/м^3 - плотность морской воды
a - шпация, м
l - пролёт шпангоута, м

Максимальный изгибающий момент, действующий в сечениях шпангоута с нагрузкой, распределённой по закону треугольника, определяется по формуле:

$$M_{max} = Q\ l / 23{,}3$$

где $Q = q\ l /2$ - расчётная нагрузка на шпангоут, определяемая по формуле
$q = (h_д – h_c)\ \rho\ a$ - интенсивность распределённой нагрузки на единицу длины
$h_д$ - высота напора столба воды на уровне днища, м
h_c - высота напора столба воды на уровне нижнего стрингера, м
$\rho = 1{,}025$ т/м^3 - плотность морской воды
a - шпация, м
l - пролёт шпангоута, м

Суммарный максимальный изгибающий момент, возникающий в сечениях шпангоута от действующей нагрузки (по закону трапеции)

$M_{max} = M_{max\,1} + M_{max2}$

Местная прочность шпангоута, как и других конструкций, определяется сравнением действующих напряжений с допускаемыми

Допускаемые напряжения определяются по формуле

$$\sigma_{доп} = n\,\sigma_{тек}$$

где n - коэффициент запаса прочности шпангоута

$\sigma_{тек}$ - предел текучести материала шпангоута, МПа Действующие напряжения определяются по формуле

$$\sigma = M_{max} / W$$

где W - момент сопротивления шпангоута, определяемый для профильной балки по соответствующему ГОСТу.

Прочность шпангоута считается обеспеченной при условии: действующие напряжения должны быть меньше допускаемых напряжений

$$\sigma < \sigma_{доп}$$

Практическая работа № 15

Тема: «Расчет местной прочности связей палуб»

Цель работы: определить местную прочность балок главного направления (бимсов или продольных рёбер жёсткости) и перекрёстных связей (карлингсов или рамных бимсов).

Задание: определить местную прочность балок главного направления (бимсов или продольных рёбер жёсткости) и перекрёстных связей (карлингсов или рамных бимсов).

Исходные данные: чертёж палубной секции.

Последовательность выполнения работы:

- определить по правилам Регистра действующие на палубное перекрытие нагрузки;
- составить расчётные схемы бимса и карлингса (п.р.ж. и рамного бимса) и построить эпюры изгибающих моментов, действующих в сечениях балок;
- определить действующие в опасных сечениях балок напряжения, сравнить их с допускаемыми напряжениями;
- сделать вывод о прочности рассчитываемых балок главного направления и прочности рассчитываемых перекрёстных связей

Расчётная нагрузка на все связи палубы считается равномерно распределённой.

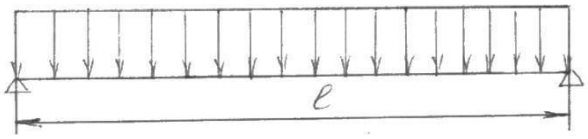
При поперечной системе набора палубного перекрытия проверяется местная прочность бимса и карлингса.

При продольной системе набора проверяется местная прочность продольного ребра жёсткости и рамного бимса.

Расчёт бимса

Бимс рассматривается как многопролётная балка, свободно опёртая на борта и карлингсы. В случае, если жёсткость шпангоутов считается в несколько раз выше жёсткости бимса, то бимс считается жёстко заделанным на шпангоуте и свободно опёртым на карлингсах.

Расчётная схема бимса, свободно опёртого на карлингсах



Расчётная нагрузка на бимс определяется по формуле

$$Q = P_w \, l \, a$$

где a - шпация, м

l - пролёт бимса (расстояние между карлингсами), м

Максимальный изгибающий момент, действующий в сечениях бимса, определяется по формуле

$$M_{max} = Ql / 8$$

Местная прочность бимса, как и других конструкций, определяется сравнением действующих напряжений с допускаемыми

Допускаемые напряжения определяются по формуле

$$\sigma_{доп} = n \, \sigma_{тек}$$

где n - коэффициент запаса прочности бимса

$\sigma_{тек}$ - предел текучести материала бимса, МПа

Действующие напряжения определяются по формуле

$$\sigma = M_{max} / W$$

Прочность бимса считается где W - момент сопротивления бимса, определяемый для профильной балки по соответствующему ГОСТу.

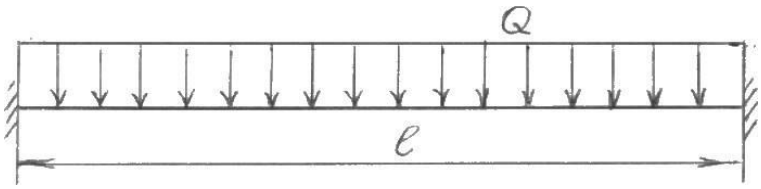
обеспеченной при условии: действующие напряжения должны быть меньше допускаемых напряжений

$$\sigma < \sigma_{доп}$$

Расчёт карлингса

Карлингс рассматривается как многопролётная балка, жёстко заделанная на поперечных переборках и свободно опёртая на пиллерсах. При отсутствии пиллерсов карлингс рассматривается как однопролётная балка, жёстко заделанная на поперечных переборках

Расчётная схема карлингса



Расчётная нагрузка на карлингса определяется по формуле

$$Q = P_w \, l \, b$$

где b - расстояние между карлингсами, м

l - пролёт карлингса (расстояние между переборками), м

Максимальный изгибающий момент, действующий в сечениях карлингса, определяется по формуле

$$M_{max} = Ql / 24$$

Местная прочность карлингса, как и других конструкций, определяется сравнением действующих напряжений с допускаемыми

Допускаемые напряжения определяются по формуле

$$\sigma_{доп} = n \, \sigma_{тек}$$

где n - коэффициент запаса прочности карлингса

$\sigma_{тек}$ - предел текучести материала карлингса, МПа Действующие напряжения определяются по формуле

$$\sigma = M_{max} / W$$

где W - момент сопротивления карлингса, определяемый как для тавровой балки.

Прочность карлингса считается обеспеченной при условии: действующие напряжения должны быть меньше допускаемых напряжений

$$\sigma < \sigma_{доп}$$

Практическая работа № 16

Тема: «Расчет местной прочности водонепроницаемых переборок»

Цель работы: определить местную прочность балок главного направления (вертикальных или горизонтальных стоек) и перекрёстных связей (шельфов или рамных стоек).

Задание: определить местную прочность балок главного направления (вертикальных или горизонтальных стоек) и перекрёстных связей (шельфов или рамных стоек).

Исходные данные: чертёж переборки

Последовательность выполнения работы:

- определить по правилам Регистра действующие на переборку нагрузки;
- составить расчётные схемы вертикальной стойки и шельфа (горизонтальной стойки и рамной стойки) и построить эпюры изгибающих моментов,

действующих в сечениях балок;

- определить действующие в опасных сечениях балок напряжения, сравнить их с допускаемыми напряжениями;

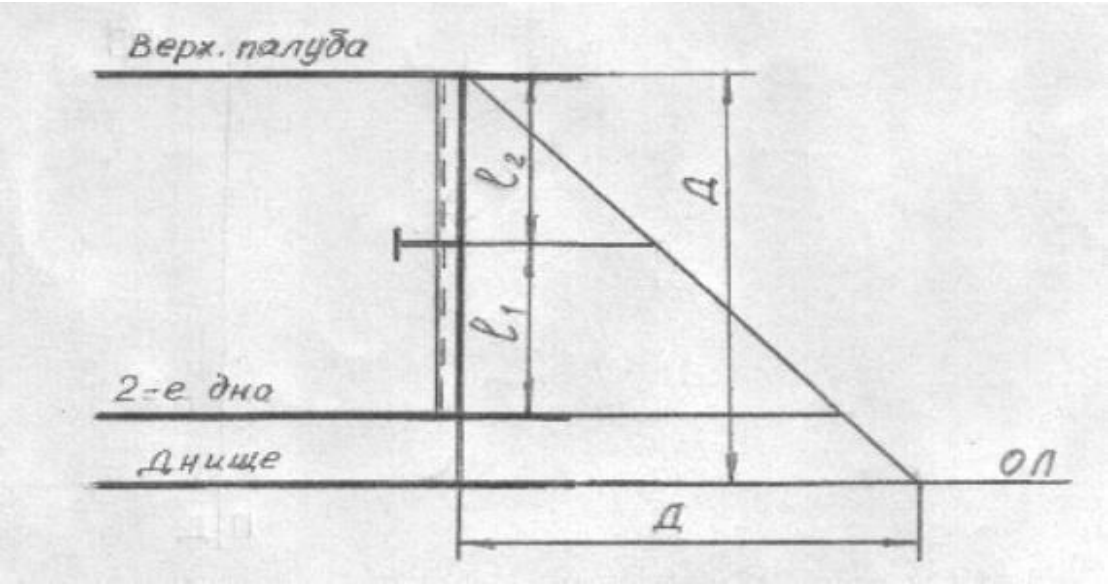
- сделать вывод о прочности рассчитываемых балок главного направления и прочности рассчитываемых перекрёстных связей;

Согласно нормам Регистра прочность водонепроницаемых переборок проверяется на действие нагрузки, соответствующей давлению воды при аварийном затоплении отсека по уровень палубы переборок.

Для сухогруза нагрузка на переборку считается распределённой по закону треугольника, для танкера – по закону трапеции

Расчётная нагрузка

Расчётное давление на переборку сухогруза



Для вертикальных связей переборки (вертикальные стойки и рамные стойки) принимается нагрузка с максимальным напором на уровне основной линии, величина которого определяется высотой столба воды, равной высоте борта в данном сечении.

Для горизонтальных связей нагрузка считается равномерно распределённой по длине связи, величина которой равна напору столба воды на уровне расположения связи.

Расчёт прочности балок переборки

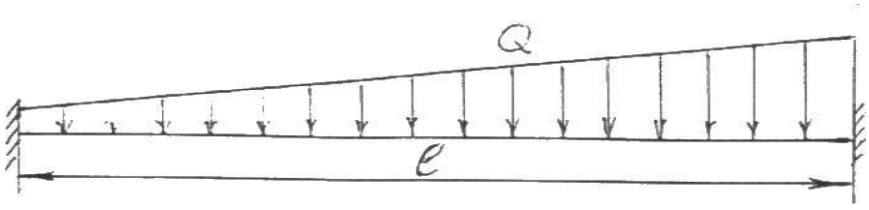
Для плоской переборки с вертикальными стойками проверяется местная прочность вертикальной стойки и шельфа.

Для плоской переборки с горизонтальными стойками проверяется местная прочность горизонтальной стойки и рамной стойки.

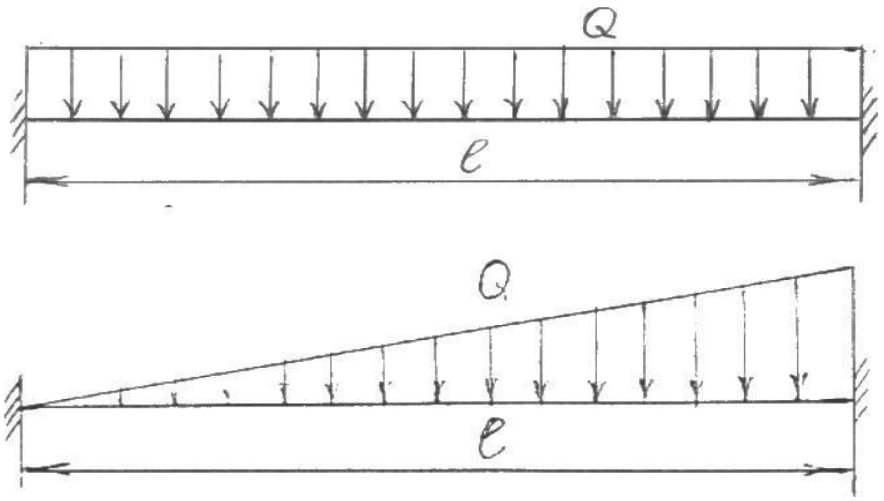
Расчёт вертикальной стойки

Обычно проверяется нижний пролёт стойки. За расчётную длину нижнего пролёта принимается расстояние между нижним шельфом и вторым дном. Стойка считается жёстко заделанной на опорах с нагрузкой, распределённой по закону трапеции

Расчётная схема стойки



Для упрощения расчёта действующая на стойку нагрузка раскладывается на две составляющие, как показано на нижележащих схемах, и расчёт производится отдельно для каждой схемы.



Максимальный изгибающий момент, действующий в сечениях стойки с равномерно распределённой нагрузкой, определяется по формуле

$$M_{max} = Q\,l / 24$$

где $Q = q\,l$ - расчётная нагрузка на стойку, определяемая по формуле

$q = h\,\rho\,a$ – интенсивность распределённой нагрузки на единицу длины стойки

h – высота напора столба воды на уровне нижнего шельфа, м

$\rho = 1{,}025$ т/м^3 - плотность морской воды

a - шпация, м

l - пролёт стойки, м

Максимальный изгибающий момент, действующий в сечениях стойки с нагрузкой, распределённой по закону треугольника, определяется по формуле

$$M_{max} = Q\,l / 23{,}3$$

где $Q = q\,l/2$ - расчётная нагрузка на стойку, определяемая по формуле

$q = (h_д - h_ш)\,\rho\,a$ - интенсивность распределённой нагрузки на единицу длины стойки

$h_д$ - высота напора столба воды на уровне второго дна, м

$h_ш$ - высота напора столба воды на уровне нижнего шельфа, м

$\rho = 1{,}025$ т/м^3 - плотность морской воды

a - шпация, м

l - пролёт стойки, м

Суммарный максимальный изгибающий момент, возникающий в сечениях стойки от действующей нагрузки (по закону трапеции)

$$M_{max} = M_{max\,1} + M_{max2}$$

Местная прочность стойки, как и других конструкций, определяется сравнением действующих напряжений с допускаемыми.

Допускаемые напряжения определяются по формуле

$$\sigma_{доп} = n\,\sigma_{тек}$$

где n - коэффициент запаса прочности вертикальной стойки

$\sigma_{тек}$ - предел текучести материала стойки, МПа Действующие апряжения определяются по формуле

$$\sigma = M_{max} / W$$

где W - момент сопротивления вертикальной стойки, определяемый для профильной балки по соответствующему ГОСТу.

Прочность стойки считается обеспеченной при условии: действующие напряжения должны быть меньше допускаемых напряжений

$$\sigma < \sigma_{доп}$$

1. ВОПРОСЫ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. Определение прочности корпуса судна.
2. Внешние нагрузки, воздействующие на корпус судна.
3. Принципы расчета общей прочности судна.
4. Понятие местного сопротивления корпуса судна.
5. Расчет общей прочности корпуса судна.
6. Расчет местной прочности днищевого перекрытия.
7. Расчет местной прочности бортового перекрытия.
8. Расчет местной прочности палубного перекрытия.
9. Определение местной прочности водонепроницаемых переборок.
10. Понятие о деформациях корпуса судна при продольном изгибе.
11. Факторы, влияющие на общую прочность судна.
12. Нормирование прочности судовых конструкций по Правилам Регистра.
13. Особенности расчета прочности корпусных конструкций.

14. Основные требования к прочности судовых конструкций.
15. Методы расчета прочности корпуса судна.
16. Основные положения теории упругости и её применение в судостроении.
17. Закон Гука и его значение в расчетах прочности судна.
18. Энергия упругого тела и её влияние на прочность судна.
19. Расчет напряжения и деформации в судовых конструкциях.
20. Эпюры перерезывающих сил и изгибающих моментов.
21. Основные понятия строительной механики судна.
22. Изгиб статически определимых балок корпуса судна.
23. Изгиб статически неопределимых однопролетных балок.
24. Применение метода наложения для расчета статически неопределимых балок.
25. Теорема трех моментов и её использование в судостроении.
26. Построение эпюр перерезывающих сил и изгибающих моментов для многопролетных балок.
27. Пластины судового корпуса и их классификация.
28. Эйлеровы напряжения и их значение в судостроении.
29. Деформации корпуса судна на тихой воде и на волне.
30. Виды деформаций корпуса судна при продольном изгибе.
31. Разбиение сил веса на теоретические шпации.
32. Понятие эквивалентного бруса и его расчет.
33. Метод предельных нагрузок и его применение в судостроении.
34. Определение допускаемых напряжений в судовых конструкциях.
35. Геометрические характеристики балок набора корпуса судна.
36. Понятие и расчет общей прочности судна.
37. Понятие и расчет местной прочности судна.
38. Экспериментальные методы оценки прочности судна.
39. Явления свободных и вынужденных колебаний судна.
40. Расчет вибрации судовых конструкций.
41. Экспериментальные методы определения напряжений и деформаций.
42. Внешние нагрузки, влияющие на прочность судна.
43. Работы, предусмотренные Правилами Регистра для обеспечения прочности судна.
44. Методы расчета общей и местной прочности судна.
45. Принципы выбора марочных судостроительных сталей.
46. Методы повышения прочности корпусных конструкций.
47. Расчет прочности корпусных конструкций по общепринятым методикам.
48. Принципы определения допускаемых напряжений в судовых конструкциях.
49. Принципы расчета прочности палубных секций судна.
50. Экспериментальные исследования прочности судовых конструкций.

5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ

Основная литература

1. Александров В. Л. Технология судостроения / Александров В. Л., Арью А. Р., Ганов Э. В., Догадин А. В., Лейзерман В. Ю., Роганов А. С., Соколова И. А., Щербинин П. И.; под общ. Ред. А. Д. Гармашева. – СПб: Профессия, 2023. – 342 с.

2. Аносов, А. П. Теория и устройство судна: конструкция специальных судов : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. П. Аносов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 182 с.

3. Власов, С. В. Технология судостроения. Организация судостроительного производства: учебное пособие / С. В. Власов. – Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. – 176 с. – ISBN 978-5-9729-1202-5. – Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROFобразование : [сайт]. – URL: https://profspo.ru/books/132892

4. Григорьев Я.Н., Шапиро В.М. Конструкция корпуса и основы строительной механики морских судов.- Л.: Судостроение

5. Жинкин В. Б. Теория и устройство корабля: учебник для среднего профессионального образования / В. Б. Жинкин. – 5-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 79 с.

6. Лазарев В.Н., Юношева Н.В. Проектирование конструкций судового корпуса и основы прочности судов.- Л.: Судостроение

7. Максимаджи А.И. Прочность морских транспортных судов.- Л.: Судостроение

Дополнительная литература

8. Бабецкий В.И. Механика: учебное пособие для среднего профессионального образования / В.И. Бабецкий, О.Н. Третьякова. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 178 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-05813-0. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/453941

9. Беляков Г.И. Охрана труда и техника безопасности: учебник для среднего профессионального образования / Г.И. Беляков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 404 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-00376-5. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/451139

10. Бурмистров Е.Г. Основы сварки и газотермических процессов в судостроении и судоремонте: учебник / Е.Г. Бурмистров. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 552 с. ISBN 978-5-8114-5234-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/reader/book/138176/#2

11. Давыдова С.В. Общее устройство и оборудование судов: учебное пособие / С.В. Давыдова, А.А. Кеслер. – Нижний Новгород: ВГУВТ, 2018. – 132 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/111603

12. Зяблов О.К. Автоматизированные системы технологической подготовки судостроительного производства: учебное пособие / О.К. Зяблов. – Нижний Новгород: ВГУВТ, 2017. – 96 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/111598

13. Карнаух Н.Н. Охрана труда: учебник для СПО [Электронный ресурс] /Н.Н. Карнаух. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 380 с. Режим доступа: https://biblio-online.ru/book/76C2FA2C-B137-4381-8012-09B1EB507776

14. Карнаух Н.Н. Охрана труда: учебник для среднего профессионального образования / Н.Н. Карнаух. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 380

с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-02527-9. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/450689

15. Князьков В.В. Проектирование судов: учебное пособие / В.В. Князьков. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2018. – 228 с. – ISBN 978-5-6042086-5-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/151379

16. Козел, И.В. Организация, нормирование и оплата труда [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.В. Козел, Н.В. Воробьева, А.Р. Байчерова. – Электрон. дан. – Ставрополь : СтГАУ, 2025. – 96 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/82202.

17. Лапченко Е.В. Судостроительные материалы, Методические указания по выполнению практических работ для студентов специальности 26.02.02 «Судостроение» очной Формы обучения / сост.: Е.В. Лапченко; ФГБОУ ВО «КГМТУ» СМТ. – Керчь, 2017. – 40 с.

18. Маницын В.В. Технология технического обслуживания и ремонта судов: учебное пособие / В.В. Маницын. – Находка: Дальрыбвтуз, 2019. – 380 с. – ISBN 978-5-88871-732-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/156842

19. Маницын В.В. Технология технического обслуживания и ремонта судов: учебное пособие / В.В. Маницын. – Находка: Дальрыбвтуз, 2019. – 380 с. – ISBN 978-5-88871-732-5. –Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/156842

20. Радченко М.В. Сварочное производство. Введение в специальность: учебное пособие / М.В. Радченко, В.Г. Радченко, Т.Б. Радченко. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 240 с. – ISBN 978-5-8114-5143-2. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/143250

21. Черепахин А.А. Технология сварочных работ: учебник для среднего профессионального образования / А.А. Черепахин, В.М. Виноградов, Н.Ф. Шпунькин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 269 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-08456-6. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/453937

22. Шайдуллин М.Г. Технология изготовления судовых корпусных конструкций: учебное пособие / М.Г. Шайдуллин, П.Л. Спехов, Н.М. Семенова. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2019. – 93 с. – ISBN 978-5-502-01159-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/151384

23. Эксплуатационная прочность судов: учебник / Е.П. Бураковский, Ю.И. Нечаев, П.Е. Бураковский, В.П. Прохнич. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 404 с. – ISBN 978-5-8114-2676-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/97685

Нормативные и правовые документ:

21. ГОСТ 16037-80. Соединения сварные. Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры: издание официальное: веден в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24 апреля 1980 г. N 1876: дата введения 1981-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2005. – 50 с. - URL: http://docs.cntd.ru/document/1200001918

22. ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры: издание официальное: введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24.07.80 г. N 3827: дата введения 1981-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 89 с. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200004379

23. ГОСТ 8713-79. Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры: издание официальное: утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26.12.79 N 5047: дата введения 1981-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 48 с. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200004491

Интернет-ресурсы

24. Водный мир. https://vodnyimir.ru/

25. Лодочный портал. https://www.kateralodki.ru/

26. Морской сайт. http://seaman-sea.ru/teoriya-ustroystva-sudna/122-plavuchest.html

27. Отраслевой портал по судостроению, судоходству и судоремонту. https://www.korabel.ru/

28. Сайт о морских судах. https://seaships.ru/index.htm

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

Колледж

О.В. Жижикина, Е.Н. Зацепина

КОНСТРУКТОРСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА В СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Раздел 2. Судостроительное черчение

Методические указания к изучению курса и выполнению практических работ для студентов специальности 26.02.02 *«Судостроение» очная и заочная форма обучения*

Петропавловск-Камчатский
2026 г.

Жижикина Ольга Викторовна
Зацепина Елена Николаевна

Конструкторская подготовка производства в судостроительной организации. Раздел 2. Судостроительное черчение. Методические указания к изучению курса и выполнению практических работ для студентов специальности 26.02.02 «Судостроение» – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2026. – 94 с.

Методические указания к изучению курса и выполнению практических работ для студентов специальности 26.02.02 «Судостроение» составлены в соответствии с требованиями к освоению основной образовательной программы подготовки выпускников по специальности 26.02.02 «Судостроение» федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

© КамчатГТУ, 2026

© Жижикина О.В., 2026
Зацепина Е.Н., 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСА 4
2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА 4
3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА 8
3.1 Содержание лекционных занятий 8
3.2 Практические работы 10
4. ВОПРОСЫ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ 67
5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ 68
ПРИЛОЖЕНИЕ А 71
ПРИЛОЖЕНИЕ Б 78
ПРИЛОЖЕНИЕ В 79
ПРИЛОЖЕНИЕ Г 82
ПРИЛОЖЕНИЕ Д 84
ПРИЛОЖЕНИЕ Е 90
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж 92
ПРИЛОЖЕНИЕ З 94

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСА
МДК 02.01. «Конструкторская подготовка производства судостроительной организации»

Курс предназначен для изучения студентами специальности 26.02.02 «Судостроение» и входит в профессиональный модуль ПМ.02 «Подготовка конструкторской документации по типовым методикам и инструкциям».

Этот курс направлен на формирование компетенций, необходимых для проектирования и разработки конструкторской документации судов и плавучих сооружений. По итогам освоения дисциплины студенты приобретают способность самостоятельно решать инженерно-технические задачи, грамотно оформлять проектную документацию и эффективно взаимодействовать с конструкторами и технологами судостроительных предприятий.

Курс состоит из трех разделов, каждый из которых включает лекционные и практические занятия. Итоговая аттестация проводится в форме зачета, дифференцированного зачета и экзамена.

2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА

Цель курса – формирование профессиональных компетенций студентов, позволяющих успешно осуществлять разработку конструкторской документации и организацию конструктивной подготовки производства на предприятиях судостроительной отрасли.

Основные задачи курса включают изучение:

– Освоение методов и приемов конструкторских работ применительно к специфике судостроительного производства.

– Формирование умения разрабатывать техническую документацию (чертежи, спецификации, расчеты).

– Овладение современными средствами автоматизированного проектирования (CAD-системы).

– Развитие навыков анализа требований заказчика и технических условий для изготовления продукции.

– Изучение процессов согласования технической документации внутри предприятия и с заказчиком.

В результате изучения междисциплинарного курса обучающийся должен:

иметь практический опыт:

– исполнения по типовым методикам теоретических расчетов под руководством ответственного исполнителя;

– оформления результатов теоретических расчетов;

– выполнения технических расчетов и расчетов экономической эффективности в соответствии с типовыми расчетами, программами и методиками;

– исполнения технических решений по проектированию деталей, узлов, конструкций с использованием средств автоматизации проектирования по отработанным прототипа;

– подбора типовой документации для разработки рабочей конструкторской и эксплуатационной документации;

– исполнения рабочей конструкторской документации под руководством ответственного исполнителя;

– выполнения необходимых изменений в чертежах сборочных единиц и деталей, схемах механизмов, монтажных чертежах по эскизным документам или с натуры под руководством ответственного исполнителя;

– деталировки сборочных чертежей под руководством ответственного исполнителя;

– исполнения корректировки по замечаниям о несоответствии элементов чертежей в конструкторской документации под руководством ответственного исполнителя.

уметь:

– распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части;

– определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы;

– выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;

– владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;

– оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);

– определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации;

– выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска;

– оценивать практическую значимость результатов поиска;

– применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;

– использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности;

– использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач;

– определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;

– применять современную научную профессиональную терминологию;

– определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования;

– выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи;

– определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности, выявлять источники финансирования;

– презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности;

– определять источники достоверной правовой информации;

– составлять различные правовые документы;

– находить интересные проектные идеи, грамотно их формулировать и документировать;

– оценивать жизнеспособность проектной идеи, составлять план проекта;

– организовывать работу коллектива и команды;

– взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности;

– грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;

– проявлять толерантность в рабочем коллективе;

– определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности;

– по специальности, осуществлять работу с соблюдением принципов бережливого производства;

– организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона;

– понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

– участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы;

– строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности;

– кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые);

– писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы;

– пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации;

– использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов;

– интерпретировать данные контрольно-измерительных приборов;

– использовать типовые методики для теоретических расчетов;

– выполнять деталировку сборочных чертежей;

– корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации проектирования (далее - САПР) и других специальных программ.

знать:

– актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;

– структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;

– основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте;

– методы работы в профессиональной и смежных сферах;

– порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности;

– номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности;

– приемы структурирования информации;

– формат оформления результатов поиска информации;

– современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства;

– содержание актуальной нормативно-правовой документации;

– современная научная и профессиональная терминология;

– возможные траектории профессионального развития и самообразования;

– основы предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности;

– правила разработки презентации;

– основные этапы разработки и реализации проекта;

– психологические основы деятельности коллектива;

– психологические особенности личности;

– правила оформления документов;

– правила построения устных сообщений

– основные ресурсы, задействованные;

– в профессиональной деятельности;

– пути обеспечения ресурсосбережения;

– правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы;

– основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика);

– лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности;

– особенности произношения;

– правила чтения текстов профессиональной направленности;

– основные методы программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения;

– характеристики применяемых в конструируемых изделиях материалов;

– основы проведения патентных исследований;

– методы и средства выполнения технических расчетов, вычислительных и графических работ;

– порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения расчетов, подготовки документации в текстовом и числовом виде, поиска и хранения информации;

– технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям, принципы их работы, условия монтажа и технической эксплуатации;

– стандарты, технические условия и руководящие материалы на разрабатываемую техническую документацию, порядок ее оформления;

– технические регламенты, стандарты организации, регулирующие оформление проектно-конструкторской документации;

– порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения подготовки документации в текстовом и графическом виде, поиска и хранения информации.

3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

3.1 Содержание лекционных занятий

Раздел 2. Судостроительное черчение

Тема 2.1. Конструкторские документы в судостроении

Классификация конструкторских документов и стадии их разработки. Виды конструкторских документов

Правила выполнения судостроительных чертежей: форматы, масштабы. Правила выполнения судостроительных чертежей: изображения – виды, сечения, разрезы

Правила выполнения судостроительных чертежей: технические требования, таблицы и надписи Обозначение позиций деталей

Правила выполнения судостроительных чертежей: типовые конструкции, выносные элементы, спецификация

Условные обозначения на судостроительных чертежах: буквенные обозначения, обозначения прокатного металла, обозначения конструктивных элементов металлического корпуса. Условные обозначения швов сварных соединений

Правила нанесения размеров на чертежах судовых корпусных конструкций. Базовые плоскости. Теоретические линии корпусных конструкций. Обозначение позиций деталей.

Тема 2.2. Теоретический чертеж корпуса судна

Исходные данные для построения теоретического чертежа. Выбор масштаба. Сетка теоретического чертежа. Последовательность построения контуров проекций корпуса судна. Последовательность построения ватерлиний на проекции «полуширота». Последовательность построения батоксов на проекции «бок». Последовательность построения шпангоутов на проекции «корпус». Согласование проекций и правила оформления теоретического чертежа.

Тема 2.3. Сборочные чертежи судовых корпусных конструкций

Общие положения. Правила чтения судостроительных чертежей

Изображение профильного проката на чертежах. Обозначение позиций деталей, сварных швов в графическом редакторе Узлы судовых корпусных конструкций (вырезы под полособульбы, голубницы, обрезка на ус, притупление кромок, срезы, фланцы на кницах)

Правила выполнения деталировки сборочного чертежа. Правила выполнения спецификации к сборочному чертежу. Фундаменты судовых корпусных конструкций. Бортовые секции. Изучение чертежа бортовой секции. Днищевые секции. Изучение чертежа днищевой секции. Палубы и платформы. Поперечные и продольные переборки. Изучение чертежа плоскостной секции.

Тема 2.4. Конструктивные чертежи корпуса судна

Конструктивный чертеж мидель-шпангоута. Правила вычерчивания мидель-шпангоута. Конструктивный продольный разрез. Растяжка наружной обшивки. Конструктивные чертежи основных корпусных конструкций. Конструктивные чертежи оконечностей. Схемы разбивки корпуса судна на секции и блоки.

Тема 2.5. Чертежи общего расположения

Чертежи общего расположения судна: планировка судна, распределение оборудования, обозначение коммуникаций, разделение секций, технические характеристики. Чертежи расположения оборудования. Типы и особенности отдельных чертежей.

Тема 2.6. Принципиальные схемы и монтажные чертежи узлов судовых систем и трубопроводов

Чертежи и техническая документация судовых систем и трубопроводов

Общие методические указания по чтению и выполнению принципиальных схем судовых систем и трубопроводов. Чтение и выполнение принципиальных схем судовых систем и трубопроводов.

3.2 Практические работы

Практическая работа № 1

Тема: «Расшифровка условных обозначений на чертежах. Расшифровка условных обозначений швов сварных соединений на чертежах»

Задание: Изучить условные обозначения, применяемые на судостроительных чертежах. Используя приложение В, Г, Д расшифровать условные обозначения на чертеже и прочитать условные обозначения сварных швов сварных соединений на чертеже по предложенному чертежу.

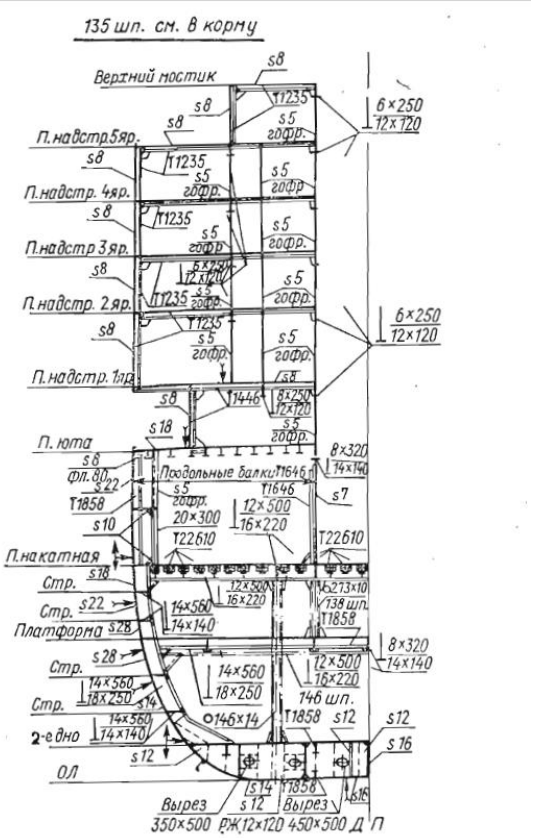


Рисунок 1 – Чертеж миделя судна

Последовательность выполнения работы:

1. Ознакомиться с заданием
2. Изучить условные обозначения на судостроительных чертежах по Приложениям В, Г, Д.
3. Выписать в тетрадь условные обозначения, встречающиеся на предложенном чертеже и записать их расшифровку.
4. Выписать в тетрадь условные обозначения сварных соединений, встречающиеся на предложенном чертеже и записать их расшифровку.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите условные обозначения для корпусных конструкций.

2. Перечислите условные обозначения корпуса судна, основных плоскостей и сечений корпуса.
3. Схема условного обозначения стандартного сварного шва.
4. Как обозначают сварные швы.

Практическая работа № 2

Тема: «Определение расположения теоретических линий на корпусных конструкциях»

Задание: Научиться определять расположение теоретических линий на корпусных конструкциях. Научиться строить проекции точек на корпусе судна на проекциях теоретического чертежа.

Теоретический материал

Раньше, до использования компьютерной техники, линии сетки вычерчивались с помощью специальной металлической линейки, твердым карандашом или тушью. Это был трудоемкий процесс, к тому же не исключающий погрешности.

Совокупность проекций сечения корпуса, имеющих вид прямых линий, образует так называемую *сетку теоретического чертежа*. При построении этой сетки конструктивная ватерлиния делится на двадцать равных частей — теоретических шпаций и через деления проводятся теоретические шпангоуты. Нумерация шпангоутов производится с носа в корму.

За нулевой шпангоут принимается носовой перпендикуляр, а кормовой перпендикуляр обозначается 20-м шпангоутом. Число равноотстоящих ватерлиний до КВЛ составляет 6 (включая ОП и КВЛ). Для построения борта выше КВЛ проводят еще несколько равноотстоящих ватерлиний. Число батоксов на один борт обычно берется 2.

Все линии изображения сечений корпуса на теоретическом чертеже должны быть очень строго согласованы между собой на всех трех проекциях.

Поскольку форма бортов корпуса судна всегда симметрична относительно ДП, то ограничиваются построением ватерлиний и шпангоутов только для одной половины корпуса судна (по одному борту). В этом случае проекция ватерлиний называется полуширотой, а на проекции корпуса только обвод мидель-шпангоута изображается полностью, на оба борта, а остальные шпангоуты половинками: справа от ДП шпангоуты, идущие в нос от миделя, а слева - в корму.

Последовательность выполнения работы:

1. Чертеж выполняется на компьютере в натуральную величину.
2. Проводят основную линию на проекциях «Бок» и «Корпус» и проекцию ДП — на проекции «Полуширота».
3. На проведенных линиях на проекциях «Бок» и «Полуширота» откладывают длину судка между перпендикулярами $L_{ПП}$, а на проекции «Корпус» - ширину судна В.На проекциях «Бок» и «Полуширота» длину судна делят на 20,

равных частей. Это можно сделать командой «Рисование-Точка-Поделить» и указать количество частей 20.

4. Из каждой полученной точки нужно провести вертикаль до пересечения с линией верхней палубы.

5. На проекции «Корпус» ширину судна делят на заданное число промежутков между батоксами. В точках деления восстанавливают перпендикуляры.

6. На построенных перпендикулярах откладывают: на проекциях «Бок» и

«Корпус» — высоту борта H, осадку судна T и расстояние между ватерлиниями ΔT, а на проекции «Полуширота» — половину ширины судна и расстояния между батоксами. Одноименные точки соединяют прямыми.

7. Выполнить надписи проекций «Бок», «Полуширота», «Корпус» (высота шрифта 1000), а также проставить номера шпангоутов, ватерлиний и батоксов (высота шрифта 700).

По мере проведения прямых образуются прямоугольники. Для контроля правильности построений проверяют равенство диагоналей всех равновеликих прямоугольников. Видимого расхождения в диагоналях быть не должно (рисунок2).

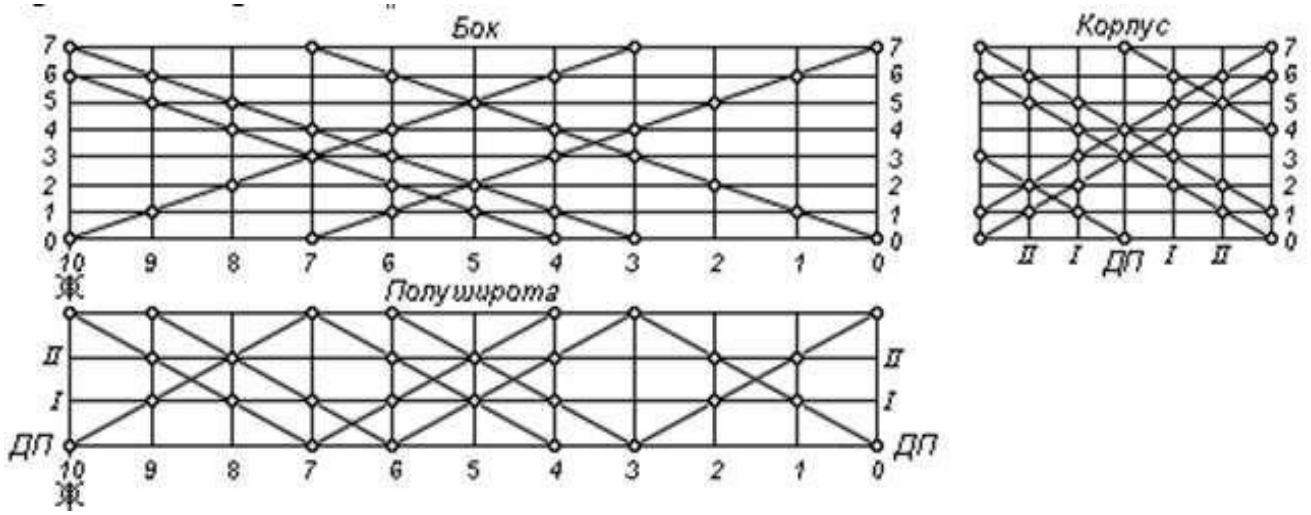


Рисунок 2 - Согласование сетки теоретического чертежа

Вопросы для самоконтроля:

1. Для чего выполняется построение сетки теоретического чертежа.
2. Расскажите порядок построения сетки.
3. Сколько теоретических шпангоутов должно быть на ТЧ.
4. Как построить линии батоксов на проекции «Корпус».
5. Как построить линии батоксов на проекции «Полуширота».
6. В каком масштабе вычерчивается теоретический чертеж.

Практическая работа № 3

Тема: «Построение сетки теоретического чертежа»

*Цель: о*владеть навыками построения сетки теоретического чертежа судна, являющегося обязательным элементом при проектировании корпуса судна и позволяющим получить точные представления о его форме и размерах. Научиться правильным образом разместить и оформить проекции, а также использовать необходимые графические инструменты и методы для построения сетки.

Задание: Создать теоретический чертеж судна с сеткой, включающей 20 шпангоутов, 6 ватерлиний и батоксы, используя выданные габаритные размеры и ординаты.

Задание включает габариты проектируемого судна и ординаты теоретического чертежа. Задание выдается студентам по вариантам в электронном виде (образец задания см. Приложение Б).

Также в задание имеются данные для выполнения практических работ по

«Теории корабля» - вычерчивание «Масштаба Бонжана», «Кривых элементов теоретического чертежа». «Расчет остойчивости на больших углах крена».

Размерения судна даны в таблице 1.

Таблица 1. Главные размерения судна для построения теоретического чертежа

Вариант	L, м	B, м	T, м	H, м	δ	β
0	99,1	17,4	4,79	7,76	0,687	0,980
1	101,5	17,8	4,92	7,97	0,704	0,980
2	123,9	16,6	7,12	9,7	0,653	0,980
3	131,4	18,4	8,3	11,6	0,720	0,990
4	134,3	18,8	8,6	12,0	0,730	0,990
5	137,7	19,7	7,34	10,8	0,670	0,981
6	138,4	19,9	7,41	13,3	0,670	0,981
7	140,35	20,1	7,48	11,1	0,67	0,981
8	144,4	20,8	7,9	12,2	0,650	0,980
9	145,3	20,8	7,74	11,4	0,670	0,981
10	146,6	21,1	8,1	12,3	0,650	0,980
11	147,8	21,1	7,88	11,7	0,670	0,981
12Т	149,51	21,42	8,91	12,38	0,700	0,989
13	151,1	21,5	8,2	12,6	0,670	0,980
14	152,2	21,8	8,3	12,8	0,670	0,980
15	195,3	30,4	10,84	18,43	0,788	0,990
16	197,6	30,5	10,8	15,2	0,800	0,992
17	197,9	30,4	10,75	16,77	0,788	0,990
18	198,7	30,7	10,83	16,93	0,788	0,990
19	199,8	30,8	11,0	18,7	0,788	0,990
20	201,2	30,9	11,0	15,8	0,800	0,992
21	208,9	31,8	11,3	16,3	0,800	0,992
22	211,14	30,8	12,3	19,4	0,800	0,992

23	212,3	32,2	11,4	16,5	0,800	992
24	246,13	38,3	14,3	21,2	0,830	0,990
25	248,45	38,6	14,39	21,3	0,830	0,990
26	249,7	38,4	13,9	21,4	0,830	0,990
27	252,88	39,0	14,57	21,6	0,833	0,994
28	252,5	38,6	14,0	21,5	0,830	0,993

Теоретические сведения

Полное представление о форме корпуса судна, необходимое для определения его мореходных качеств и постройки корпуса, дает теоретический чертеж, выполненный графически методом на три взаимно перпендикулярные плоскости.

Перед тем как начать построение теоретического чертежа, представим себе мысленно пересечение корпуса судна вспомогательными плоскостями, параллельными главным плоскостям, которыми являются: диаметральная плоскость (ДП), основная плоскость(ОП) и плоскость мидель-шпангоута.

Линии сечений, получившиеся при этом, образуют как бы каркас корпуса, который дает нам уже полное представление о его форме. Проекции этих линий на главные взаимно перпендикулярные плоскости соответственно называются: «Бок», «Полуширота» и «Корпус».

Линии сечения поверхности корпуса вспомогательными вертикальными плоскостями, параллельными диаметральной плоскости, называются батоксами. На проекции «Бок» *батоксы* проектируется в своем истинном виде, а на двух других – в виде прямых линий.

Линии, полученные от пересечения поверхности корпуса горизонтальными плоскостями, параллельными основной плоскости, называются *ватерлиниями*. На проекции «Полуширота» ватерлинии проектируются в своем истинном виде, а на двух других – прямыми линиями.

И, наконец, линии, полученные от пересечения корпуса вертикальными плоскостями, параллельными плоскости мидель-шпангоута, называются *теоретическим шпангоутами*. На проекции «Корпус» линии проектируются в истинном виде, а на двух других – прямыми линиями.

Последовательность выполнения работы:

1. Внимательно ознакомиться с заданием.

2. Для построения сетки теоретического чертежа необходимо:

- определить теоретическую шпацию, разделив длину между перпендикулярами на 20 (Расстояние между шпангоутами называется шпацией);
- определить расстояние между ватерлиниями, разделив осадку на 5;
- вычислить высоту надводного борта, от высоты борта отнять осадку;
- определить положение 6 ВЛ: высоту надводного борта разделить на 2.

3. На чертеже проекции располагаются следующим образом: справа – проекция «Корпус», слева – «Бок», снизу, под проекцией «Бок» проекция «Полуширота.

4. Нумерация шпангоутов справа на лево (от носа в корму). 5. Чертеж выполняется на компьютере в натуральную величину.

6. Проводят основную линию на проекциях «Бок» и «Корпус» и проекцию ДП – на проекции «Полуширота». На проведенных линиях на проекциях «Бок» и «Полуширота» откладывают длину судка между перпендикулярами $L_{ПП}$, а на проекции «Корпус»–ширину судна В.

7. На проекциях «Бок» и «Полуширота» длину судна делят на 20, равных частей. Это можно сделать командой «Рисование-Точка-Поделить» и указать количество частей 20.

8. Из каждой полученной точки нужно провести вертикаль до пересечения с линией верхней палубы.

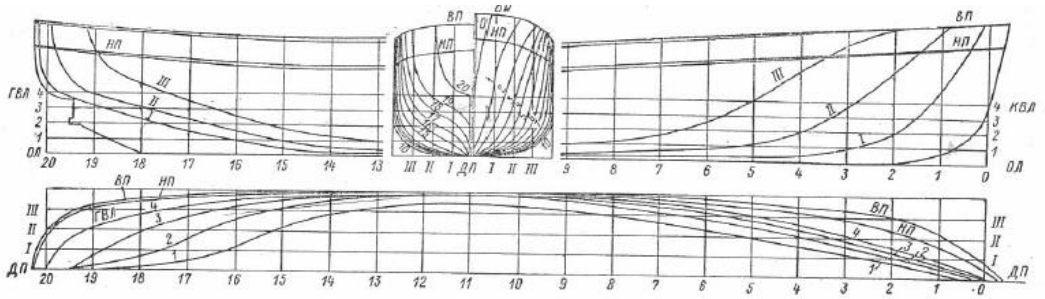


Рисунок 2 – Расположение проекций на теоретическом чертеже

8. На проекции «Корпус» ширину судна делят на заданное число промежутков между батоксами. В точках деления восстанавливают перпендикуляры.

9. На построенных перпендикулярах откладывают: на проекциях «Бок» и «Корпус» - высоту борта Н, осадку судна Т и расстояние между ватерлиниями ΔТ, а на проекции «Полуширота» - половину ширины судна и расстояния между батоксами. Одноименные точки соединяют прямыми.

10. Выполнить надписи проекций «Бок», «Полуширота», «Корпус» (высота шрифта 1000), а также проставить номера шпангоутов, ватерлиний и батоксов (высота шрифта 700).

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите основные плоскости теоретического чертежа.
2. Что называют «плазовыми ординатами».
3. Для чего разрабатывают теоретический чертеж.
4. Как на чертеже изображается мидель-шпангоут.
5. Для чего выполняется построение сетки теоретического чертежа.
6. Расскажите порядок построения сетки.
7. Сколько теоретических шпангоутов должно быть на ТЧ.
8. Как построить линии батоксов на проекции «Корпус».
9. Как построить линии батоксов на проекции «Полуширота».
10. В каком масштабе вычерчивается теоретический чертеж.

Практическая работа № 4

Тема: «Вычерчивание контуров корпуса судна на проекции «бок».

Цель: овладеть навыками построения теоретического чертежа корпуса судна, освоить технику вычерчивания контуров судна на проекции «бок», сформировать умение точно наносить и оформлять линии и контуры.

Задание:

1. Используя выданные исходные данные, начертить контуры корпуса судна на проекции «бок» в соответствии с требованиями стандарта судостроительного черчения.
2. Правильно нанести основные линии и теоретические шпации.
3. Оформить чертеж в соответствии с нормами судостроительной документации.

Ход работы:

1. Ознакомьтесь с исходными данными (сетка теоретического чертежа, величина шпаций, теоретические линии, пропорции судна).
2. Подготовьте лист чертежа нужного формата, разместите титульную надпись и рамку чертежа.
3. Проведите нулевую линию (ОС) и линию ватерлинии (WL) параллельно ОС.
4. Начертите вертикальные линии шпаций и горизонтальные линии батоксов, равномерно распределив их по высоте и длине чертежа.
5. Начинайте вычерчивать контур судна, последовательно отмечая точки пересечения линий шпаций и батоксов с очертаниями корпуса.
6. Проверьте правильность построения линий корпуса судна, убедитесь в соблюдении пропорций и симметрии.
7. Зафиксируйте построенные контуры тонкой карандашной линией, аккуратно заштрихуйте штрихпунктиром ватерлинию и нулевую линию.
8. Обозначьте линии шпаций и батоксов цифрами и номерами соответственно стандартам судостроения.
9. Выполните тщательную проверку правильности построения и аккуратности оформления чертежа.

Требования к оформлению итога лабораторной работы:

1. Чертеж должен быть выполнен на формате А3 или А2 в соответствии с государственным стандартом судостроительного черчения.
2. Штриховка линий и шрифты должны соответствовать стандартам ГОСТ.
3. Масштаб чертежа принимается 1:50 или 1:100.
4. Надпись чертежа должна содержать номер чертежа, наименование предмета, автора и исполнителя, подпись преподавателя.
5. Линия ватерлинии должна быть подчеркнута тонкой штрихпунктирной

линией.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие линии используются для обозначения шпаций и батоксов на проекции «бок»?
2. Какие стандартные масштабы применяются при построении теоретического чертежа?
3. Каково назначение нулевой линии (ОС) на проекции «бок»?
4. Каким цветом принято обозначать ватерлинию на судостроительных чертежах?
5. Какие требования предъявляются к толщине линий при выполнении теоретического чертежа?

Практическая работа № 5

Тема: «Вычерчивание батоксов на проекции «бок»

Задание: Построить контуры корпуса на проекции «бок». На проекции «Бок» построить батоксы в натуральную величину.

Теоретические данные:

При сечении внутренней поверхности обшивки корпуса судна плоскостями, параллельными ДП, в сечениях получают линии, называемые *батоксами.* На ДП батоксы проецируются в виде кривых линий, а на плоскость мидель-шпангоута и плоскость ВЛ — прямыми.

Совмещенное изображение обводов корпуса судна на ДП называется проекцией *«Бок».*

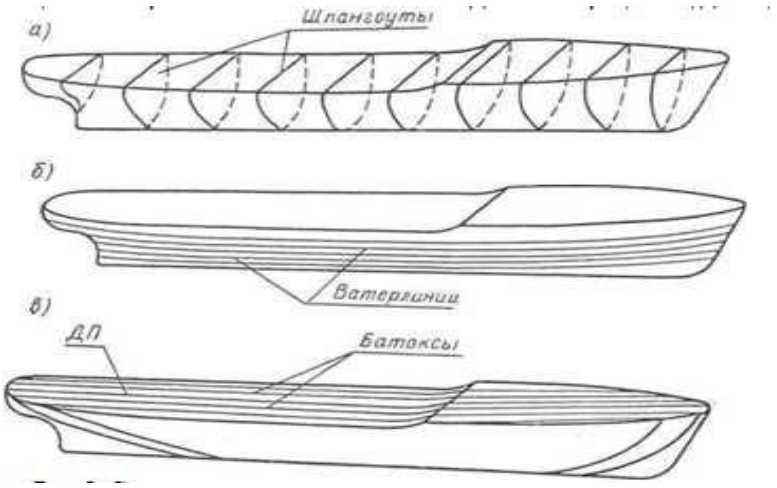


Рисунок 3 - Сечение поверхности корпуса судна вспомогательными плоскостями: *а* - параллельными плоскости миделя; *б* - параллельными плоскости главной ватерлинии; *в* - параллельными диаметральной плоскости.

Последовательность выполнения работы

1. На проекции «Полуширота» находим точки пересечения ватерлиний с I батоксом и переносим их на соответствующие ватерлинии на проекцию «Бок» (например, см. нулевая ВЛ: точки А-А/ Рисунок 3)

2. Также переносим с проекции «Корпус» точки пересечения шпангоутов с I батоксом. (см.точки Б-Б/).

3. Соединяем полученные точки плавной линией.

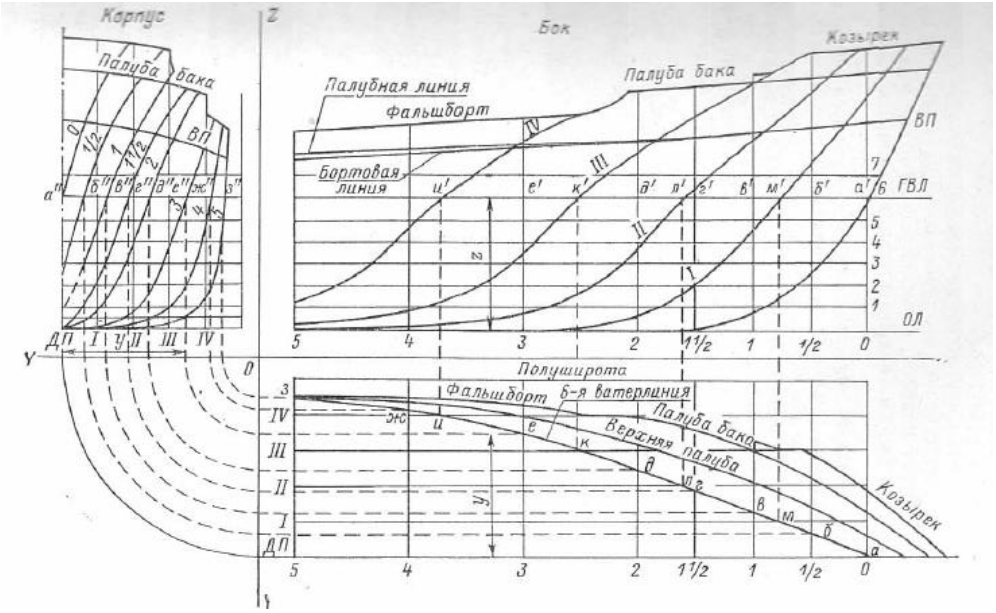


Рисунок 4 – Вычерчивание контуров судна и батоксов на проекции «бок»

Вопросы для самоконтроля:

1. На какой проекции батоксы показаны в натуральную величину.
2. Как называется расстояние между шпангоутами.
3. С помощью какой команды вычерчивают плавные линии.

Практическая работа № 6

Тема: «Вычерчивание контуров корпуса судна на проекции «полуширота»

Цель: овладеть техникой построения теоретического чертежа корпуса судна на проекции «полуширота», приобрести навыки точного вычерчивания контуров и правильного нанесения теоретических линий.

Задание:

1. Пользуясь исходными данными, начертить контуры корпуса судна на проекции «полуширота» в соответствии с правилами судостроительного черчения.

2. Построить и зафиксировать основные теоретические линии и ватерлинии.

3. Оформить чертеж в строгом соответствии с государственными стандартами судостроения.

Ход работы:

1. Ознакомьтесь с исходными данными (сетка теоретического чертежа, размеры шпаций, линии ватерлиний, параметры корпуса судна).
2. Подготовьте лист чертежа нужного формата (А3 или А2), расположите рамку и основную надпись.
3. Проведите горизонтальную нулевую линию (ОС) и линию ватерлинии (WL) параллельно ОС.
4. Постройте перпендикулярные линии шпаций и горизонтальные линии батоксов в соответствии с сеткой чертежа.
5. Начало вычерчивания контуров начинается с левой боковой линии судна, последовательно отмечают точки пересечения линий шпаций и батоксов с поверхностью корпуса.
6. Продолжите вычерчивание правой боковой линии, проверяя симметрию и правильность пропорций.
7. Построенные контуры зафиксируйте тонкой карандашной линией, проверьте точность и аккуратность выполнения чертежа.
8. Ватерлинию обозначьте тонким штрихпунктиром, линии шпаций и батоксов пронумеруйте согласно стандартам судостроения.
9. Оформите чертеж в соответствии с требованиями стандартов судостроительного черчения.

Требования к оформлению итога лабораторной работы:

1. Чертеж выполняется на листе формата А3 или А2, соответствующем стандартам судостроительного черчения.
2. Масштаб чертежа — 1:50 или 1:100.
3. Нанесение линий и обозначений должно соответствовать ГОСТам (ГОСТ 2.301-68, ГОСТ 2.303-68).
4. Наименование чертежа и автора обязательно указывается в основной надписи.
5. Ватерлиния должна быть подчеркнута тонкой штрихпунктирной линией.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие линии используются для обозначения шпаций и батоксов на проекции «полуширота»?
2. Какие стандартные масштабы применяются при построении теоретического чертежа судна?
3. Каково назначение нулевой линии (ОС) на проекции «полуширота»?
4. Каким цветом принято обозначать ватерлинию на судостроительных чертежах?
5. Какие требования предъявляются к толщине линий при выполнении теоретического чертежа?

Рекомендуемая литература:

1. Левин А.М. Судостроительное черчение. Учебник для вузов.
2. ГОСТ 2.301-68. Единая система конструкторской документации. Форматы.
3. ГОСТ 2.303-68. Единая система конструкторской документации. Линии.
4. Справочник судостроителя. Том 1.

Практическая работа № 7

Тема: «Вычерчивание ватерлиний на проекции «полуширота»

Задание: Построить контуры корпуса на проекции «полуширота». На проекции «полуширота» построить ватерлинии.

Последовательность выполнения работы:

1. Построение кривых ватерлиний на проекции «Полуширота» производится по следующему принципу:

2. Возьмем, к примеру, первую ватерлинию, мысленно произведем сечение корпуса судна на уровне первой ватерлинии. Расстояние от ДП по этой ватерлинии до каждого шпангоута представляет собой половину широты судна в плоскости этого шпангоута. (См.рисунок 5)

3. Отметим на проекции «Корпус» точки пересечения шпангоутов с первой ватерлинией и перенесем их на проекцию «Полуширота». Полученные точки соединяем плавными кривыми.

4. Точки притыкания ватерлиний к ДП на проекции «Полуширота» получаем следующим образом. Точка пересечения первой (в рассматриваемом случае) ватерлинии с форштевнем на проекции «Бок» находится на том же расстоянии от носового перпендикуляра, что и на проекции «Полуширота», поскольку это две проекции одной и той же точки. Поэтому, спроектировав на след ДП (на проекции «Полуширота») точку пересечения первой ватерлинии с форштевнем, находим точку притыкания ее к ДП.

5. Подобным образом строим все ватерлинии и палубы на проекции «Полуширота», причем полушироты палуб снимаем с проекции «Корпус», измеряя по горизонтали расстояния от точек пересечения шпангоутов с линией палубы - до ДП.

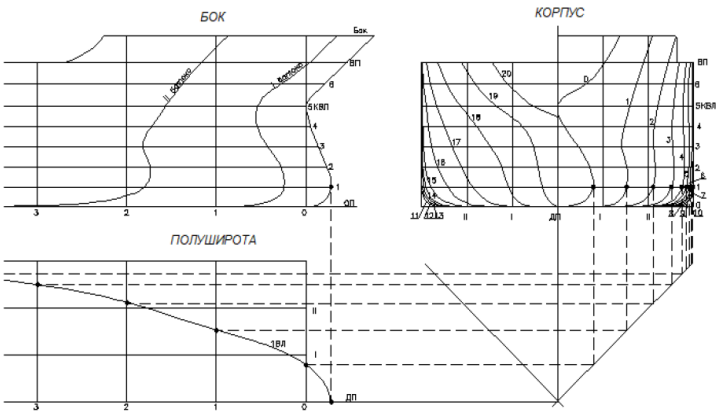


Рисунок 5 – Построение ватерлиний

Вопросы для самоконтроля:

1.Как строятся обводы штевней на проекции «Полуширота».

2. Как обозначаются ватерлинии.

3. На какой проекции ватерлинии вычерчиваются в натуральную величину.

Практическая работа № 8

Тема: «Вычерчивание контуров корпуса судна на проекции «корпус»

Цель: освоить методику построения теоретического чертежа корпуса судна на проекции «корпус», научиться правильно вычерчивать контуры судна и наносить теоретические линии в соответствии с требованиями судостроительного черчения.

Задание:

1. Используя исходные данные, начертить контуры корпуса судна на проекции «корпус» в соответствии с правилами судостроительного черчения.

2. Построить и обозначить основные теоретические линии и ватерлинии.

3. Оформить чертеж в соответствии с нормами судостроительной документации.

Ход работы:

1. Ознакомьтесь с исходными данными (сетка теоретического чертежа, величины шпаций, линии ватерлиний, параметры корпуса судна).

2. Подготовьте лист чертежа нужного формата (А3 или А2), расположите рамку и основную надпись.

3. Проведите горизонтальную нулевую линию (ОС) и линию ватерлинии (WL) параллельно ОС.

4. Постройте вертикальные линии шпаций и горизонтальные линии батоксов в соответствии с сеткой чертежа.

5. Начните вычерчивание контуров судна, последовательно отметив точки пересечения линий шпаций и батоксов с поверхностями корпуса.

6. Обратите внимание на точную прорисовку носа и кормы судна, поскольку эти части корпуса имеют сложную конфигурацию.

7. Ватерлинию обозначьте штрихпунктирной линией, линии шпаций и батоксов пронумеруйте соответствующим образом.

8. Оформите чертеж в соответствии с требованиями стандартов судостроительного черчения.

Требования к оформлению итога лабораторной работы:

1. Чертеж выполняется на листе формата А3 или А2, соответствующем стандартам судостроительного черчения.

2. Масштаб чертежа — 1:50 или 1:100.

3. Линейные и шрифтые элементы должны соответствовать ГОСТам (ГОСТ 2.301-68, ГОСТ 2.303-68).

4. Наименование чертежа и автора обязательно указывается в основной надписи.

5. Ватерлиния должна быть подчеркнута тонкой штрихпунктирной линией.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие линии используются для обозначения шпаций и батоксов на проекции «корпус»?

2. Какие стандартные масштабы применяются при построении теоретического чертежа судна?

3. Каково назначение нулевой линии (ОС) на проекции «корпус»?

4. Каким цветом принято обозначать ватерлинию на судостроительных чертежах?

5. Какие требования предъявляются к толщине линий при выполнении теоретического чертежа?

Практическая работа № 9

Тема: «Вычерчивание шпангоутов на проекции «корпус»

Цель: освоить навыки вычерчивания теоретических шпангоутов на проекции «Корпус» по плазовым ординатам в натуральной величине. Изучить методику построения кривых шпангоутов, основанную на методах ортогонального проецирования и учитывающую симметричность обводов судна относительно диаметральной плоскости. Научиться правильно оформлять проекцию «Корпус» с учетом требований к точности и четкости чертежа.

Задание: На проекции «Корпус» по плазовым ординатам построить кривые теоретических шпангоутов 0-20 шп. В натуральную величину.

Судно не имеет седловатости и погиби бимсов. В носовой части имеется бак высота 3000 мм.

Теоретические сведения

Обратим внимание на то, что на правой половине проекции «Корпус» вычерчиваются носовые шпангоуты (одной ветвью), а на левой - кормовые.

Это вызвано симметричностью обводов судна относительно ДП. Чтение чертежа в случае наложения кормовых шпангоутов на носовые было бы затруднительно.

Последовательность выполнения работы:

1. После построения сетки приступаем к вычерчиванию теоретического чертежа.

2. Построение теоретического шпангоута Построение начинаем с проекции «Корпус». Откладываем на соответствующей ватерлинии ординаты теоретического чертежа.

Нулевая ватерлиния пересекает нулевой шпангоут в точке с ординатой 0,000 (отмечаем точку на чертеже);

Первая ватерлиния пересекает нулевой шпангоут в точке с ординатой 3747 (Рисунок 6) Отмечаем точку на чертеже, отложив значение ординаты вправо от ДП).

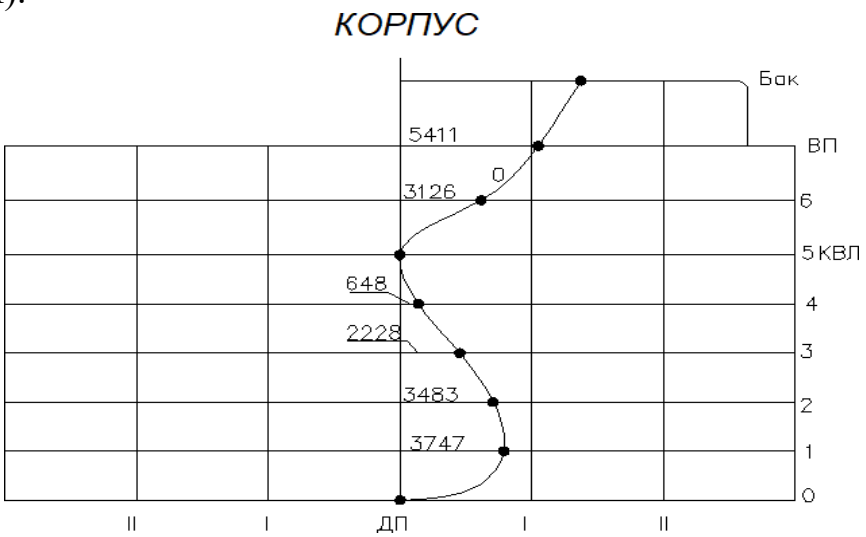


Рисунок 6 – Построение проекции «корпус» и шпангоутов

Вторая ватерлиния пересекает нулевой шпангоут в точке с ординатой 3483 (отмечаем точку на чертеже, отложив значение ординаты вправо от ДП) и так, далее откладываем значения ординат по каждой ватерлинии до ВП. Точку на баке ставим произвольно, продолжая линию шпангоута.

Соединяем полученные точки плавной линией (с помощью команды Сплайн). Таким образом мы построили нулевой шпангоут в натуральную величину.

По заданному алгоритму продолжаем построение шпангоутов 1 – 20.

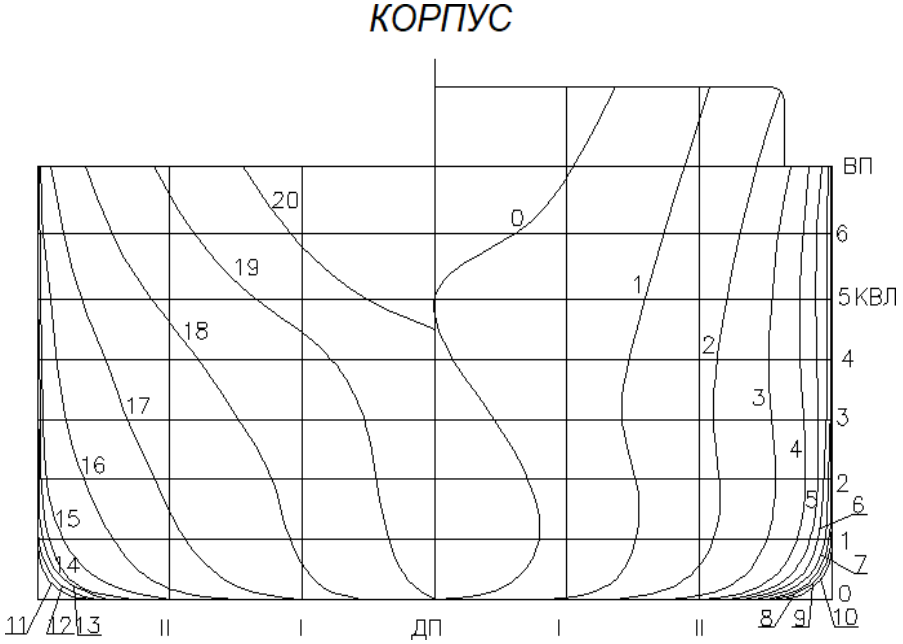


Рисунок 7 Теоретический чертеж. Проекция «Корпус»

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие основные плоскости проекций принимают при вычерчивании теоретического чертежа.
2. Как изображаются шпангоуты на проекциях «Бок» и «Полуширота».
3. На какой проекции теоретические шпангоуты изображаются в натуральную величину.

Практическая работа № 10

Тема: Оформление теоретического чертежа

Цель: освоить навыки оформления и подготовки теоретического чертежа судна к печати. Научиться выполнять проверку согласованности криволинейных обводов корпуса судна на трех проекциях, а также правильно выполнять надписи и приводить чертеж в соответствие с требованиями стандартов оформления судостроительной документации.

Задание: выполнить проверку теоретического чертежа. Выполнить надписи. Подготовить файл к печати.

Теоретические сведения

Все вычерченные криволинейные обводы корпуса судна (шпангоуты, ватерлинии и батоксы) на трех проекциях должны быть плавными и взаимно согласованными. До окончательного согласования теоретического чертежа не следует полностью наводить линии обводов корпуса.

Согласование обводов теоретического чертежа заключается и проверке наличия проекционной связи между точками пересечения обводов корпуса судна

с линиями сетки и следами секущих плоскостей на «Полушироте», «Боку» и «Корпусе».

Все линии теоретического чертежа должны находиться в строгом соответствии одна с другой. Это значит, что положение проекций точек, полученных при взаимном пересечении двух каких-либо линий на одной из проекций чертежа, должно соответствовать положению проекций этих точек при пересечении указанных линий на остальных проекциях теоретического чертежа. Точки пересечения обводов поверхности корпуса с линиями сетки на двух взаимно перпендикулярных плоскостях проекций теоретического чертежа располагают на одном перпендикуляре к линии пересечения этих плоскостей.

Последовательность выполнения работы:

1. На теоретическом чертеже выполнить надписи проекций, проставить номера шпангоутов, ватерлиний, батоксов. Заполнить основную надпись. Над основной надписью написать главные размерения судна.
2. Подготовить файл в печать.
3. Сдать преподавателю чертеж в электронном и в распечатанном виде.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как построить промежуточные шпангоуты.
2. В каком масштабе печатают теоретические чертежи.
3. Как используют теоретический чертеж при разработке конструкторской документации.

Практическая работа № 11

Тема: «Вычерчивание профильного проката»

Задание: В соответствии с вариантом вычертить профили прессованных балок и перекрытие с приварными ребрами жесткости из полособульбов (симметричных и несимметричных). Указать размеры и сварку. Выполнить чертежи на формате А4. Размеры профилей см. таблицы 1А-7А Приложение А.

Таблица 1 – Варианты заданий

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
Т1А	5	5,5	6	7	8	9	10	12	14а	14б	16а	16б	18а
Т2А	935	1035	1235	1446	1447	1646	1658	1857	1858	2068	2268	2478	24710
Т3А	10	12	16	20	24	30	12	10	12	16	20	24	30
Т4А	8	10	12	14	16а	16б	18а	18б	20а	20б	22а	22б	25а
Т5А	5	6,5	8	10	12	14	16	20	24	30	5	6,5	8
Т6А	2	2,5	3,2	3,64	4,5	4,5	5	6,3	7,5	7,5	9	10	12,5
Т7А	3,2/2	4,5/2,8	5,6/3,6	6,3/4	6,3/4	7/4,5	7,5/5	9/5,6	10/6,3	11/7	12,5/8	16/10	3,2/2
	14	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**
Т1А	18б	20а	20б	22а	22б	24а	24б	5	5,5	6	7	8	9
Т2А	935	1035	1235	1446	1447	1646	1658	1857	1858	2068	27812	30810	30812
Т3А	10	12	16	20	24	30	14	10	12	16	20	24	30

Т4А	25б	28а	28б	32а	32б	36а	36б	40а	40б	45а	45б	50а	50б
Т5А	5	6,5	8	5	6,5	8	10	12	14	16	20	24	30
Т6А	16	2,5	3,2	3,64	4,5	4,5	5	6,3	7,5	7,5	9	10	12,5
Т7А	3,2/2	4,5/2,8	5,6/3,6	6,3/4	6,3/4	7/4,5	7,5/5	9/5,6	10/6,3	11/7	12,5/8	16/10	3,2/2

Теоретические сведения

Корпус судна состоит из *наружной обшивки* (днища и борта) и *настила верхней палубы*, образующих водонепроницаемую оболочку, и подкрепляющих эту оболочку поперечных и продольных *переборок* и взаимно перпендикулярно направленных *балок набора.* Листы обшивки и настила палуб совместно с набором образуют типичные судовые конструктивные элементы, которые называются плоскими *перекрытиями*.

Корпусный набор – шпангоуты, бимсы, стрингеры, карленгсы, ребра жесткости и т.д. в большинстве случаев изготавливают из сварного или прессованного профиля. Этим обусловлена необходимость знать и уметь изображать балки на судостроительных чертежах.

Последовательность выполнения работы:

1. Ознакомиться с заданием.
2. Вычертить сечение профилей соблюдая толщину линий.
3. Проставить размеры.
4. Нанести штриховку.
5. Начертить перекрытие с ребрами жесткости (симметричный и несимметричный полособульб).
6. Чертежи выполнить на формате А4.
7. Распечатать файл.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что называется судовым перекрытием
2. Какие системы набора вы знаете
3. Какими линиями вычерчивают балки рамного набора
4. Как обозначают сварные швы.

Практическая работа № 12

Тема: «Вычерчивание узла соединения листа с профильным прокатом (полособульбом или уголком)»

Цель: овладеть навыками вычерчивания и оформления узла соединения листа с профильным прокатом (полособульбом или уголком), соблюдая требования к чертежам судостроительной документации. Научиться правильно указывать размеры и сварку, а также выполнять чертежи на формате А4 в соответствии с ГОСТ.

Задание: В соответствии с вариантом вычертить узел соединения листа с профильным прокатом (полособульбом или уголком). Указать размеры и сварку. Выполнить чертежи на формате А4.

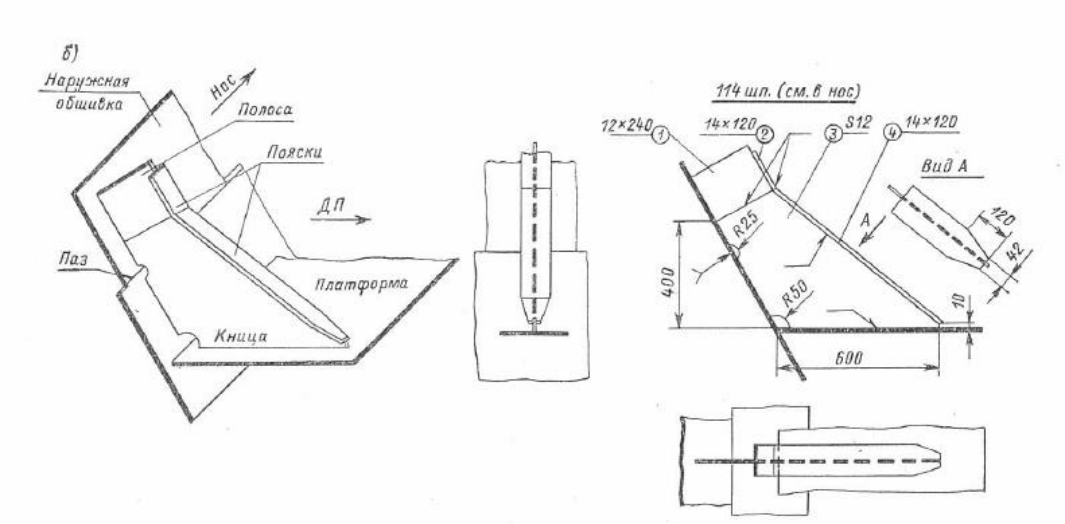


Рисунок 8 – Узел корпусной конструкции

Последовательность выполнения работы:

1. Ознакомиться с заданием.
2. Вычертить узел соблюдая толщину линий.
3. Проставить размеры.
4. Нанести штриховку.
5. Начертить перекрытие с ребрами жесткости (симметричный и несимметричный полособульб).
6. Чертежи выполнить на формате А4.
7. Распечатать файл.

Вопросы для самоконтроля:

1.Что называется судовым перекрытием
2.Какие системы набора вы знаете
3.Какими линиями вычерчивают балки рамного набора
4. Как обозначают сварные швы.

Практическая работа № 13

Тема: «Чтение чертежей узлов судовых корпусных конструкций. Вычерчивание узла корпусной конструкции. Деталировка узла корпусной конструкции»

Цель: овладеть навыками чтения чертежей судовых корпусных конструкций, а также вычерчивания и деталировки узлов корпусных конструкций судна. Научиться правильно оформлять чертежи узлов, проставляя размеры и выполняя штриховку в соответствии с требованиями судостроительной документации.

Задание: Изучить чертеж корпусной конструкции. Прочитать чертеж судовой конструкции. Выполнить чертеж сечения А-А.

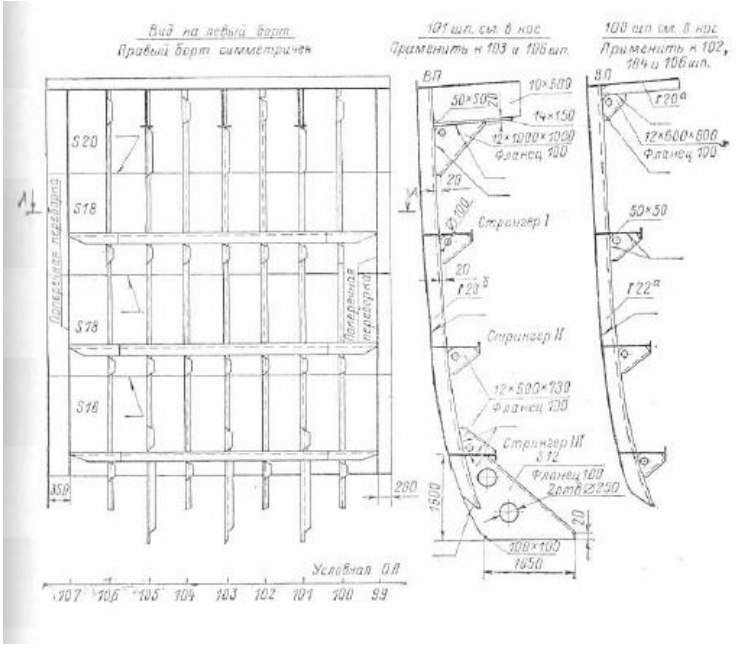


Рисунок 9 – Чертеж корпусной конструкции

Последовательность выполнения работы:
1. Ознакомиться с заданием.
2. Вычертить узел соблюдая толщину линий.
3. Проставить размеры.
4. Нанести штриховку.
5. Чертежи выполнить на формате А4.
6. Распечатать файл.

Вопросы для самоконтроля:
1.Что называется судовым узлом.
2.Какие обозначения использованы на чертеже.
3.Какими линиями вычерчивают балки рамного набора
4. Как обозначают сварные швы.

Практическая работа № 14

Тема: «Составление спецификации к узлу корпусной конструкции»

Цель: освоить навыки составления спецификации к чертежу корпусной конструкции судна, научиться правильно оформлять спецификацию, проставлять позиции деталей, вычислять их массу и записывать данные в спецификацию в соответствии с требованиями судостроительной документации.

Задание: составить спецификацию к чертежу фундамента.

Теоретические сведения:

Для чертежей фундаментов допускается выполнять спецификацию в упрощенной форме на поле чертежа над основной надписью.

Графа «Поз.» указывают позицию деталей фундамента. В графе «Обозначение» указывают обозначение обезличенного чертежа, по которому изготавливается данная деталь (если такой имеется). В графе «Наименование» указывают название детали, ее размеры, марку материала. В графе «Кол.» - количество деталей данной позиции. В графах «Масса ед.» и «Масса общ.» - соответственно массу детали.

Последовательность выполнения работы:

1. На чертеже обозначить позиции деталей.
2. Вычислить массу деталей.
3. Записать данные в спецификацию на поле чертежа.
4. Посчитать общую массу и записать в основной надписи, графа «Масса».

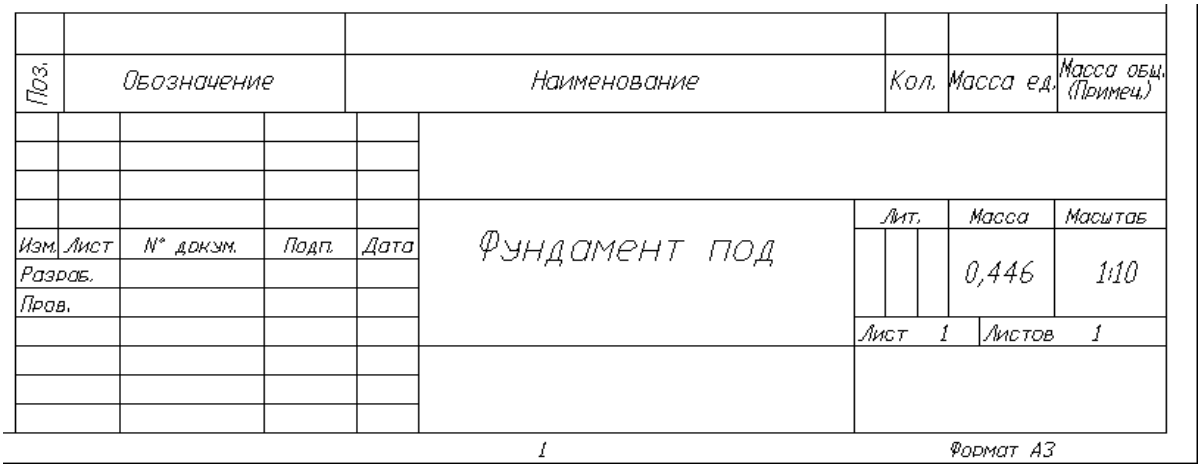


Рисунок 10 – Образец спецификации на поле чертежа

Вопросы для самоконтроля:

1 Для чего составляют спецификацию к чертежу.
2 В какой графе указывают сведения о марке материала детали.
3 Какую информацию указывают в графе «Обозначение».

Практическая работа № 15

Тема: «Чтение чертежа днищевой секции»

Цель работы:

Овладеть навыками чтения и анализа судостроительных чертежей, уметь разбираться в назначении, размерах и конструктивных особенностях днищевых секций, сформировать умение находить и распознавать элементы конструкции.

Задание:

1. Ознакомиться с выданным чертежом днищевой секции судна.
2. Определить назначение, основные размеры и конструктивные элементы днищевой секции.

3. Провести анализ чертежа, определить тип судна и конструкцию днищевого перекрытия.

4. Оформить протокол чтения чертежа, содержащий полную информацию о прочитанном материале.

Ход работы:

1. Получите чертеж днищевой секции и внимательно рассмотрите его.

2. Изучите обозначенные на чертеже элементы и найдите основные размеры конструкции.

3. Определите назначение и тип судна, которому принадлежит данная секция.

4. Определите материалы, указанные на чертеже, и обратите внимание на марки судостроительных сталей.

5. Найдите на чертеже обозначения связей, шпангоутов, книц и других элементов днищевого перекрытия.

6. Выполните анализ чертежа, отметив особенности конструкции, возможные уязвимости и меры по их укреплению.

7. Оформите отчет о чтении чертежа, указывая все найденные элементы и их назначение.

Требования к оформлению итога лабораторной работы:

1. Протокол чтения чертежа должен содержать полное описание всех найденных элементов конструкции.

2. Указать назначение, тип судна и конструктивную схему днищевого перекрытия.

3. Отметить все принятые на чертеже условные обозначения и размеры.

4. Сделать заключение о качестве чертежа и его соответствии стандартам судостроения.

5. Оформить отчет в письменной форме, соблюдая требования к стилю и содержанию технической документации.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие основные элементы входят в конструкцию днищевой секции судна?

2. Как определить назначение и тип судна по чертежу днищевой секции?

3. Какие марки судостроительных сталей обычно используются для днищевых секций?

4. Какова роль связей и шпангоутов в днищевой конструкции судна?

5. Какие нормативные документы регламентируют оформление судостроительных чертежей?

Практическая работа № 16

Тема: «Чтение чертежа бортовой секции, секции палубы/платформы»

Цель: овладеть навыками чтения и анализа чертежей судовых корпусных конструкций, а также научиться определять назначение, основные размеры и конструктивные элементы бортовых секций, палуб и платформ судна. Научиться обрабатывать информацию, содержащуюся на чертеже, и представлять её в отчёте.

Задание:

1. Ознакомиться с выданным чертежом бортовой секции, палубы или платформы судна.
2. Определить назначение, основные размеры и конструктивные элементы секции.
3. Выполнить анализ чертежа, выяснить тип судна и конструктивные особенности палубных и бортовых конструкций.
4. Оформить отчет о чтении чертежа, включив все выявленные данные и заключения.

Теоретические сведения

Для разработки чертежа общего расположения используется эскиз общего расположения, выполненный в начальной стадии проектирования. Чертеж общего расположения состоит из бокового вида, плана главной палубы, плана трюма, планов всех ярусов надстройки и рубки, включая навигационный мостик. Боковой вид, план главной палубы и план трюма располагаются в общепринятой проекционной связи, планы ярусов надстройки и рубки и навигационный мостик — вне проекционной связи (обычно «цепочкой» на свободном поле чертежа).

При использовании прототипов в работе над чертежом общего расположения, следует учитывать изменения в составе экипажей судов данного класса, произошедшего с периода его постройки, возможности по повышению комфортабельности помещений для экипажа, тенденции в развитии судового дизайна.

Чертеж общего расположения выполняется в масштабе 1:50, 1:100 и, как исключение, в масштабе 1:200 для больших судов.

На чертежах проекционная связь контролируется с помощью наносимых на всех проекциях и планах рисок практических шпангоутов. Практические шпангоуты нумеруются через 5-10 шпаций (нумерация от носового перпендикуляра в корму). Риски шпангоутов наносятся на планах – по диаметральной плоскости (высота риски 1 ÷ 2 мм), на проекции «Бок» – на следе основной плоскости.

При вычерчивании на планах все металлические стенки обозначаются толстыми линиями; металлические стенки, имеющие обстройку или изоляцию, – двумя линиями – толстой и тонкой; деревянные стенки – двумя тонкими.

При разработке чертежа общего расположения необходимо учесть следующее:

При вычерчивании обводов судна на проекциях общего расположения (палубы, линия форштевня и ахтерштевня), а также элементов общей планировки,

судовых устройств, движителей и т.д. следует ориентироваться на суда – прототипы. При этом целесообразно использовать отдельные, наиболее удачные решения по судам различных проектов.

В проекте должно быть проработано общее расположение, и назначены площади жилых помещений для экипажа, столовой, красного уголка (или красного уголка – столовой), камбуза, провизионных кладовых, санитарно-бытовых помещений (прачечных, кладовых для белья, для хранения и сушки спецодежды), санитарно- гигиенических помещений.

Ширина проходов в коридорах жилых помещений должна быть не менее 0,9 м, коридоров прочих помещений экипажа 0,7 м. Двери надстроек и рубок на открытую палубу должны открываться наружу. Двери общественных помещений должны открываться наружу или в обе стороны. Двери кают должны открываться внутрь.

Ход работы:

1. Получите чертеж бортовой секции, палубы или платформы и внимательно изучите его.
2. Определите назначение и тип судна, к которому относится данная секция.
3. Найдите на чертеже основные элементы конструкции: шпангоуты, балки, связи, палубный настил, ребра жесткости и другие.
4. Определите материалы, указанные на чертеже, и марки судостроительных сталей.
5. Проведите анализ чертежа, обращая внимание на особенности конструкции, технологию сборки и возможные уязвимости.
6. Оформите отчет о прочтении чертежа, указав все выявленные элементы и их назначение.

Требования к оформлению итога лабораторной работы:

1. Отчет должен содержать полное описание всех элементов конструкции и их назначения.
2. Отметьте на чертеже обозначенные материалы и их марки.
3. Обозначьте и проанализируйте конструктивные особенности, влияющие на прочность и надежность конструкции.
4. Сделайте выводы о соответствии чертежа стандартам судостроения и о его качестве.
5. Оформите отчет в письменном виде, соблюдая стилистические и технические требования к оформлению технической документации.

Вопросы для самоконтроля:

1 Название чертежа

2 Назначение судна

3 Габаритные размеры

4 Система набора

5 Количество водонепроницаемых переборок
6 Описать оборудование в отсеках

Практическая работа № 17

Тема: «Вычерчивание чертежа объемной секции. Составление спецификации к чертежу объемной секции»

Задание: Построить объемную секцию. Составить спецификацию к чертежу объемной секции.

Теоретические данные:

Создание трехмерных моделей – более трудоемкий процесс, чем построение их проекций на плоскости, но при этом трехмерное моделирование обладает рядом преимуществ, среди которых:

– возможность рассмотрения модели из любой точки;
– автоматическая генерация основных и дополнительных видов на плоскости;
– построение сечений на плоскости;
– подавление скрытых линий и реалистичное тонирование;
– проверка взаимодействий;
– экспорт модели в анимационные приложения;
– инженерный анализ;
– извлечение характеристик, необходимых для производства.

NanoCAD поддерживает три типа трехмерных моделей: каркасные, поверхностные и твердотельные. Каждый из них обладает определенными достоинствами и недостатками.

Каркасная модель представляет собой скелетное описание трехмерного объекта. Она не имеет граней и состоит только из точек, отрезков и кривых, описывающих ребра объекта. NanoCAD дает возможность создавать каркасные модели путем размещения плоских объектов в любом месте трехмерного пространства.

Моделирование с помощью *поверхностей* – более сложный процесс, чем формирование каркасных моделей, так как в нем описываются не только ребра трехмерного объекта, но и его грани. NanoCAD строит поверхности на базе многоугольных сетей. Поскольку грани сети плоские, представление криволинейных поверхностей производится путем их аппроксимации. Чтобы было проще различать два упомянутых типа поверхностей, под термином «сети» будем понимать те из них, которые составлены из плоских участков.

Моделирование с помощью *тел* – это самый простой способ трехмерного моделирования. Средства NanoCAD позволяют создавать трехмерные объекты на основе базовых пространственных форм: *параллелепипедов, конусов, цилиндров, сфер, клинов* и *торов (колец)*. Из этих форм путем их объединения, вычитания и пересечения строятся более сложные пространственные тела. Кроме

того, тела можно строить, сдвигая плоский объект вдоль заданного вектора или вращая его вокруг оси.

Твердотельный объект, или *тело*, представляет собой изображение объекта, хранящее, помимо всего прочего, информацию о его объемных свойствах. Следовательно, тела наиболее полно из всех типов трехмерных моделей отражают моделируемые объекты. Кроме того, несмотря на кажущуюся сложность тел, их легче строить и редактировать, чем каркасные модели и сети.

Запускаются все вышеназванные команды из падающего меню Draw > Modeling или с плавающей панели инструментов Modeling (рисунок 11)

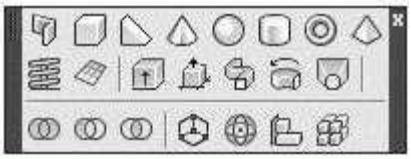


Рисунок 11 – Инструменты для формирования тел

Команда *POLYSOLID* преобразует имеющуюся линию, двумерную полилинию, дугу или окружность в *тело* с прямоугольным профилем, которое может содержать криволинейные сегменты, но профиль при этом всегда явля- ется прямоугольным.

Команда вызывается из падающего меню Draw > Modeling > Polysolid или щелчком на пиктограмме Polysolid на панели инструментов Modeling.

Команда *BOX* формирует твердотельный *параллелепипед* (ящик, куб) Основание параллелепипеда всегда параллельно плоскости *XY* текущей ПСК.

Команда вызывается из падающего меню Draw > Modeling > Box или щелчком на пиктограмме Box на панели инструментов Modeling

Запросы команды BOX:

Specify first corner or [Center]: – указать первый угол параллелепипеда

Specify other corner or [Cube/Length]: – указать противоположный угол параллелепипеда

Specify height or [2Point]: – указать высоту параллелепипеда

При формировании параллелепипеда следует задать параметры в одном из нижеперечисленных вариантов:

– положение диагонально противоположных углов;

– положение противоположных углов основания и высота;

– положение центра ящика с назначением угла или высоты либо длины и ширины ящика.

Последовательность выполнения работы:

1. Перейти в 3D моделирование.
2. Настроит экран для работы с трехмерными моделями.
3. Вычертить твердотельный параллелепипед

Вопросы для самоконтроля:

1 Какие трехмерные модели поддерживает программа NanoCAD.

2 Назовите преимущества и недостатки каждой модели.

3 Из какого меня запускаются команды для формирования тел.
4 Какие действия выполняют командой «Полителo».

Практическая работа № 18

Тема: «Выполнение чертежа фундамента»

Цель: овладеть навыками вычерчивания чертежей судовых фундаментов, научиться правильно размещать оборудование на переборках, проставлять установочные размеры и указывать сварку. Научиться оформлять чертеж фундамента в соответствии с требованиями судостроительной документации и ГОСТ.

Задание: Вычертить фундаменты под щит питания с берега и коробку соединительную на поперечной переборке 15 ½ шп. Габаритные и установочные размеры указаны в табл 5.1 в соответствии с вариантом. Имеются более сложные задания для вычерчивания фундаментов (Приложение Ж).

Теоретические данные:

В зависимости от конструкции и размеров механизмов, оборудования и агрегатов устанавливаются масштабы выполнения чертежей 1:25, 1:20, 1:10, 1:5.

Основными исходными данными для вычерчивания чертежа фундаментов являются габаритные размеры механизмов и оборудования, а также чертежи общего расположения судовых помещений.

Главный вид (план фундаментов) помещают в нижнем левом углу. Обязательно выполняют все необходимые сечения, указывают установочные размеры, сварку.

В объеме практических занятий, студентам необходимо начертить фундамент согласно заданию и составить спецификацию.

Последовательность выполнения работы:

1. Ознакомиться с заданием.
2. Определить расположение щита на переборке.
3. Вычертить фундамент.
4. Указать сварку.
5. Проставить размеры.

Вопросы для самоконтроля:

1 По каким признакам классифицируют фундамента?
2 Какие требования предъявляют к фундаментам?

3 Что называют «судовыми фундаментами».

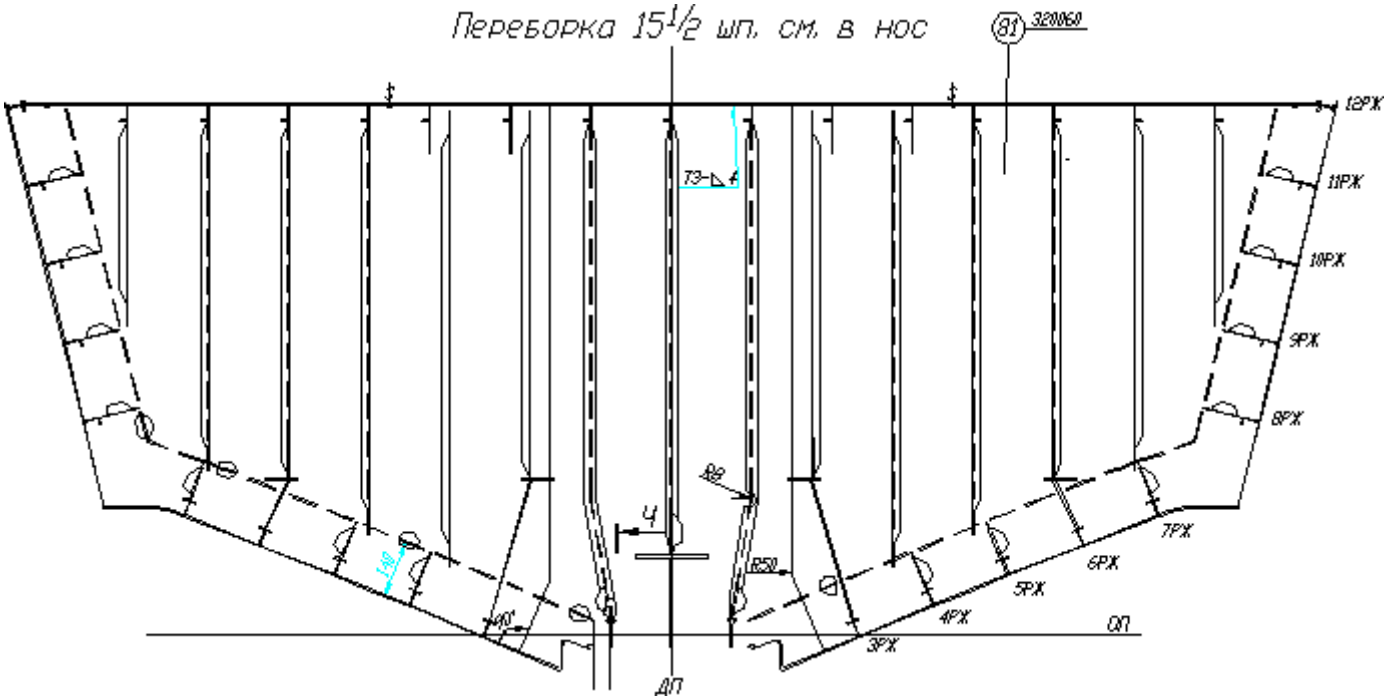
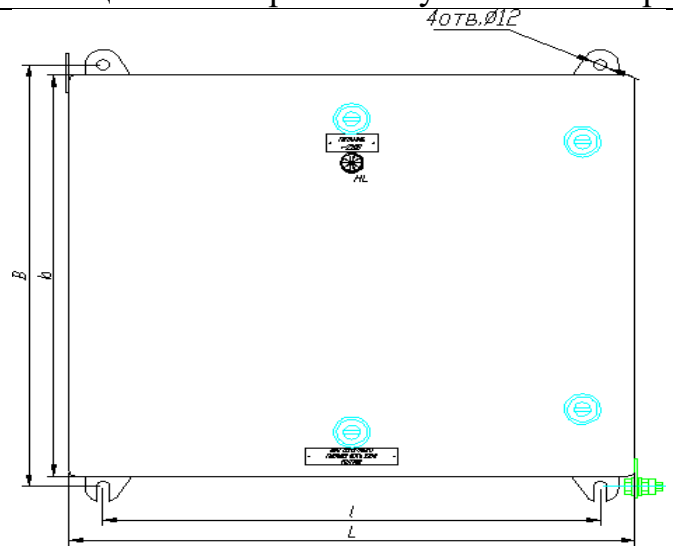
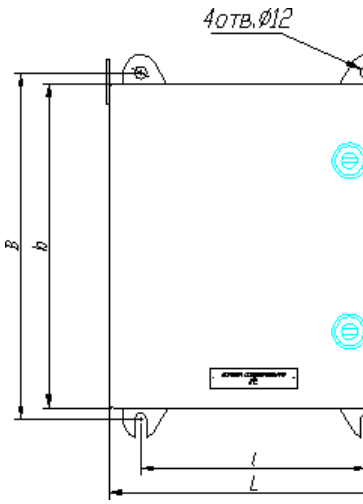


Рисунок 12 – Поперечная переборка

Таблица 5.1 Габаритные и установочные размеры





Щит питания с берега							Коробка соед					
	L, мм	l, мм	B, мм	b, мм	m, кг	Установочные размеры, мм		L, мм	l, мм	B, мм	b, мм	m, кг

						от ДП	от ОП	*						
1	545	480	480	457	20.0	300 ЛБ	1000	900	11	295	230	345	332	6,0
2	500	450	350	300	25,0	100 ЛБ	500	450	12	300	235	345	322	10,0
3	465	400	345	322	15,0	400 Пр.Б	600	500	13	370	305	345	322	15,0
4	800	735	873	850	53,0	ДП	400	350	14	300	268	238	200	5,9
5	565	500	722	700	32,3	100 ЛБ	400	250	15	240	175	405	382	12,6
6	380	315	355	332	15,4	300 ЛБ	550	500	16	250	185	345	322	8,1
7	550	500	400	350	35,8	50 Пр.Б	400	300	17	320	288	405	382	16,4
8	470	405	445	422	16,7	380 ЛБ	640	600	18	250	185	345	322	8,9
9	465	400	480	457	17,5	180 Пр.Б	350	400	19	455	390	355	332	14,2
10	365	300	380	357	10,2	200 ЛБ	800	720	20	330	298	410	392	17,2

Практическая работа № 19

Тема: «Чтение чертежа секции поперечной / продольной переборки»

Цель: Овладеть навыками чтения и анализа чертежей судовых корпусных конструкций, научиться определять конструктивные элементы и обозначения, используемые на чертежах, а также подробно описывать строение и назначение конкретной секции переборки судна.

Задание: Для выполнения данной практической работы студенты получают рабочие экземпляры чертежей корпусных конструкций, необходимо прочитать чертеж и ответить на вопросы.

Последовательность выполнения работы:

1. Внимательно рассмотреть чертеж
2. Ответить на вопросы:

- Название чертежа
- Какие обозначения использованы на чертеже.
- Охарактеризуйте конструктивные элементы

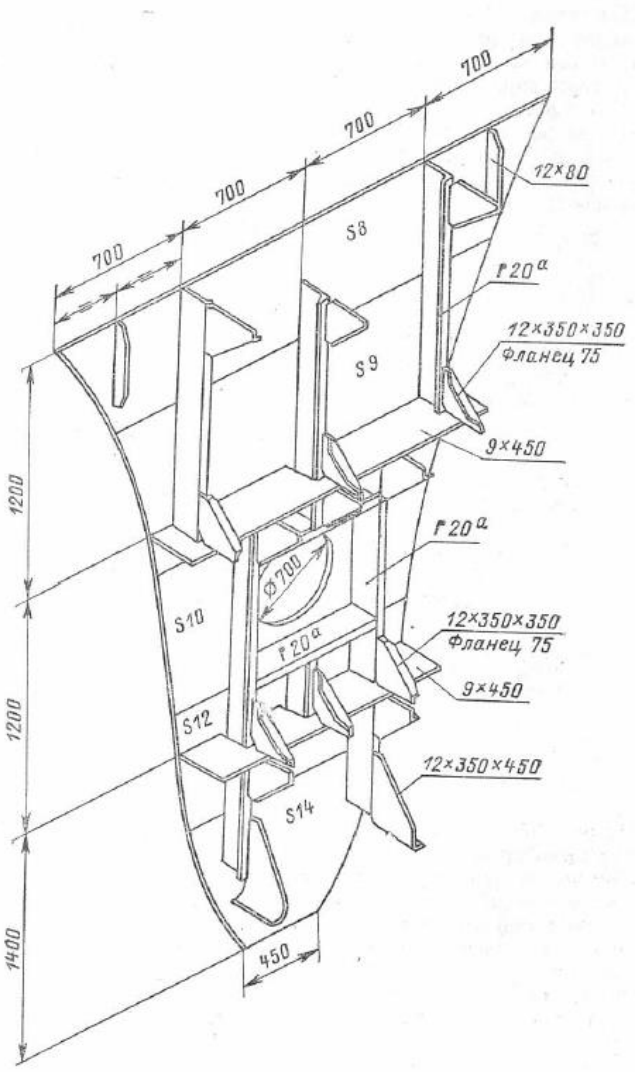


Рисунок 13 – Чертеж поперечной переборки

Лабораторная работа № 20

Тема: «Вычерчивание чертежа плоскостной секции. Составление спецификации к чертежу плоскостной секции»

Цель: овладеть навыками вычерчивания и оформления чертежей плоскостных секций корпуса судна, а также научиться составлять спецификацию к чертежу. Научиться правильно размещать изображения на чертеже, проставлять размеры и обозначать сварку в соответствии с требованиями судостроительной документации.

Задание: Вычертить сборочный чертеж секции согласно заданию. Варианты указаны в Приложении З.

Теоретические данные:

Рабочие чертежи плоскостных секций корпуса судна выполняют по типу сборочно-детальных с разработкой отдельных элементов (узлов на самом чертеже).

Рабочий чертёж секции выполняется с помощью средств NanoCAD или карандашами на листе формата А1 или А2. Допускается выполнять чертёж секции на нескольких листах. При этом всем листам чертежа присваивают одно и то же обозначение и наименование.

Рабочий чертеж секции состоит из основного изображения - вида на секцию со стороны набора или обшивки (настила), разрезов по поперечному и продольному набору и выносных элементов (узлов). К чертежу отдельным документом прилагается спецификация, оформленная согласно ГОСТ 2.106-68.

Конструкции, симметричные относительно диаметральной плоскости (ДП), вычерчивают только для одного борта с указанием того, что для другого борта конструкция симметрична.

Определив необходимое число изображений, выбирают масштаб основного изображения секций и выносных элементов. Рабочие чертежи выполняют на форматах, предусмотренных ГОСТ и ЕСКД.

При компоновке изображений на листах чертежей необходимо учитывать не только количество изображений (главных и вспомогательных) самой конструкции, но и размещение основной надписи, таблиц вспомогательных чертежей, различных примечаний об особенностях сборки и сварки секции, подписей для согласования и утверждения (заказчика, представителей Инспекции Регистра РФ и др.).

При разработке чертежей верфи применяются условное изображение листов и профилей (Приложение В таблица 1В) и условные буквенные обозначения, сокращённые термины и символы (Приложение В таблица 2В).

Сборочные чертежи плоских секций выполняют и читают в следующей последовательности:

1. Контур секции вычерчивают по данным теоретического чертежа.
2. По данным конструктивных чертежей (мидель-шпангоута и продольного разреза) на главном виде наносят положение теоретических линий продольных связей корпуса; второго дна, вертикального киля, днищевых и бортовых стрингеров, продольных непрерывных связей второго дна и верхней палубы, карлингсов верхней и нижней палубы.
3. Отмечают положение стыков и пазов листов обшивки.
4. Наносят положение теоретических линий набора переборки (вертикальные стойки, горизонтальные ребра жесткости, шельфы).

5. Вычерчивают вырезы, различные подкрепления и детали насыщения (фланцы, переборочные стаканы, сальники и др.).

Выполняют горизонтальные и вертикальные разрезы (сечения) по связям набора переборки.

Все продольные связи корпуса судна, примыкающие к переборке с гладкой стороны и со стороны набора, вычерчивают на протяжении не менее одной шпации.

Наружную обшивку палубы и настил второго дна изображают сплошной контурной линией.

Над проекциями чертежа переборок помещают следующие надписи:

- на главном виде – «*Поперечная переборка на …шп. см.в нос (или см. в корму)»;*
- на горизонтальных и вертикальных сечениях указывают положение секущих плоскостей, например: А-А; Б-Б; В-В; и т.д.

Пример выполнения чертежа секции показан на рисунке 12.

Последовательность выполнения работы:

1 Внимательно ознакомиться с индивидуальным вариантом задания и определиться с расположением изображений на рабочем поле чертежа.

2 В масштабе 1:1 вычертить главный вид конструкции (вид сверху).

3 В зависимости от типа секции вычертить ОЛ или ДП.

4 Нанести номера шпангоутов.

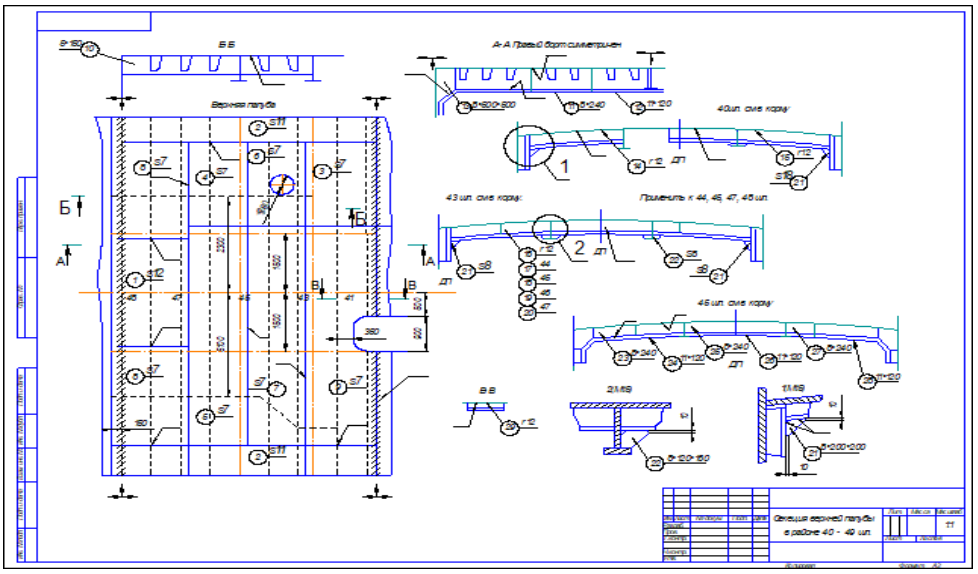


Рисунок 14 – Чертеж плоской секции

Вопросы для самоконтроля:

1 Какие существуют методы постройки судов.

2 Какие переборки применяют на судах.

3 Что необходимо учитывать при компоновке изображений на листах секционных чертежей.

4 Какие надписи к сечению необходимо наносить для определения направления взгляда.

Практическая работа № 21

Тема: «Чтение чертежа мидель-шпангоута»

Задание: Используя условные обозначения, применяемые на судостроительных чертежах. Используя приложение В, Г, Д расшифровать условные обозначения на чертеже и прочитать условные обозначения сварных швов сварных соединений на чертеже по предложенному чертежу. Определить количество палуб, систему набора корпуса судна, определить наличие 2 дна.

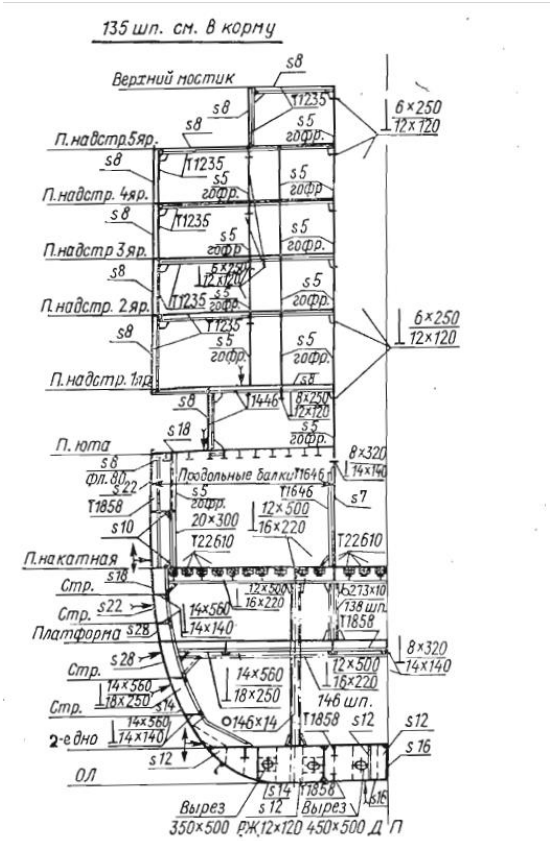


Рисунок 15 – Чертеж миделя судна

Последовательность выполнения работы:

1. Ознакомиться с заданием
2. Изучить условные обозначения на судостроительных чертежах по Приложениям В, Г, Д.
3. Выписать в тетрадь условные обозначения, встречающиеся на предложенном чертеже и записать их расшифровку.
4. Выписать в тетрадь условные обозначения сварных соединений, встречающиеся на предложенном чертеже и записать их расшифровку.
5. Определить систему набора корпуса.
6. Определить количество палуб.
7. Определить наличие второго дна судна.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите условные обозначения для корпусных конструкций.
2. Перечислите условные обозначения корпуса судна, основных плоскостей и сечений корпуса.

3. Схема условного обозначения стандартного сварного шва.
4. Как обозначают сварные швы.

Практическая работа № 22

Тема: «Вычерчивание мидель-шпангоута»

Цель:

Овладеть навыками построения и вычерчивания мидель-шпангоута судна, освоить методы нанесения и оформления теоретических линий и контуров, приобрести опыт в соблюдении стандартов судостроительного черчения.

Задание:

1. Используя исходные данные, построить и вычертить мидель-шпангоут судна.
2. Правильно нанести теоретические линии и ватерлинии.
3. Оформить чертеж в соответствии с нормами судостроительной документации.

Ход работы:

1. Ознакомьтесь с исходными данными (сетка теоретического чертежа, шпации, ватерлинии, теоретические линии).
2. Подготовьте лист чертежа подходящего формата (А3 или А2), разместите рамку и основную надпись.
3. Проведите горизонтальную нулевую линию (ОС) и линию ватерлинии (WL) параллельно ОС.
4. Начертите вертикальные линии шпаций и горизонтальные линии батоксов в соответствии с сеткой чертежа.
5. Вычерчивайте контуры мидель-шпангоута, последовательно задавая точки пересечения линий шпаций и батоксов с поверхностью корпуса.
6. Ватерлинию обозначьте штрихпунктирной линией, линии шпаций и батоксов пронумеруйте.
7. Оформите чертеж в соответствии с требованиями стандартов судостроительного черчения.

Требования к оформлению итога лабораторной работы:

1. Чертеж выполняется на листе формата А3 или А2, соответствующий стандартам судостроительного черчения.
2. Масштаб чертежа — 1:50 или 1:100.
3. Все линии и обозначения соответствуют ГОСТам (ГОСТ 2.301-68, ГОСТ 2.303-68).
4. Ватерлиния подчеркивается тонкой штрихпунктирной линией.
5. Наименование чертежа и автора обязательно указывается в основной надписи.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие линии используются для обозначения шпаций и батоксов на проекции мидель-шпангоута?
2. Какие стандартные масштабы применяются при построении теоретического чертежа судна?
3. Каково назначение нулевой линии (ОС) на проекции мидель-шпангоута?
4. Каким цветом принято обозначать ватерлинию на судостроительных чертежах?

5. Какие требования предъявляются к толщине линий при выполнении теоретического чертежа?

Практическая работа № 23

Тема: «Нанесение надписей на чертеже мидель-шпангоута»

Цель: овладеть навыками правильного нанесения надписей на чертеж мидель-шпангоута судна, научиться грамотно компоновать чертеж, соблюдая требования к заполнению пространства листа и маркировке конструктивных элементов. Научиться вычерчивать мидель-шпангоут и оформлять чертеж в соответствии с нормативными требованиями судостроительной документации.

Задание: Выполнить компоновку чертежа миделя-судна. Выполнить чертеж миделя судна. Нанести все необходимые надписи на чертеж мидель-шпангоута.

Порядок выполнения работы:

1. Проанализировать исходные данные.
2. Продумать компоновку чертежа.
3. Выполнить чертеж мидель-шпангоута судна.
4. Нанести все необходимые надписи на чертеж.
5. Проверить чертеж.
6. Распечатать чертеж.

Теоретические сведения

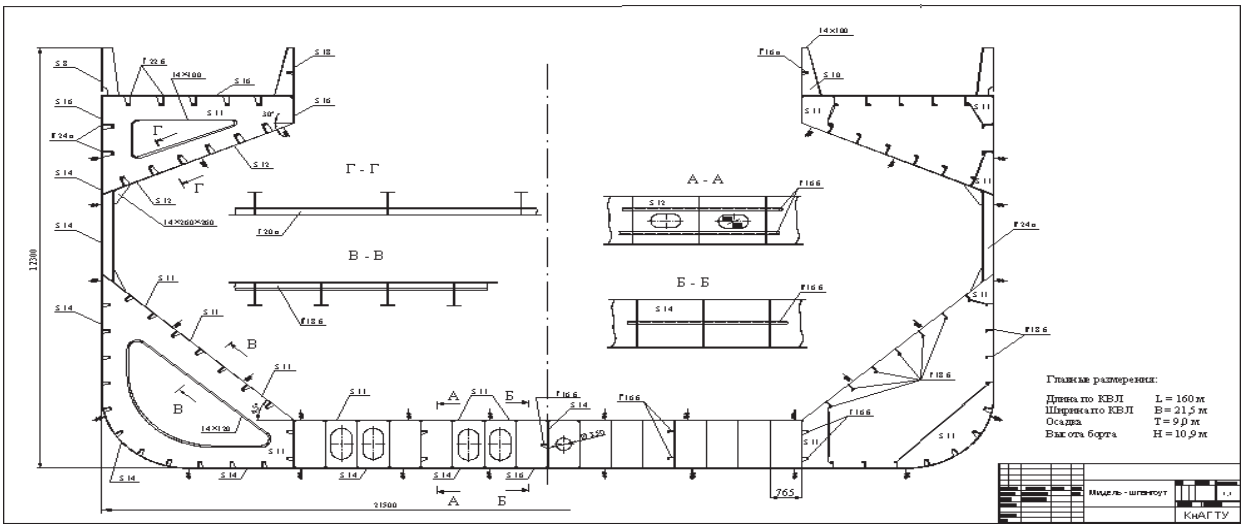
Название «мидель-шпангоут» означает средний по длине судна шпангоут. Однако, в отличие от теоретического мидель-шпангоута, в конструктивных чертежах под словом «мидель-шпангоут» часто подразумевают несколько поперечных разрезов судна. Назначение таких разрезов – полностью показать конструкцию судна с учетом различного набора в разных поперечных разрезах.

Чертеж мидель-шпангоута выполняется с помощью средств NanoCAD. Прежде чем начинать выполнение чертежа, следует выбрать масштаб и тщательно продумать вопрос о компоновке его видов, разрезов и текстовой информации. Пустые пространства на листе чертежа не должны занимать более 25 % его площади. Масштаб должен быть выбран из стандартного ряда: 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:150; 1:200; 1:250; 1:300; 1:400.

При компьютерном черчении необходимость масштабирования изображения возникает только при выводе чертежа на плоттер или принтер. Использование же масштабирования в электронном чертеже только усложняет работу с ним, т.к. требует пересчета размеров и усложняет простановку размеров. С учетом этого, а также тенденции к внедрению безбумажных технологий, рекомендуется компьютерные чертежи выполнять в натуральную величину.

Часто на чертеже конструктивного мидель-шпангоута показывают два разных разреза слева и справа от ДП. Например, слева от ДП показывается разрез с видом на рамный шпангоут, рамный бимс и сплошной флор, а справа – разрез с видом на шпангоут основного

набора (рис. П1.1). Таким образом используется симметрия большинства судов относительно ДП и экономится место на чертеже. Другой способ состоит в выполнении отдельных



местных поперечных разрезов. Для сложных конструкций эти приемы могут комбинироваться.

Рисунок 16 - Пример компоновки чертежа мидель-шпангоута

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие требования к компоновке чертежа предъявляются.
2. Какие надписи обязательно наносятся на чертеж.
3. Как изображаются конструктивные элементы корпуса судна.

Практическая работа № 24

Тема: «Нанесение бортового набора на чертеже продольного разреза корпуса»

Цель: освоить навыки выполнения продольного разреза корпуса судна и нанесения бортового набора на данном разрезе. Научиться правильно оформлять чертеж, проставлять необходимые размеры и надписи в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Задание: Выполнить продольный разрез. Нанести бортовой набор на продольном разрезе корпуса. Оформить чертеж. Нанести необходимые надписи.

Порядок выполнения работы:

Конструктивный чертёж набора (схему набора) следует выполнять в следующей последовательности.

1. По теоретическому чертежу прототипа с учетом погиби бимсов вычертить контуры продольного разреза (сечение по ДП и линия борта).

2. Наметить положение непроницаемых поперечных переборок и практических шпангоутов, пронумеровать их.

3. Вычертить штевни, поперечные переборки, палубы, платформы, настил второго дна, шахты, люки, и другие конструкции, попадающие в разрез.

4. Вычертить набор бортов и продольных переборок условными обозначениями.

5. Проставить все необходимые размеры. Размеры шпаций и балок набора, одинаковых по длине отсека или нескольких отсеков показываются ниже основной линии. Размеры других конструкций проставляются на чертеже.

6. Указать все толщины листов, размеры набора (основной и рамный) с указанием его расположения по длине судна под продольным разрезом.

7. Оформить чертёж в соответствии с требованиями ЕСКД.

Вопросы для самоконтроля:

1.Как обозначаются толщины листов наружной обшивки.

2.Как наносится набор на продольном разрезе судна.

3.Какие размеры проставляются на чертеже.

4. Какие надписи обязательно наносятся на чертеж.

Практическая работа № 25

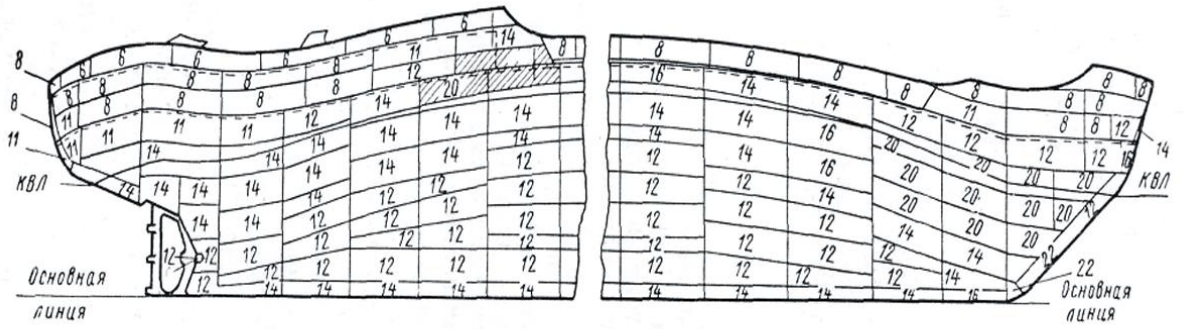
Тема: «Чтение чертежа растяжки наружной обшивки»

Цель: овладеть навыками чтения и анализа чертежей растяжки наружной обшивки судна, научившись правильно интерпретировать условные обозначения, применяемые при построении чертежа, а также определять конструктивные элементы обшивки и их характеристики.

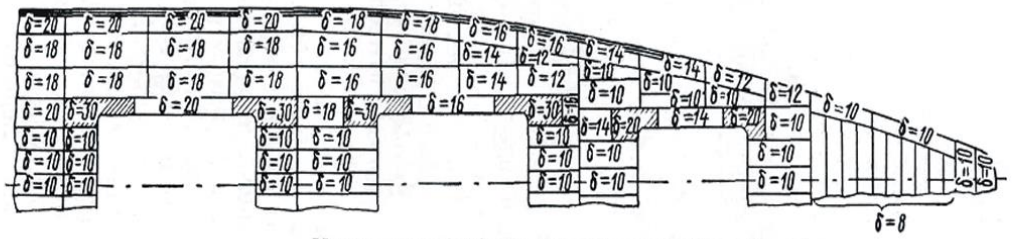
Задание: Внимательно изучить чертеж наружной обшивки. Прочитать чертеж наружной обшивки судна используя условные обозначения используемые при построении растяжки наружной обшивки.

Теоретические сведения:

Наружная обшивка – это водонепроницаемая оболочка корпуса судна, состоящая из поясьев. Поясья состоят из листов, сваренных между собой короткими сторонами. Вертикальные швы называются стыками, а горизонтальные – пазами (на чертеже обозначают $). Обшивка определённого перекрытия называется полотнищем. Каждый пояс наружной обшивки имеет своё название: палубный пояс – поясам настила палуб (их количество зависит от ширины палубы), палубный стрингер – крайний палубный пояс, примыкающий к борту (усиленный), ширстрек – крайний бортовой пояс, примыкающий к палубе (усиленный), подширстречный пояс – располагается под ширстреком (на судах, имеющих невысокий борт этот пояс не выделяют), бортовой пояс – пояс полотнища борта (количество зависит от высоты борта), ледовый пояс – располагается в районе переменной ватерлинии на судах ледового класса, скуловой пояс – располагается в районе скулы (к нему приваривается скуловой киль), днищевой пояс – пояс полотнища днища. горизонтальный киль – располагается под вертикальным килём (выполняется усиленным). Разбивка наружной обшивки на поясья производится на чертеже растяжки наружной обшивки, который представляет собой развёртку одного борта на плоскость (от палубы до киля). На данном чертеже указываются толщины всех листов. Растяжка палубы также выполняется для каждого борта. В оконечностях во избежание чрезмерного сужения листов вводят потеряй – стык, где два смежных листа переходят в один. Основное изображение (вид на секцию в плане) для бортовых секций вычерчивают в левом верхнем углу чертежа, а для днищевых и палубных секций - в левом нижнем углу чертежа. На чертеже наносятся все пазы и стыки.



Растяжка наружной обшивки (заштрихованы усиленные листы). (Цифрами обозначены толщины листов в мм.)



Настил палубы (заштрихованы усиленные листы).

Рисунок 17 – Растяжка наружной обшивки

Вычерчивание главного вида начинают с нанесения теоретических линий, основных координатных плоскостей (ДП, усл. ДП, ОЛ, усл. ОЛ). Теоретические линии наносят сплошной тонкой линией. Нос судна на чертежах располагают справа (кроме вида изнутри на правый борт).

Вид на днищевую секцию без второго дна вычерчивают со стороны набора в виде плана или растяжки днищевой обшивки.

Днищевую секцию с двойным дном вычерчивают с видом на второе дно со стороны настила и с видом на днищевую обшивку сверху в виде плана или растяжки днищевой обшивки с помощью разреза поверхностью, параллельной днищевой обшивке выше балок основного набора днища и огибающей скуловой пояс. При этом вид на днищевую обшивку обычно показывают по одну сторону, а вид на настил второго дна - по другую сторону от ДП.

Если днищевая секция совершенно симметрична относительно ДП, вид на днищевую обшивку и настил второго дна можно вычертить только для одного борта с указанием того, что для другого борта конструкция симметрична. При этом следует придерживаться правила: каждый лист обшивки днища и настила второго дна должен быть показан с видимой стороны (с учётом симметрии может быть показана часть листа). Чтобы это условие было выполнено, можно настил второго дна показать с линией обрыва по диагонали секции. За линией обрыва показывается вид на обшивку днища.

Вид на бортовую секцию вычерчивают либо со стороны обшивки, либо со стороны набора (изнутри).

Вид на палубную секцию вычерчивают со стороны настила

На линии ДП или усл. ДП (днищевых и палубных секций), ОЛ или усл. ОЛ (для бортовых секций) по поперечному набору проставляют номера шпангоутов. Нумеруются также и продольные балки: от ДП к бортам для днищевых и палубных секций; от ОЛ вверх

для бортовых секций (например: 1 р.ж., 2 р.ж., и т.д). Обстановку (вспомогательные конструкции) или соседние секции, не изготовляемые или не устанавливаемыми по данному чертежу, изображают тонкими линиями.

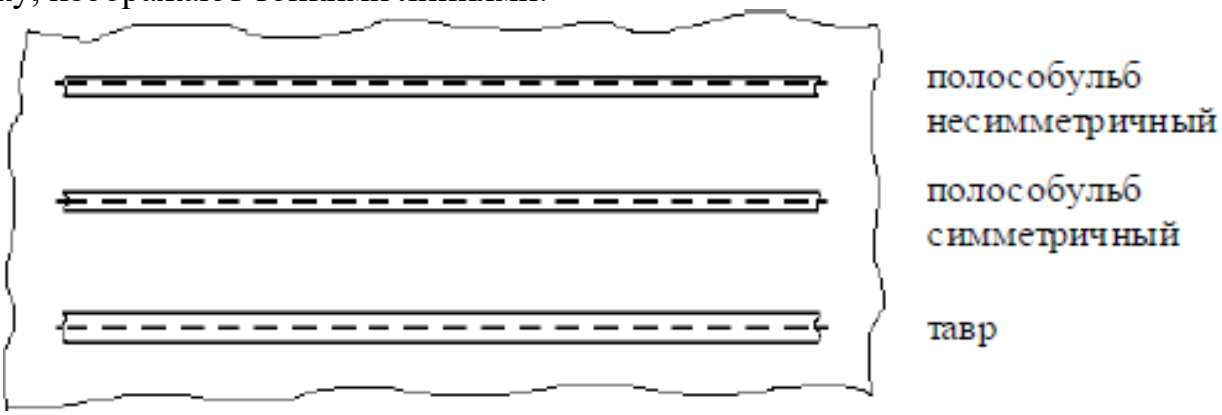


Рисунок 18 – Изображение видимого набора на виде в плане

Типо размеры листовой горячекатаной стали и полособульбового профиля.

По таблице 1.3 можно выбрать ширину и длину листов для изготовления секций корпуса (ГОСТ 19903-74, ГОСТ 5521-86).

Длина стандартного прокатного несимметричного полособульбового профиля колеблется в пределах: для № 5 и 6 - от 4 до 10 м; для № 7, 8, 9, 10, 11 и 12 - от 4 до 12 м; для № 14-24 - от 4 до 20 м.

Длина стандартного симметричного полособульбового профиля колеблется в пределах: для № 935 - 1035 - от 4 до 12 м; для № 1235 - 30812 - от 4 до 20 м.

Таблица 1.3 Габариты листовой стали

Толщина s, мм	Категория материала												
	A, B, D, E					A32, D32, E32, A36, D36, E36				A40, E40			
	Ширина листа, м												
	1.4	1.6	2	2.4	3.2	1.6	2	2.4	3.2	1.6	2	2.4	3.2
	Длина листа, м												
4	6	6				6				6			
5													
6			6				6				6		
7													
8		6 8	6 8	8 10 12	12 14 16	8 12	7 8 12	8 10 12	12 14 16	6 8	6 8	8 10 12	12 14 16
9													
10													
11													
12						7 6 8							
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
22						6 8							14
24													
25													
26													
28													
30													

Обозначение набора с видимой стороны в плане на обшивку или настил показано на рисунке (смотрите также Приложение Е).

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить как выполнена разбивка наружной обшивки (настила) на поясья.
2. Как обозначены сварные швы.
3. Как обозначены балки продольного и поперечного набора.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как на чертеже обозначаются стыки пазы листов, изображенные в разрезе?
2. Как на чертеже обозначаются стыки пазы секций, изображенные в разрезе, видимые и невидимые?
3. Какие знаки применяются для обозначения прерывистого сварного шва?

Практическая работа № 26

Тема: «Нанесение днищевого набора на плане второго дна»

Цель:

Задание: Нанести днищевой набор на плане второго дна согласно заданию. Варианты указаны в Приложении З.

Теоретические данные:

Рабочие чертежи плоскостных секций корпуса судна выполняют по типу сборочно-детальных с разработкой отдельных элементов (узлов на самом чертеже).

Рабочий чертёж секции выполняется с помощью средств NanoCAD или карандашами на листе формата А1 или А2. Допускается выполнять чертёж секции на нескольких листах. При этом всем листам чертежа присваивают одно и то же обозначение и наименование.

Рабочий чертеж секции состоит из основного изображения - вида на секцию со стороны набора или обшивки (настила), разрезов по поперечному и продольному набору и выносных элементов (узлов). К чертежу отдельным документом прилагается спецификация, оформленная согласно ГОСТ 2.106-68.

Конструкции, симметричные относительно диаметральной плоскости (ДП), вычерчивают только для одного борта с указанием того, что для другого борта конструкция симметрична.

Определив необходимое число изображений, выбирают масштаб основного изображения секций и выносных элементов. Рабочие чертежи выполняют на форматах, предусмотренных ГОСТ и ЕСКД.

При компоновке изображений на листах чертежей необходимо учитывать не только количество изображений (главных и вспомогательных) самой конструкции, но и размещение основной надписи, таблиц вспомогательных чертежей, различных примечаний об особенностях сборки и сварки секции, подписей для согласования и утверждения (заказчика, представителей Инспекции Регистра РФ и др.).

При разработке чертежей верфи применяются условное изображение листов и профилей (Приложение В таблица 1В) и условные буквенные обозначения, сокращённые термины и символы (Приложение В таблица 2В).

Сборочные чертежи плоских секций выполняют и читают в следующей последовательности:

1. Контур секции вычерчивают по данным теоретического чертежа.
2. По данным конструктивных чертежей (мидель-шпангоута и продольного разреза) на главном виде наносят положение теоретических линий продольных связей корпуса; второго дна, вертикального киля, днищевых и бортовых стрингеров, продольных непрерывных связей второго дна и верхней палубы, карлингсов верхней и нижней палубы.
3. Отмечают положение стыков и пазов листов обшивки.
4. Наносят положение теоретических линий набора переборки (вертикальные стойки, горизонтальные ребра жесткости, шельфы).
5. Вычерчивают вырезы, различные подкрепления и детали насыщения (фланцы, переборочные стаканы, сальники и др.).

Выполняют горизонтальные и вертикальные разрезы (сечения) по связям набора переборки.

Все продольные связи корпуса судна, примыкающие к переборке с гладкой стороны и со стороны набора, вычерчивают на протяжении не менее одной шпации.

Наружную обшивку палубы и настил второго дна изображают сплошной контурной линией.

Над проекциями чертежа переборок помещают следующие надписи:

- на главном виде – «*Поперечная переборка на …шп. см.в нос (или см. в корму)»;*
- на горизонтальных и вертикальных сечениях указывают положение секущих плоскостей, например: А-А; Б-Б; В-В; и т.д.

Пример выполнения чертежа секции показан на рисунке 12.

Последовательность выполнения работы:

1 Внимательно ознакомиться с индивидуальным вариантом задания и определиться с расположением изображений на рабочем поле чертежа.

2 В масштабе 1:1 вычертить главный вид конструкции (вид сверху) днищевой секции.

3 Вычертить ОЛ или ДП.

4 Нанести днищевой набор.

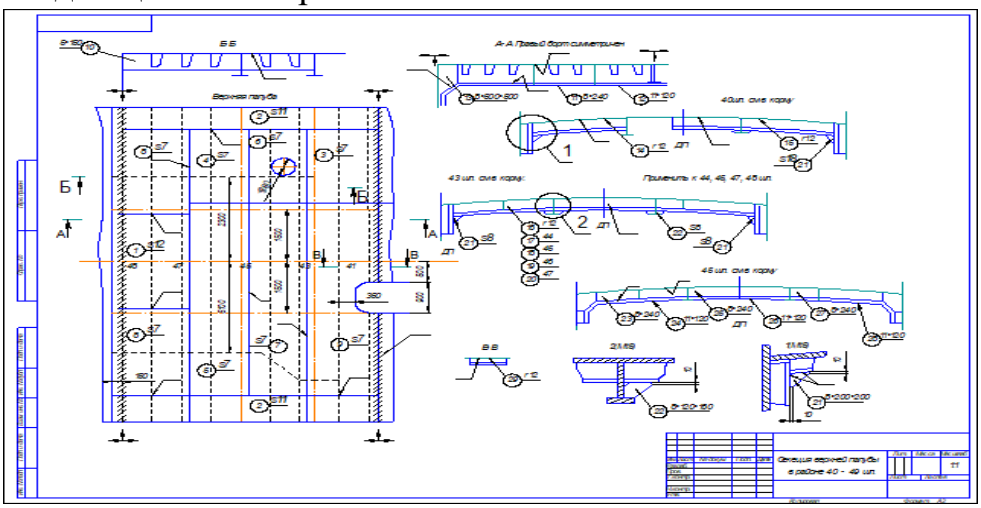


Рисунок 19 – Чертеж плоской секции

Вопросы для самоконтроля:

1. Что необходимо учитывать при компоновке изображений на листах секционных чертежей.

2. Какие надписи к сечению необходимо наносить для определения направления взгляда.

3. Как изображается днищевой набор.

Практическая работа № 27

Тема: «Определение местоположений помещений на судне по чертежу общего расположения»

Цель: овладеть навыками чтения и анализа чертежа общего расположения судна, научиться определять местоположение служебных, производственных, жилых, санитарно-гигиенических, медицинских помещений и других зон судна, ориентироваться в планировке судна и правильно интерпретировать условные обозначения помещений.

Задание: Внимательно изучить чертеж общего расположения судна. Определите архитектурные особенности судна, расположение служебных, производственных, жилых, санитарно-гигиенических, медицинских помещений на чертеже общего вида.

Теоретические сведения

Общее расположение судна

Под общим расположением судна понимают общую компоновку в корпусе, надстройках и рубках всех помещений, предназначенных для размещения на судне главных и вспомогательных механизмов, судового оборудования, судовых запасов, перевозимых грузов, экипажа и пассажиров, а также всех служебных постов, бытовых, хозяйственных и санитарных помещений. Их взаимное расположение, планировка и оборудование зависят главным образом от типа и назначения судна, от размеров судна, а также предъявленных к нему требований.

На однотипных и близких по размерам судах их общее расположение может быть различным, в зависимости от требований заказчиков. Однако в последнее время в мировом судостроении проводится типизация судовых помещений, и в первую очередь, жилых и служебных помещений.

Расположение судовых помещений

Для ориентации местоположения того или иного помещения на судне приняты следующие названия палуб и междупалубных помещений (Рисунок 15).

В корпусе (сверху вниз): верхняя палуба, вторая палуба, третья палуба (на многопалубных судах последнюю палубу называют нижней палубой), второе дно.

В надстройках и рубках (снизу вверх): палуба первого яруса надстройки (бака, юта, средней надстройки), палуба второго яруса рубки, палубы третьего яруса рубки и так далее. Иногда к этим терминам добавляют названия, характеризующие назначение палуб: прогулочная, палуба салонов, шлюпочная, спортивная, нижний (ходовой) мостик, верхний (навигационный) мостик.

Пространство между наружной обшивкой днища и вторым дном называют междудонным пространством или двойным дном. Пространство между вторым дном и ближайшей палубой называют трюмом, остальные междупалубные пространства —твиндеками.

Положение помещения по длине и ширине судна обозначают соответственно номерами шпангоутов, ограничивающих помещение по длине, и наименованием борта, на котором расположено помещение (правый и левый борт — ПрБ и ЛБ).На схеме 3 и 4 показано расположение основных групп помещений на сухогрузном судне и пассажирском судне.

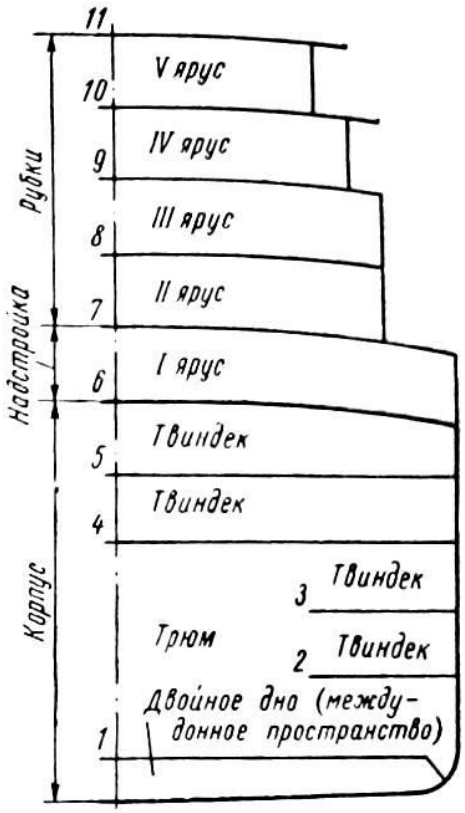


Рисунок 20 - Наименования палуб и междупалубных помещений: 1 — второе дно; 2 – вторая платформа; 3 — первая платформа; 4 — третья (нижняя) палуба; 5 — вторая палуба; 6 — верхняя палуба; 7 — палуба надстройки I яруса (палуба бака, юта и т. д.); 8 — палуба рубки II яруса (прогулочная палуба); 9 — палуба рубки III яруса (шлюпочная палуба); 10 — палуба рубки IV яруса (нижний, ходовой мостик); 11 — палуба рубки V яруса (верхний, навигационный мостик).

В корпусе (сверху вниз): верхняя палуба, вторая палуба, третья палуба (на многопалубных судах последнюю палубу называют нижней палубой), второе дно.

В надстройках и рубках (снизу вверх): палуба первого яруса надстройки (бака, юта, средней надстройки), палуба второго яруса рубки, палубы третьего яруса рубки и так далее. Иногда к этим терминам добавляют названия, характеризующие назначение палуб: прогулочная, палуба салонов, шлюпочная, спортивная, нижний (ходовой) мостик, верхний (навигационный) мостик.

Пространство между наружной обшивкой днища и вторым дном называют наклон между донным пространством или двойным дном наклон. Пространство между вторым дном и ближайшей палубой называют наклон трюмом, остальные междупалубные пространства — наклон твиндеками.

Положение помещения по длине и ширине судна обозначают соответственно номерами шпангоутов, ограничивающих помещение по длине, и наименованием борта, на котором расположено помещение (правый и левый борт — ПрБ и ЛБ). На схеме 21 и 22 показано расположение основных групп помещений на сухогрузном судне и пассажирском судне.

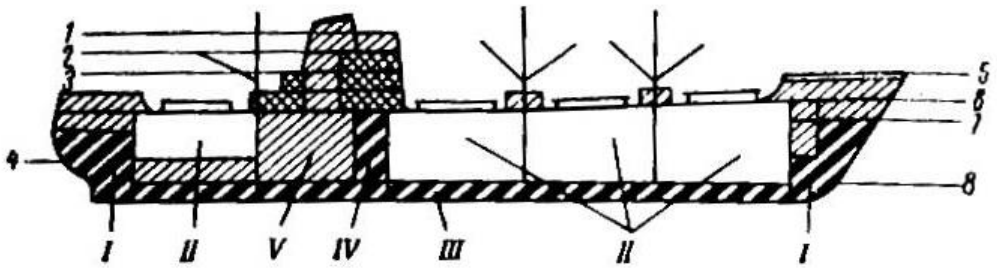


Рисунок 21 - Схема размещения отсеков и основных помещений сухогрузного судна:
I – пики; II – грузовые отсеки; III – междудонные отсеки; IV – диптанки; V – отсеки главных и вспомогательных механизмов

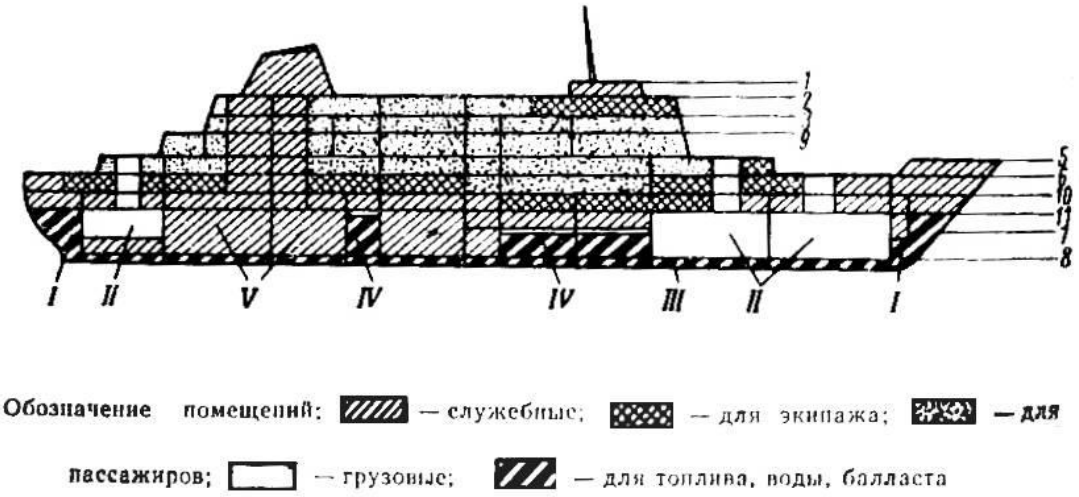


Рисунок 22 - Схема размещения отсеков и основных помещений пассажирского судна: 1 – палуба рубки IV яруса (верхний мостик); 2 – палуба рубки III яруса (нижний мостик); 3 – палуба рубки II яруса (шлюпочная палуба); 4 – II платформа; 5 – палуба надстройки I яруса (палуба бака, юта); 6 – верхняя палуба; 7 – I платформа; 8 – второе дно; 9 – палуба II яруса надстройки (прогулочная палуба); 10 – палуба вторая (палуба переборок); 11 – палуба третья;

Специальные помещения — грузовые трюмы, помещения для обработки и хранения улова и прочее — занимают основную часть объемов корпуса на грузовых, грузопассажирских и рыболовных судах. Планировка этих помещений определяется требованиями, предъявляемыми к выполнению грузовых операций, хранению и размещению груза, приему, обработке и хранению улова и тому подобное. Расположению специальных помещений, определяющих эксплуатационно-экономические показатели судна, подчиняют расположение всех других судовых помещений.

Служебные помещения располагают по всему судну, большей частью в трюме, в оконечностях судна, в рубках на верхней палубе, в помещениях бака и юта, иногда там, где запрещено оборудовать жилые помещения, например, над форпиком и ахтерпиком и ниже ватерлинии. Часть навигационных помещений — рулевую, штурманскую, радиорубку — располагают на мостике; помещение лага и эхолота — на втором дне.

Мастерские располагают обычно в районе машинно-котельных отделений.

Жилые помещения экипажа на грузовых судах находятся, как правило, в надстройке или под верхней палубой основного корпуса, но не ниже ватерлинии, преимущественно ближе к средней части судна, где менее всего ощущается качка и вибрация от работающих

гребных винтов. Исключение составляют грузовые суда с чисто кормовым расположением машинного отделения: здесь все жилые помещения экипажа судна размещают в кормовой надстройке. На пассажирских судах каюты команды размещают в нос, в корму и ниже пассажирских кают, а каюты комсостава – на одном из верхних ярусов надстройки, обычно в районе рулевой рубки (ярусом ниже).

Каюту капитана обычно располагают по правому борту на ярус ниже ходовой рубки. Все каюты штурманов размещают здесь же или ниже ярусом; каюты старшего механика, механиков и машинной команды располагают по возможности ближе к машинному отделению; каюты палубной команды размещают по правому борту, машинной – по левому.

Жилые помещения пассажиров на пассажирских судах располагают по возможности в средней части, преимущественно в надстройках и в верхних твиндеках основного корпуса. Размещать пассажирские каюты ниже палубы переборок не рекомендуется, а ниже ватерлинии – запрещено. Каюты пассажиров, как правило, имеют естественное освещение, однако на крупных судах, перевозящих большое количество пассажиров, имеются каюты и без естественного света.

Под общественные помещения отводят лучшие районы надстроек и палуб с хорошим обзором. Некоторые общественные помещения — рестораны, театры, закрытый купальный бассейн, спортзал и тому подобное — оборудуют в помещениях, не имеющих естественного освещения.

Помещения бытового обслуживания оборудуют в районе общественных помещений, но они, как правило, не имеют естественного освещения. Помещения пищеблока должны находиться вблизи тех объектов, которые они обслуживают. Так, камбуз или хлебопекарню размещают вблизи столовой для команды, кают-компании или ресторана, обычно на одной и той же палубе, или под ними, с оборудованием специального лифта для подачи пищи из камбуза в буфетные. В свою очередь, провизионные кладовые располагают рядом или на один-два яруса ниже камбуза. При расположении провизионных кладовых обязательно учитывают удобство погрузки провизии на судно с помощью судовых средств.

Санитарно-гигиенические помещения размещают в непосредственной близости от жилых помещений или в одном блоке с ними. Банно-прачечный блок размещают в кормовой части корпуса ниже верхней палубы, в районе, не используемом для постоянного пребывания людей.

Медицинский блок располагают в надстройке, обычно в средней части судна, подальше от основных магистральных коридоров и мест скопления экипажа и пассажиров.

Помещения судовых запасов и снабжения располагают в районе жилых и общественных помещений (кладовые уборочного инвентаря, ковров, дорожек, чехлов, спортинвентаря), а также в районе открытых палуб (кладовые аварийно-спасательного имущества, водолазного имущества). Запасы топлива, котельно-питательной воды, масла, а также водяной балласт размещают в отсеках двойного дна и в диптанках, которые оборудуются в районе машинно-котельного отделения и в районе форпика. Форпик и ахтерпик, как правило, используют в качестве балластных цистерн. Расходные топливные цистерны размещают в районе машинно-котельного отделения. Запасы пресной питьевой воды хранят во вкладных цистернах.

При планировке и оборудовании судовых помещений учитывают требования, предъявляемые к этим помещениям в зависимости от их назначения.

Жилые и общественные помещения экипажа и пассажиров должны быть удобны для обитания находящихся на судне людей. Эти требования регламентируются Правилами Регистра Ллойда, а также устанавливаются эксплуатирующими суда ведомствами. Они определяют минимальную площадь, кубатуру и высоту жилых и общественных помещений, а также номенклатуру оборудования, необходимого для создания нормальных бытовых условий. Ширина проходов, уклон и ширина трапов, противопожарные конструктивные мероприятия и другие требования безопасности также регламентируются.

Комсостав размещается в одноместных каютах (Рисунок 18), причем каюты старшего комсостава — капитана, старшего помощника капитана и старшего механика состоят из кабинета, спальни и ванной с уборной. На больших кораблях блок капитана имеет также салон.

Планировка жилых помещений экипажа на транспортном судне:

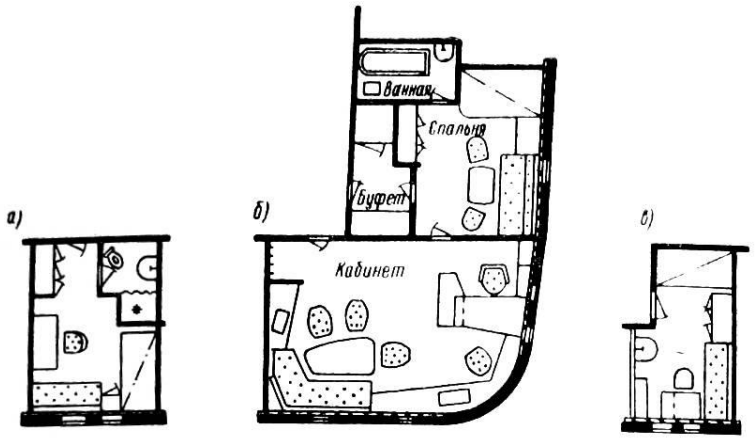


Рисунок 23 - Условные обозначения: а – каюта комсостава; б – блок капитана; в – каюта команды;

Команда размещается в одноместных каютах и двухместных каютах, имеющих все необходимое для удобного проживания в них людей. Каждая каюта помимо мягких одно- или двухъярусных кроватей имеет диван, стулья (кресло), шкафы для одежды, письменный стол, умывальник с горячей и холодной водой (на современных супертанкерах — душ с санузлом), кондиционирование воздуха, удобное освещение. Все каюты обязательно должны иметь естественное освещение через иллюминатор.

Судовое оборудование отличается морским исполнением, что, в первую очередь, предусматривает нормальное функционирование оборудования в условиях качки. Для этого вся судовая мебель, которую в обычных условиях можно передвигать, имеет штормовые крепления, надежно закрепляющие ее во время шторма к палубе. Судовые койки должны иметь небольшой буртик, предотвращающий падение с койки при качке. На столах по периметру также устанавливаются невысокие буртики. На полках, особенно на полках для посуды, для каждого предмета должны быть сделаны гнезда-крепления. Все прочее оборудование — проигрыватели, телевизоры, телефоны, настольные лампы и т. д. — также снабжают штормовым креплением. Для безопасного прохода по коридорам вдоль переборок устанавливают штормовые поручни. Предусматривают надежное крепление каютных дверей, как в закрытом, так и открытом положении.

Общественные помещения экипажа, располагаемые вблизи кают, оборудуют с таким расчетом, чтобы обеспечить экипажу хорошие условия для отдыха, приема пищи и развлечений.

Еще более комфортабельные жилые и общественные помещения пассажиров на пассажирских судах. Океанские круизные лайнеры, которые в последнее время все чаще используются для совершения длительных морских путешествий, оборудуются как лучшие современные отели. Пассажиры размещаются в одноместных и двухместных каютах со всеми удобствами. Для пассажиров предусматривают салоны отдыха, музыкально-танцевальные салоны, курительные, рестораны, кафе, бары, комнаты для игр, купальный бассейн, сауны, спортивный зал, детские комнаты, библиотеку, театр и прочее. Для отделки и оборудования жилых и общественных помещений широко применяют, мрамор, дерево и новые синтетические материалы.

Особое внимание уделяется размещению открытых веранд, соляриев, бассейнов, спортивных площадок, занимающих значительную площадь на верхней палубе и палубах надстройки в кормовой, защищенной от ветра части.

На пассажирских судах жилые и общественные помещения пассажиров отделены от соответствующих помещений экипажа. Поэтому особое внимание уделяется коммуникациям, то есть путям перемещения пассажиров и экипажа по судну. И те, и другие должны иметь изолированный друг от друга доступ к «своим» общественным помещениям, а экипаж, кроме того, и к рабочим местам. Для этого оборудуют специальные магистральные коридоры и трапы — раздельно для пассажиров и для экипажа.

При планировке медицинского блока особое внимание уделяется удобству транспортировки больных в лазарет и из него. В изолятор обязательно должен быть вход с открытой палубы через тамбур. К койке в изоляторе должен быть подход с трех сторон.

Специальные грузовые помещения на грузовых судах — грузовые трюмы, занимающие около 60 % кубатуры основного корпуса оборудуются в соответствии с их назначением. Длину грузовых трюмов принимают возможно большей (в пределах требований обеспечения непотопляемости при затоплении одного отсека). Изнутри грузовой трюм сухогрузного судна обшивают деревом: по настилу второго дна от борта до борта — сплошным настилом — накложпайолом — из досок толщиной около 50 мм, укладываемых на идущие в поперечном направлении бруски (лаги) толщиной около 40 мм; по бортам — съемными деревянными брусьями сечением 50Х200 мм — накложрыбинсами, — устанавливаемыми вдоль трюма поверх бортового набора на расстоянии 200-300 мм один от другого.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие виды помещений предусмотрены на судне.
2. Какие помещения относятся к производственным.
3. Какие требования предъявляются к расположению помещений.
4. Какие условные изображения используются для обозначения помещений.

Практическая работа № 28

Тема: «Определение местоположений механизмов и оборудования на судне по чертежу расположения оборудования»

Цель: овладеть навыками чтения и анализа чертежа расположения оборудования судна, научиться определять местоположение механизмов и оборудования, применять условные обозначения, а также разобраться в требованиях к компоновке оборудования на судне.

Задание: Внимательно изучить судовой чертеж. С использованием условных обозначений определить местоположение механизмов и оборудования на судне по чертежу расположения оборудования.

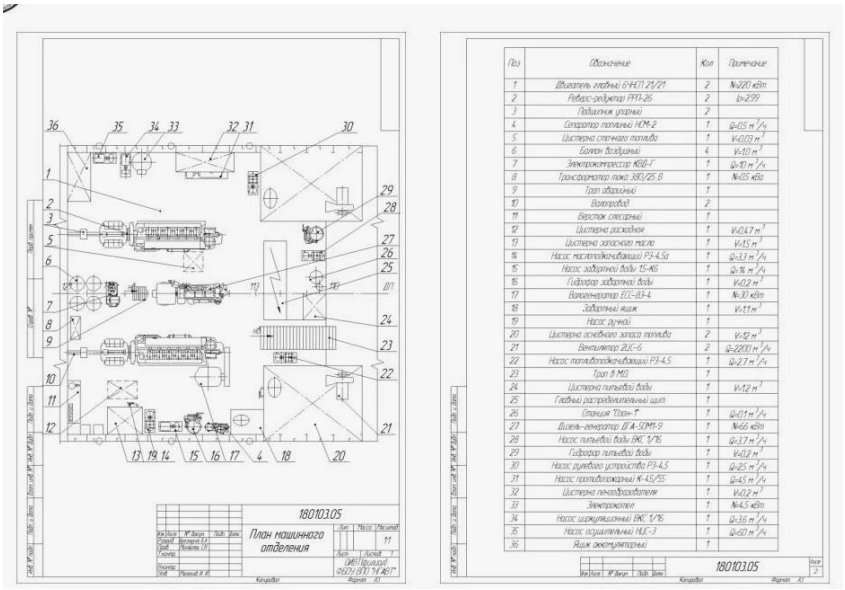


Рисунок 24 – План машинно-котельного отделения

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие виды оборудования расположены в МКО.
2. Какие требования предъявляются к компоновке МКО.
3. Какие условные изображения используются для обозначения оборудования.

4. ВОПРОСЫ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. Классификация конструкторских документов в судостроении.
2. Стадии разработки конструкторских документов.
3. Виды конструкторских документов в судостроении.
4. Форматы и масштабы судостроительных чертежей.
5. Правила выполнения изображений на судостроительных чертежах.
6. Правила выполнения технических требований на чертежах.
7. Обозначение позиций деталей на судостроительных чертежах.
8. Условные обозначения прокатного металла на чертежах.
9. Условные обозначения конструктивных элементов металлического корпуса.
10. Условные обозначения швов сварных соединений на чертежах.
11. Правила нанесения размеров на чертежах судовых корпусных конструкций.
12. Понятие базовой плоскости и теоретических линий корпусных конструкций.
13. Исходные данные для построения теоретического чертежа корпуса судна.
14. Выбор масштаба при построении теоретического чертежа.
15. Построение сетки теоретического чертежа.
16. Последовательность построения контуров проекций корпуса судна.
17. Построение ватерлиний на проекции «полуширота».
18. Построение батоксов на проекции «бок».
19. Построение шпангоутов на проекции «корпус».
20. Согласование проекций и оформление теоретического чертежа.
21. Изображение профильного проката на чертежах.
22. Обозначение позиций деталей и сварных швов на чертежах.
23. Правила выполнения деталировки сборочного чертежа.
24. Правила выполнения спецификации к сборочному чертежу.

25. Конструктивные чертежи фундаментов судовых корпусных конструкций.
26. Чтение чертежа бортовой секции.
27. Чтение чертежа днищевой секции.
28. Чтение чертежа палубы и платформы.
29. Чтение чертежа поперечных и продольных переборок.
30. Правила вычерчивания мидель-шпангоута.
31. Конструктивный продольный разрез корпуса судна.
32. Растяжка наружной обшивки корпуса судна.
33. Конструктивные чертежи основных корпусных конструкций.
34. Конструктивные чертежи оконечностей судна.
35. Схемы разбивки корпуса судна на секции и блоки.
36. Чтение чертежа мидель-шпангоута.
37. Вычерчивание мидель-шпангоута.
38. Нанесение надписей на чертеже мидель-шпангоута.
39. Нанесение бортового набора на чертеже продольного разреза корпуса.
40. Чтение чертежа растяжки наружной обшивки.
41. Нанесение днищевого набора на плане второго дна.
42. Чертежи общего расположения судна.
43. Чертежи расположения оборудования на судне.
44. Определение местоположений помещений на судне по чертежу общего расположения.
45. Определение местоположений механизмов и оборудования на судне по чертежу расположения оборудования.
46. Чертежи и техническая документация судовых систем и трубопроводов.
47. Методические указания по чтению и выполнению принципиальных схем судовых систем и трубопроводов.
48. Чтение и выполнение принципиальных схем судовых систем и трубопроводов.
49. Вычертить узел соединения листа с профильным прокатом.
50. Составить спецификацию к узлу корпусной конструкции.

5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ

Основная литература

1. Александров В. Л. Технология судостроения / Александров В. Л., Арью А. Р., Ганов Э. В., Догадин А. В., Лейзерман В. Ю., Роганов А. С., Соколова И. А., Щербинин П. И.; под общ. Ред. А. Д. Гармашева. – СПб: Профессия, 2023. – 342 с.

2. Аносов, А. П. Теория и устройство судна: конструкция специальных судов : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. П. Аносов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 182 с.

3. Власов, С. В. Технология судостроения. Организация судостроительного производства: учебное пособие / С. В. Власов. – Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. – 176 с. – ISBN 978-5-9729-1202-5. – Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROFобразование : [сайт]. – URL: https://profspo.ru/books/132892

4. Григорьев Я.Н., Шапиро В.М. Конструкция корпуса и основы строительной механики морских судов. - Л.: Судостроение

5. Жинкин В. Б. Теория и устройство корабля: учебник для среднего профессионального образования / В. Б. Жинкин. – 5-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 79 с.

6. Лазарев В.Н., Юношева Н.В. Проектирование конструкций судового корпуса и основы прочности судов. - Л.: Судостроение

7. Максимаджи А.И. Прочность морских транспортных судов. - Л.: Судостроение

Дополнительная литература

8. Бабецкий В.И. Механика: учебное пособие для среднего профессионального образования / В.И. Бабецкий, О.Н. Третьякова. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 178 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-05813-0. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/453941

9. Беляков Г.И. Охрана труда и техника безопасности: учебник для среднего профессионального образования / Г.И. Беляков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 404 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-00376-5. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/451139

10. Бурмистров Е.Г. Основы сварки и газотермических процессов в судостроении и судоремонте: учебник / Е.Г. Бурмистров. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 552 с. ISBN 978-5-8114-5234-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/reader/book/138176/#2

11. Давыдова С.В. Общее устройство и оборудование судов: учебное пособие / С.В. Давыдова, А.А. Кеслер. – Нижний Новгород: ВГУВТ, 2018. – 132 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/111603

12. Зяблов О.К. Автоматизированные системы технологической подготовки судостроительного производства: учебное пособие / О.К. Зяблов. – Нижний Новгород: ВГУВТ, 2017. – 96 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/111598

13. Карнаух Н.Н. Охрана труда: учебник для СПО [Электронный ресурс] /Н.Н. Карнаух. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 380 с. Режим доступа: https://biblio-online.ru/book/76C2FA2C-B137-4381-8012-09B1EB507776

14. Карнаух Н.Н. Охрана труда: учебник для среднего профессионального образования / Н.Н. Карнаух. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 380 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-02527-9. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/450689

15. Князьков В.В. Проектирование судов: учебное пособие / В.В. Князьков. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2018. – 228 с. – ISBN 978-5-6042086-5-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/151379

16. Козел, И.В. Организация, нормирование и оплата труда [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.В. Козел, Н.В. Воробьева, А.Р. Байчерова. – Электрон. дан. – Ставрополь: СтГАУ, 2025. – 96 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/82202.

17. Лапченко Е.В. Судостроительные материалы, Методические указания по выполнению практических работ для студентов специальности 26.02.02 «Судостроение» очной Формы обучения / сост.: Е.В. Лапченко; ФГБОУ ВО «КГМТУ» СМТ. – Керчь, 2017. – 40 с.

18. Маницын В.В. Технология технического обслуживания и ремонта судов: учебное пособие / В.В. Маницын. – Находка: Дальрыбвтуз, 2019. – 380 с. – ISBN 978-5-88871-732-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/156842

19. Маницын В.В. Технология технического обслуживания и ремонта судов: учебное пособие / В.В. Маницын. – Находка: Дальрыбвтуз, 2019. – 380 с. – ISBN 978-5-88871-732-5. –Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/156842

20. Радченко М.В. Сварочное производство. Введение в специальность: учебное пособие / М.В. Радченко, В.Г. Радченко, Т.Б. Радченко. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 240 с. – ISBN 978-5-8114-5143-2. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/143250

21. Черепахин А.А. Технология сварочных работ: учебник для среднего профессионального образования / А.А. Черепахин, В.М. Виноградов, Н.Ф. Шпунькин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 269 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-08456-6. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/453937

22. Шайдуллин М.Г. Технология изготовления судовых корпусных конструкций: учебное пособие / М.Г. Шайдуллин, П.Л. Спехов, Н.М. Семенова. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2019. – 93 с. – ISBN 978-5-502-01159-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/151384

23. Эксплуатационная прочность судов: учебник / Е.П. Бураковский, Ю.И. Нечаев, П.Е. Бураковский, В.П. Прохнич. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 404 с. – ISBN 978-5-8114-2676-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/97685

Нормативные и правовые документ:

21. ГОСТ 16037-80. Соединения сварные. Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры: издание официальное: веден в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24 апреля 1980 г. N 1876: дата введения 1981-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2005. – 50 с. - URL: http://docs.cntd.ru/document/1200001918

22. ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры: издание официальное: введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24.07.80 г. N 3827: дата введения 1981-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 89 с. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200004379

23. ГОСТ 8713-79. Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры: издание официальное: утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26.12.79 N 5047: дата введения 1981-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 48 с. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200004491

Интернет-ресурсы

24. Водный мир. https://vodnyimir.ru/

25. Лодочный портал. https://www.kateralodki.ru/

26. Морской сайт. http://seaman-sea.ru/teoriya-ustroystva-sudna/122-plavuchest.html

27. Отраслевой портал по судостроению, судоходству и судоремонту. https://www.korabel.ru/

28. Сайт о морских судах. https://seaships.ru/index.htm

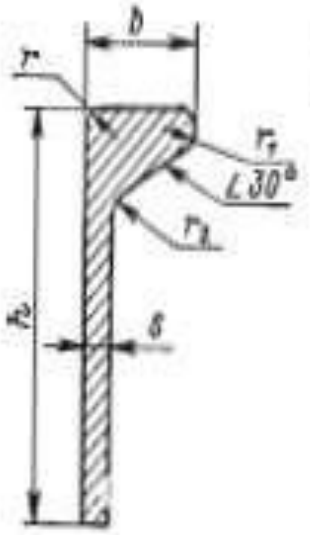
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Профильный прокат

Полособульб несимметричный для судостроения ГОСТ 21937-76

Таблица 1А

Номер профиля	Размеры, мм				Площадь сечения профиля, см²	Теоретическая масса 1 м, кг	Длина профиля, мм
	h	b	s	r, r_1, r_2			
5	50	16	4,0	2,5	2,86	2,25	6 000
5,5	55	17	4,0	3,0	3,47	2,73	
6,0	60	19	5,0	3,5	4,28	3,36	
7	70	21	5,0	3,5	5,07	3,98	
8	80	22	5,0	4,0	5,84	4,58	
9	90	24	5,5	4,0	7,03	5,52	
10	100	26	6,0	5,0	8,63	6,76	
12	120	30	6,5	5,0	11,13	8,75	
14 а	140	33	7,0	6,0	14,05	11,05	
14 б	140	35	9,0	6,0	16,85	13,23	
16 а	160	36	8,0	7,0	17,94	14,08	
16 б	160	38	10,0	7,0	21,11	16,60	
18 а	180	40	9,0	7,0	22,18	17,41	12 000
18 б	180	42	11,0	7,0	25,78	20,24	
20 а	200	44	10,0	8,0	27,36	21,47	
20 б	200	46	12,0	8,0	31,36	24,60	
22 а	220	48	11,0	8,5	32,82	25,75	
22 б	220	50	13,0	8,5	37,22	29,20	
24 а	240	52	12,0	9,0	38,75	30,42	
24 б	240	54	14,0	9,0	43,55	34,18	



Примечание. Пример условного обозначения несимметричного полособульба № 12 из стали марки ВСт3сп по ГОСТ 5521–76:

Полособульб $\frac{12\ \text{ГОСТ}\ 21937\text{–}76}{\text{ВСт3сп ГОСТ}\ 5521\text{–}76}$

Полособульб симметричный для судостроения ГОСТ 9235-76

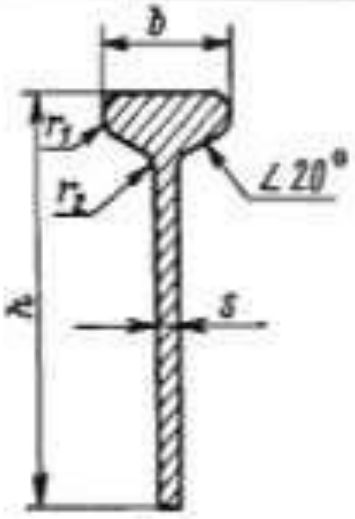
Таблица 2А

Номер профиля	Размеры, мм				Площадь сечения профиля, см²	Теоретическая масса, 1м, кг
	h	b	s	r_1, r_2		
935	90	31,0	5,0	4,0	6,82	5,35
1 035	100	35,5	5,5	4,5	8,53	6,69
1 235	120	37,5	5,5	5,0	10,15	7,96
1 446	140	42,0	6,0	6,0	13,10	10,28
1 447	140	43,5	7,5	6,0	15,20	11,93
1 646	160	48,5	6,5	6,5	16,47	12,93
1 658	160	50,0	8,0	6,5	18,87	14,81

Номер профиля	Размеры, мм				Площадь сечения профиля, см²	Теоретическая масса кг
	h	b	s	r_1, r_2		
1 857	180	55,0	7,0	7,0	20,20	15,86
1 858	180	56,5	8,5	7,0	22,90	17,98
2 068	200	60,4	8,4	8,0	26,06	20,46
20 610	200	62,0	10,0	8,0	29,26	22,97
2 268	220	64,0	8,0	8,5	28,24	22,17
22 610	220	68,0	10,0	8,5	33,14	26,01
2 478	240	71,0	8,5	9,0	33,17	26,04
24 710	240	75,5	10,5	9,0	38,65	30,34
271 010	270	102,0	10,0	6,0 20,0	41,75	32,78
27 812	270	82,0	12,0	10,0	48,33	37,94
30 810	300	89,0	10,0	6,0 25,0	51,00	40,03
30 812	300	91,0	12,0	6,0 25,0	57,00	44,75

Примечания: 1. Длина профиля от 4 000 до 20 000 мм. 2. Пример условного обозначения симметричного полособульба № 271010 из стали марки ВСт3сп по ГОСТ 5521–76:

Полособульб $\frac{271010\ \text{ГОСТ}\ 9235-76}{\text{ВСт3сп ГОСТ 5521–76}}$.



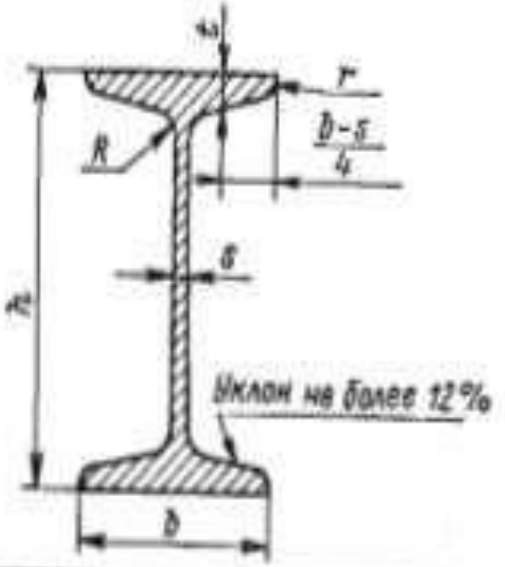
Балки двутавровые ОСТ 5.9086-72

Таблица 3А

Номер профиля	Размеры, мм						Площадь сечения профиля, см²	Масса 1 м, кг	Длина профиля, мм
	h	b	s	t	R	r			
10	100	55	4,5	7,2	7,0	2,5	12,0	9,46	6 000
12	120	64	4,8	7,3	7,5	3,0	14,7	11,50	
16	160	81	5,0	7,8	8,5	3,5	20,2	15,90	6 000 10 000
20	200	100	5,2	8,4	9,5	4,0	26,8	21,00	10 000
24	240	115	5,6	9,5	10,5	4,0	34,8	27,30	
30	300	135	6,5	10,2	12,0	5,0	46,5	36,50	12 000

Примечание. Пример условного обозначения двутавровой балки № 16, длиной 6 м, из стали марки ВСт3пс2:

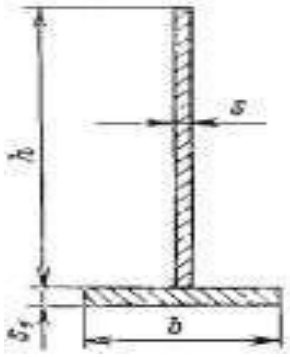
Двутавр $\frac{16\ \text{ГОСТ}\ 8239-72}{\text{ВСт3пс2 ГОСТ 535-79}}$ $L = 6$ м



Теоретические элементы тавров стальных сварных с присоединенным пояском для морских судов

Таблица 4А

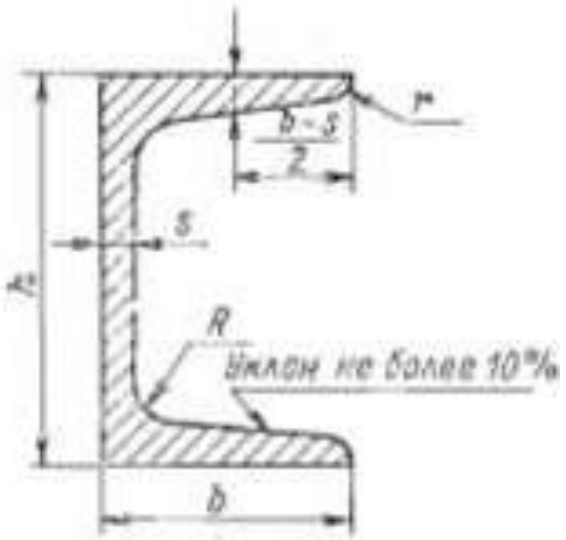
Номер тавра	Размеры, мм				Площадь сечения профиля, $см^2$	Теоретическая масса 1 пог. м, кг
	h	s	b	s_1		
8	80	4	40	6	5,6	4,396
10	100	4	50	6	7,0	5,495
12	120	4	60	6	8,4	6,596
14	140	4	80	6	10,4	8,164
16 а	160	4	80	6	11,2	8,792
16 б	160	5	100	8	16,0	12,56
18 а	180	4	100	8	15,2	11,93
18 б	180	5	100	10	19,0	14,81
20 а	200	5	100	8	18,0	14,13
20 б	200	6	100	10	22,0	17,18
22 а	220	5	100	10	21,0	16,40
22 б	220	6	120	12	27,6	21,55
25 а	250	6	120	12	29,4	22,96
25 б	250	8	140	14	39,6	30,89
28 а	280	7	120	12	34,0	26,55
28 б	280	8	140	14	43,0	33,76
32 а	320	8	140	14	57,2	36,26
32 б	320	10	180	14	45,2	44,90
32 в	320	8	160	16	51,2	39,98
36 а	360	8	160	16	54,4	42,43
36 б	360	10	200	14	64,0	50,24
40 а	400	10	180	14	65,2	51,18
40 б	400	12	220	16	83,2	65,31
45 а	450	10	200	14	73,0	57,30
45 б	450	14	250	18	108,0	84,78
50 а	500	12	220	16	95,2	74,80
50 б	500	14	250	18	115,0	89,70
56 а	560	14	250	18	123,4	96,90
56 б	560	16	300	20	149,6	116,80
63 а	630	14	300	20	148,2	116,30
63 б	630	18	360	22	192,6	151,20
71 а	710	16	360	22	192,8	151,30
71 б	710	20	400	24	238,0	186,80
80 а	800	18	360	22	223,2	175,20
80 б	800	22	450	25	293,0	230,00



Швеллеры ОСТ 5.9087-72

Таблица 5А

Номер профиля	Размеры, мм						Площадь сечения профиля, см²	Масса 1 м, кг	Длина профиля, мм
	h	b	s	t	R	r			
5	50	32	4,4	7,0	6,0	2,5	6,16	4,84	6 000
6,5	65	36	4,4	7,2	6,0	2,5	7,51	5,90	
8	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5	8,98	7,05	
10	100	46	4,5	7,6	7,0	3,0	10,90	8,59	
12	120	52	4,8	7,8	7,5	3,0	13,30	10,40	
14	140	58	4,9	8,1	8,0	3,0	15,60	12,30	
16	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5	18,10	14,20	
20	200	76	5,2	9,0	9,5	4,0	23,40	18,40	10 000
24	240	90	5,6	10,0	10,5	4,0	30,60	24,00	12 000
30	300	100	6,5	11,0	12,0	5,0	40,50	31,80	



Уголок равнополочный ОСТ 5.9084-72

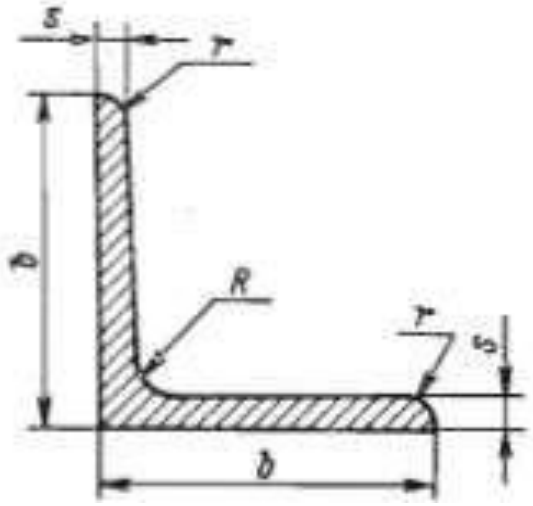
Таблица 6А

Номер профиля	Размеры, мм				Площадь сечения профиля, см²	Масса 1 м, кг	Длина профиля, мм
	b	s	R	r			
2	20	3	3,5	1,2	1,13	0,89	6 000
2,5	25	3	3,5	1,2	1,43	1,12	
2,5	25	4	3,5	1,2	1,86	1,46	
3,2	32	4	4,5	1,5	2,43	1,91	
3,6	36	4	4,5	1,5	2,75	2,16	
4	40	4	5,0	1,7	3,08	2,42	
4,5	45	4	5,0	1,7	3,48	2,73	
4,5	45	5	5,0	1,7	4,29	3,37	
5	50	5	5,5	1,8	4,80	3,77	
6,3	63	6	7,0	2,3	7,28	5,72	
7,5	75	6	9,0	3,0	8,78	6,89	
7,5	75	8	9,0	3,0	11,50	9,02	
9	90	9	10,0	3,3	15,60	12,20	
10	100	10	12,0	4,0	19,30	15,10	

Номер профиля	Размеры, мм				Площадь сечения профиля, см²	Масса 1 м, кг	Длина профиля, мм
	b	s	R	r			
12,5	125	12	14,0	4,6	28,90	22,70	10 000
16	160	14	16,0	5,3	43,30	34,00	12 000
16	160	18	16,0	5,3	54,80	43,0	

Примечание. Пример условного обозначения угловой равнополочной стали марки 09Г2, размером 50×50×5, длиной 6 м:

$$\text{Уголок}\ \frac{50\times 50\times 5\ \text{ГОСТ}\ 8509-72}{09\text{Г2}\ \text{ГОСТ}\ 5521-76}\ L = 6.$$



Уголок неравнополочный ОСТ 5.9085-72

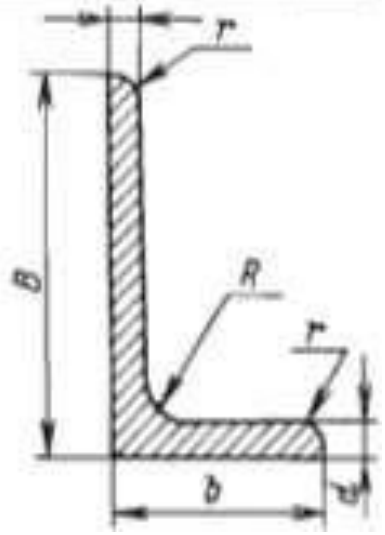
Таблица 7А

Номер профиля	Размеры, мм					Площадь сечения профиля, см²	Масса 1 м, кг
	B	b	d	R	r		
3,2/2	32	20	3	3,5	1,2	1,49	1,17
3,2/2	32	20	4	3,5	1,2	1,94	1,52
4,5/2,8	45	28	4	5,0	1,7	2,80	2,20
5,6/3,6	56	36	4	6,0	2,0	3,58	2,81
6,3/4,0	63	40	5	7,0	2,3	4,98	3,91
6,3/4,0	63	40	6	7,0	2,3	5,90	4,63
7/4,5	70	45	5	7,5	2,5	5,59	4,39
7,5/5	75	50	6	8,0	2,7	7,25	5,69
7,5/5	75	50	8	8,0	2,7	9,47	7,43
9/5,6	90	56	8	9,0	3,0	11,18	8,77
10/6,3	100	63	8	10,0	3,3	12,60	9,87
11/7	110	70	8	10,0	3,3	13,90	10,90
12,5/8	125	80	10	11,0	3,7	19,70	15,50
16/10	160	100	12	13,0	4,3	30,00	23,60

Примечания: 1. Длина профиля 6000 мм.

2. Пример условного обозначения угловой неравнополочной стали марки ВСт3сп2 размером 56 х 36 х 4, обычной точности проката (Б):

Уголок $\frac{\text{Б-56 х 36 ГОСТ 8510-72}}{\text{ВСт3сп2 ГОСТ 5521-76}}$



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Задание для выполнения теоретического чертежа (ОБРАЗЕЦ)

ИСХОДНЫЕ Д А Н Н Ы Е :

L=198.700 B=30.700 T=10.830 H=16.930 DELTA= .788 BETA= .990 XC= .019 LBAK=10.90 LMO=29.60 LAXT=11.90 ZG= .00

ОРДИНАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ЧЕРТЕЖА

Таблица 1Б

N ШП.	0 ВЛ	1 ВЛ	2 ВЛ	3 ВЛ	4 ВЛ	КВЛ	6ВЛ	ВП
0	0,000	3,747	3,483	2,228	0,648	0,000	3,126	5,411
1	3,988	7,248	7,325	6,838	7,027	7,595	8,676	9,776
2	6,420	10,146	10,468	10,280	10,352	10,703	11,386	12,246
3	8,276	12,216	12,664	12,595	12,459	12,587	12,901	13,621
4	9,546	13,489	13,968	13,972	13,857	13,844	14,037	14,395
5	10.668	14.140	14.614	14.667	14.659	14.648	14.706	14.932
6	11.408	14.586	14.953	15,090	15.130	15.150	15.164	15,230
7	12,050	14,945	15,171	15,279	15,324	15,329	15,332	15,336
8	12,594	15,145	15,281	15,343	15,350	15,350	15,350	15,350
9	12,924	15,303	15,345	15,350	15,350	15,350	15,350	15,350
10	13,141	15,317	15,350	15,350	15,350	15,350	15,350	15,350
11	13,167	15,325	15,350	15,350	15,350	15,350	15,350	15,350
12	12,891	15,257	15,348	15,350	15,350	15,350	15,350	15,350
13	12,632	15,090	15,282	15,324	15,347	15,350	15,350	15,350
14	12,301	14,829	15,126	15,191	15,268	15,292	15,341	15,350
15	10,694	13,971	14,799	15,080	15,085	15,139	15,256	15,276
16	8,359	12,013	13,338	14,008	14,366	14,657	15,070	15,237
17	5,013	8,766	10,168	11,279	12,411	13,383	14,444	14,882
18	1,109	4,725	5,777	7,020	8,777	10,822	12,813	13,637
19	0,000	1,148	1,346	1,728	3,719	6,776	9,678	11,087
20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,644	5,783	7,550

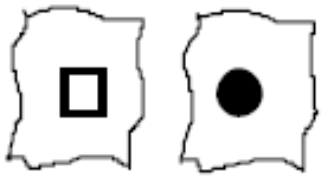
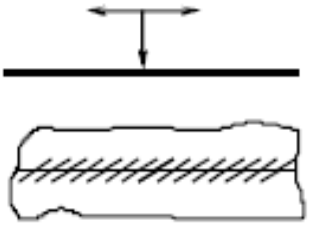
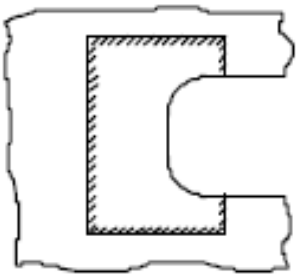
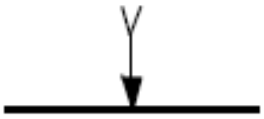
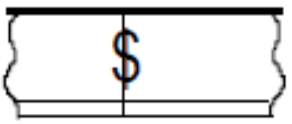
ПРИЛОЖЕНИЕ В

Условное графические обозначения

Таблица 1В

Наименование	Обозначение	Пример
Лист	S толщина или толщина × ширина × длина	*s10* или *10 × 1200 × 4600*
Полоса	толщина × ширина	*8 × 200*
Полособульб несимметричный	номер профиля	*16а*
Полособульб симметричный	номер профиля	*825*
Тавровый профиль	Т № профиля или ⊥ с указанием размеров стенки над чертой и размеров полки под чертой	*32б* или *10 x 200 / 12 x 70*
Швеллер	[номер профиля	*24а*
Угольник равнобокий	∟ ширина полок × толщина	*50 × 50 × 5*
Угольник неравнобокий	∟ ширина полок × толщина	*75 × 50 × 5*
Труба	О наружный диаметр × толщина	*О 108 × 5*
Стержень круглого сечения	О диаметр	*О 50*
Рифленый лист или полоса	“Рифл” перед обозначением	*Рифл. s5* или *рифл. 5×800×4000*
Гофрированный лист	Толщина × ширина × длина × высота гофр.	*4×1200×2000×60 гофр.*
Диаметр заклепки	*d*	*d22*
Шаг заклепки или гужона	*t* (указывается кратным диаметру или в милиметрах)	*t 4.5d* *t 80*

Продолжение таблица 1В

Заклепки	зак.	*10 зак. d19*
Гужоны	гуж.	*22 гуж. d25*
Расположение заклепок или гужонов (цепное, шахматное)	цепн. шахм.	*2 ряда цепн.* *3 ряда шахм.*
Кница или бракета	Указанием толщины или трех размеров	*s12* или *12 × 200 × 200*
Кница или бракета с фланцем	То же с добавлением “фл.” и указанием ширины фланца	*s12 фл.60* или *12×200×200 фл.60*
Кница или бракета с симметричным пояском	обозначаются в виде дроби: в числителе - размеры кницы; в знаменателе - толщина и ширина пояска	$\frac{4\times200\times200}{4\times40}$
Пиллерсы в плане	под палубой на палубе на палубе и под ней	
Монтажные стыки и пазы секций	в сечении листов: в плане:	
Накладные листы	обозначаются штриховкой кромок	
Внутрисекционные стыки и пазы листов, изображенных в профиль		
Стыки профилей		

Условные буквенные обозначения, сокращённые термины и символы

Таблица 2В

Термин	Сокращение или символ	Термин	Сокращение или символ
Базовая линия	Баз. Л	Палуба юта	П юта
Базовая плоскость	Баз. П	Первый батокс	1 Б
Ватерлиния	ВЛ	Подсекция	П/с
Вертикальный киль	ВК	Платформа	Платф.
Верхняя палуба	ВП	Правый борт	Пр. Б
Вторая палуба	2П	Промежуточная палуба	Пр. П
Второе дно	2-е дно	Ребро жесткости	РЖ
Главная палуба	Гл. П	Секция	Сек.
Диаметральная плоскость	ДП	Смотри в нос (корму)	См. в нос (корму)
Конструктивная ватерлиния	КВЛ		
Левый борт	ЛБ	Средняя палуба	СП
Мидель-шпангоут		Стрингер	Стр.
		Строительный район	Стр. р-н
		Условная	Усл.
Надстройка	Надстр.	Фланец на книце	Фл.
Наружная обшивка	НО	Фундамент	Ф-т
Нижняя палуба	НП	Цистерна	Цист.
Основная линия	ОЛ	Шпангоут	Шп.
Основная плоскость	ОП	Длина	L, l
Палуба бака	П бака	Ширина	B, b
Палуба надстройки	П надстр.	Высота	H, h
Палуба рубки	П руб.	Осадка	T

Примечание. 1. Палубы, расположенные ниже второй, обозначают соответственно 3П, 4П и т. д. 2. При наличии нескольких ярусов надстройки ее палубы можно обозначать: II надстр. 1 яр., II надстр. 2 яр. и т. д. 3. При наличии нескольких ярусов рубки ее палубы можно обозначать: II руб. 1 яр., II руб. 2 яр. и т. д.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Обозначения сварных соединений

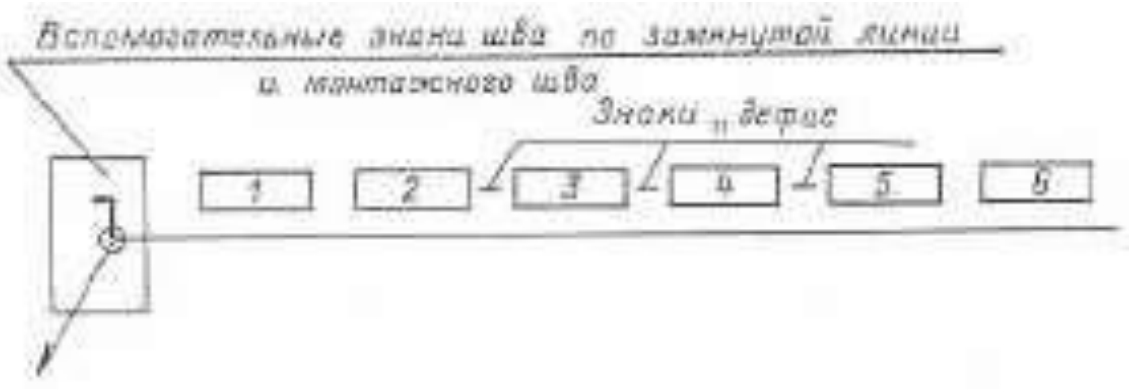


Рисунок 1Г - Схема условного обозначения стандартного сварного шва Вспомогательные знаки шва по замкнутой линии (○) и монтажного

шва (⌉) указываются на стыке линии – выноски с полкой.

Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сва- рочных соединений.

Буквенно-цифровое обозначение шва, согласно стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварочных соединений.

Обозначение сварки стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварочных соединений.

Знак (◺) и размер катета. Этот знак выполняется сплошной тонкой ли- нией, высота которого равна высоте цифр в обозначении.

Для прерывистого шва: размер провариваемого участка, знак / или Z и размер шага.

Вспомогательные знаки. Вспомогательные знаки условных обозначе- ний швов сварных соединений, выполняемые тонкими линиями одинаковой высоты с высотой цифр, приведены в таблице 1Г.

Упрощения обозначений швов сварных соединений

На чертежах сварных соединений часто встречаются одинаковые швы. В этом случае у одного из изображенных швов проставляют условное обозначение, а от изображений остальных швов проводят линии-выноски с небольшими полками. Всем одинаковым швам присваивается один и тот же номер, который проставляют на линии-выноске, имеющей полку с нанесен-

ным обозначением шва.

На всех остальных одинаковых швах на полке проставляют только но- мер шва (Рисунок 2Г). Допускается указывать количество швов, например запись «20 № 1» говорит о том, что подобных одинаковых швов на чертеже имеется двадцать.

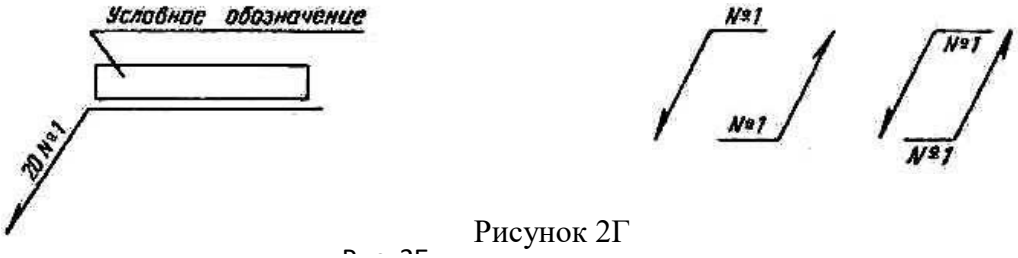
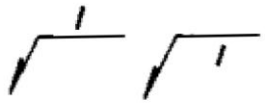
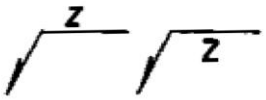
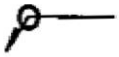
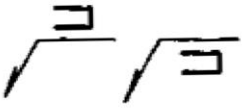
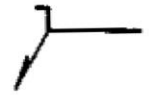
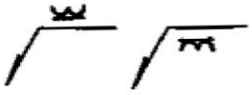


Рисунок 2Г

Вспомогательные знаки условных обозначений швов сварных соединений

Таблица 1Г

Знак	Значение знака	Нанесение знака в обозначении
/	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона линии ≈ 60°	
Z	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением	
○	Шов по замкнутой линии. Диаметр знака 3...5 мм	
⊐	Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа	
⅂	Шов выполнить при монтаже изделия, т. е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения	
Ω	Усиление шва снять	
⌇	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу	
Δ	Катет шва	

Условные обозначения стыков и пазов

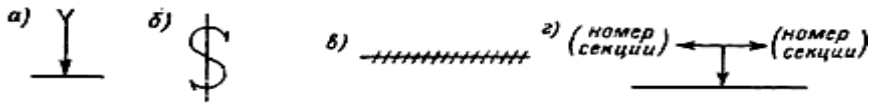


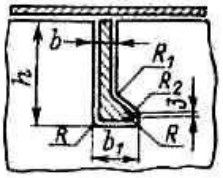
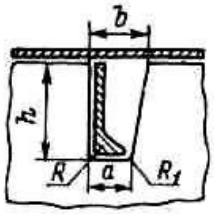
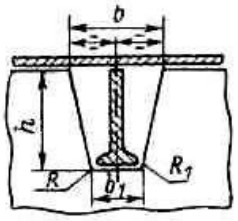
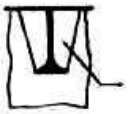
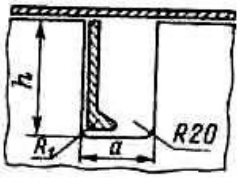
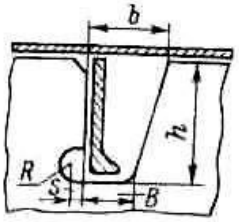
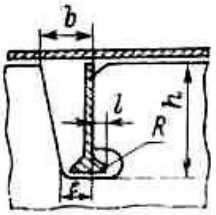
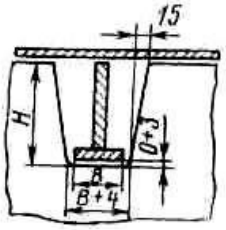
Рисунок 3Г

а - стыки и пазы листов, изображаемых в профиль; б - стыки простых и со- ставных профилей; в - штриховка видимой линии монтажного стыка или паза смежных секций; г - знак монтажного стыка или паза смежных секций, изобра- жаемых в профиль;

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Вырезы для прохода профилей через листовые конструкции

Таблица 1Д

Номер варианта	Вырез	Поперечное сечение	Обозначение на чертеже
1	Для несимметричных полособульбов в непроницаемых конструкциях		
2	Для несимметричных полособульбов в непроницаемых конструкциях		
3	Для симметричных полособульбов в непроницаемых конструкциях		
4	Уширенные для несимметричных полособульбов в непроницаемых конструкциях		
5	Для несимметричных полособульбов в проницаемых конструкциях		
6	Для симметричных полособульбов в проницаемых конструкциях		
7	Для составных тавровых профилей		

Размеры вырезов для прохода профилей через листовые конструкции

Таблица 2Д

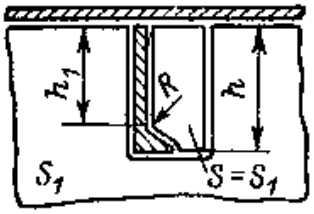
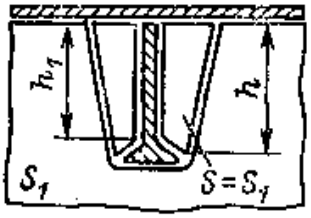
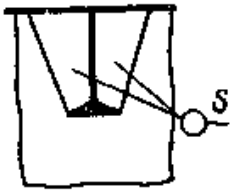
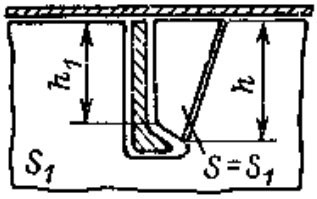
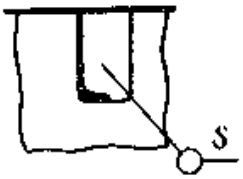
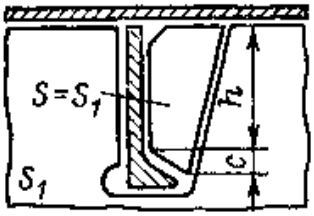
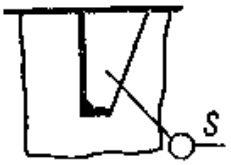
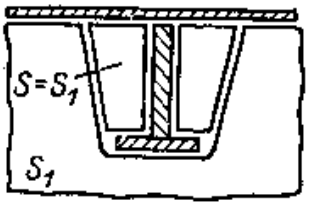
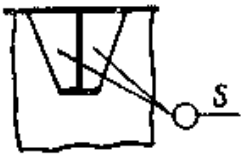
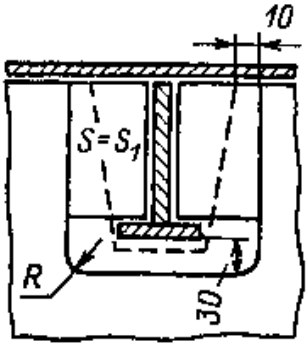
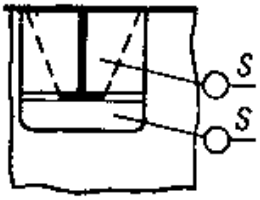
Номер профиля	Вариант 1				Вариант 2				
	h, мм	b, мм	b_1, мм	R, мм	h, мм	a, мм	b, мм	R, мм	F, см²
8	—	—	—	—	82	26	32	4,0	24
10	102	30	10	5,0	102	30	36	5,0	34
12	122	34	11	5,0	122	34	45	5,0	48
14а	142	37	11	6,0	142	34	48	6,0	60
16а	162	40	12	7,0	162	40	51	7,0	74
18а	182	44	13	7,0	182	44	55	7,0	91
20а	202	48	14	8,0	202	48	59	8,0	108
22а	222	52	15	8,5	222	52	63	8,5	128
24а	242	56	16	9,0	242	56	72	9,0	156

Номер профиля	Вариант 4				Вариант 5				
	a, мм	h, мм	R, мм	F, см²	h, мм	b, мм	b_1, мм	R, мм	F, см²
8	95	82	4,0	76,9	90	30	35	10	26
10	100	102	5,0	101,0	110	35	45	15	40
12	105	122	5,0	127,1	130	40	50	15	54
14а	110	142	6,0	155,2	150	45	55	15	74
16а	110	162	7,0	177,1	175	45	55	15	91
18а	115	182	7,0	209,3	195	50	60	15	110
20а	120	202	8,0	242,4	215	55	65	20	121
22а	120	222	8,5	266,4	235	60	70	20	155
24а	125	242	9,0	302,4	255	65	75	25	180

Номер профиля	Вариант 3					Вариант 6					
	h, мм	b, мм	b_1, мм	R, мм	F, см²	h, мм	b, мм	b_1, мм	R, мм	t, мм	F, см²
120	122	63	41	5,0	63	130	55	45	20	10	67
160	162	74	52	7,0	102	170	85	75	25	10	115
180	183	82	60	7,0	128	190	95	85	25	15	134
200	203	85	63	8,0	150	210	80	70	25	15	165
220	223	93	71	9,0	181	230	105	95	30	15	204

Заделки к вырезам для прохода профилей через листовые конструкции

Таблица 3Д

Номер варианта	Заделка	Поперечное сечение	Обозначение на чертеже
1	Для несимметричных полособульбов в непроницаемых конструкциях		
2	Для симметричных полособульбов в непроницаемых конструкциях		
3	Уширенные для несимметричных полособульбов в непроницаемых конструкциях		
4	Для несимметричных полособульбов в проницаемых конструкциях		
5	Для тавровых профилей в непроницаемых конструкциях		
6	Для тавровых профилей в неответственных конструкциях		

Размеры заделок к вырезам для прохода профилей через листовые конструкции

Таблица 4Д

Номер профиля	Вариант 1				Вариант 3			
	h, мм	h_1, мм	R, мм	F, см²	h, мм	h_1, мм	R, мм	F, см²
8	71	60	4,0	13	78	60	4,0	65,9
10	91	78	5,0	19	98	78	5,0	86,5
12	111	95	5,0	30	118	95	5,0	108,9
14а	129	113	6,0	38	138	113	6,0	134
16а	147	130	7,0	46	158	130	7,0	150,9
18а	168	148	7,0	58	178	148	7,0	171
20а	185	165	8,0	69	198	165	8,0	197
22а	205	183	8,5	80	218	183	8,5	212,2
24а	225	200	9,0	102	238	200	9,0	243,1

Номер профиля	Вариант 4			Номер профиля	Вариант 2			
	h, мм	c, мм	F, см²		h, мм	h_1, мм	R, мм	F, см²
8	—	—	—	120	111	103	5	21
10	70	10	18,0	160	150	143	7	37
12	85	10	26,1	180	169	162	7	49
14а	105	10	38,5	200	187	171	8	57
16а	120	10	49,2	220	205	198	8	77
18а	140	20	59,4	—	—	—	—	—
20а	155	20	63,2	—	—	—	—	—
22а	175	20	90,2	—	—	—	—	—
24а	190	20	106,2	—	—	—	—	—

Типы и размеры обрезки незакреплённых концов профилей:

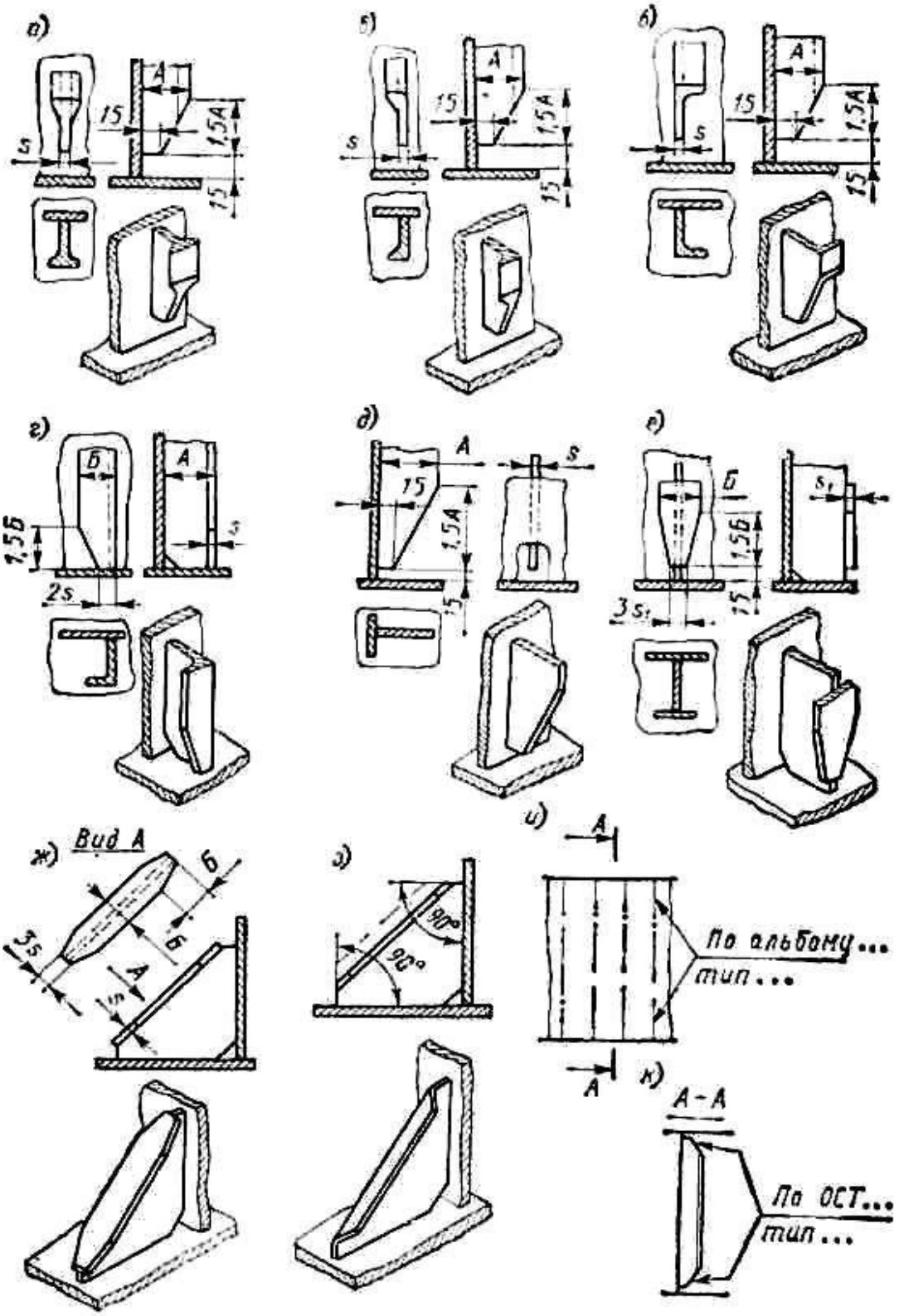
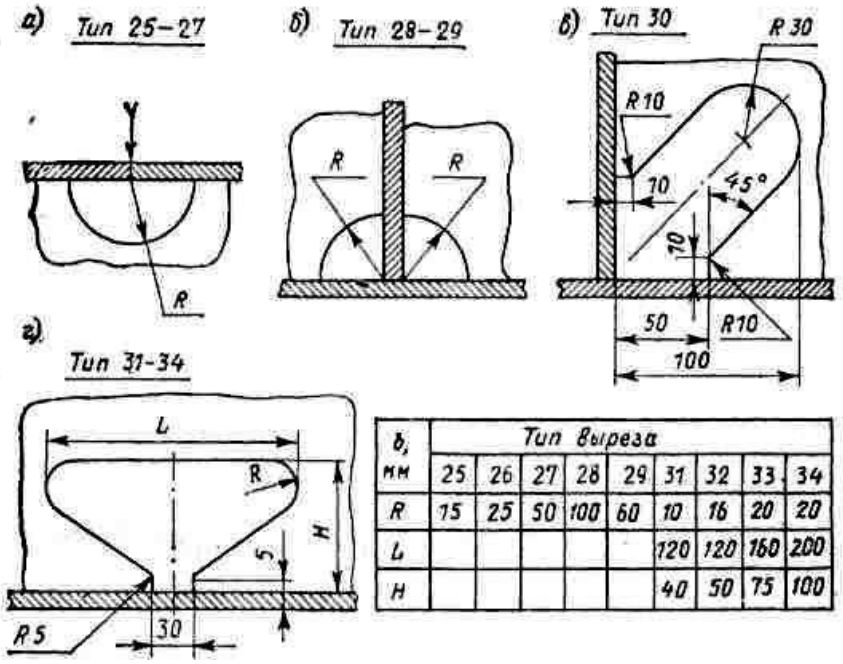


Рис. 7

Рисунок 1Д - а, б- полособульбового профиля (тип 1); в- угольника (тип 3); г- полки угольника (тип 6); д- полосы (тип 2);

е- пояска таврового профиля- (тип 4);

ж- пояска кницы (тип 3); з- фланца кницы; и- обозначение на виде; к- обозначе- ние на разрезе



b, мм	Тип выреза								
	25	26	27	28	29	31	32	33	34
R	15	25	50	100	60	10	16	20	20
L						120	120	160	200
H						40	50	75	100

Рисунок 2Д - Шпигаты для прохода: а - воздуха; б, в, г - жидкости.

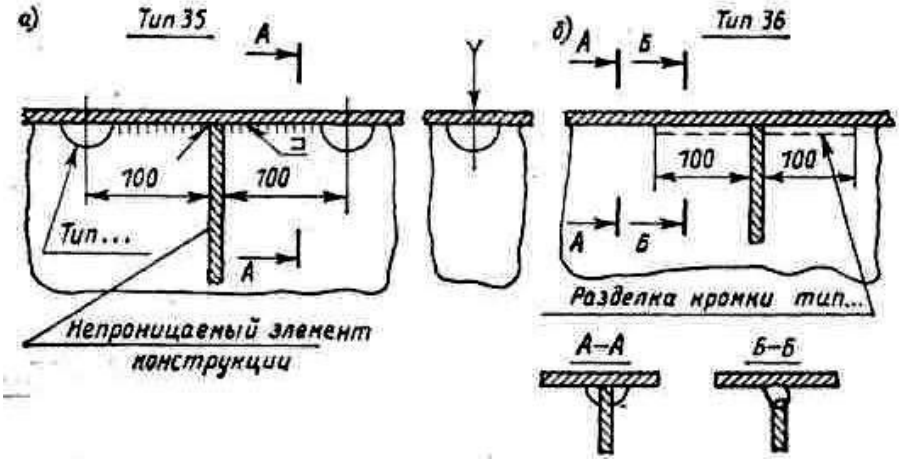
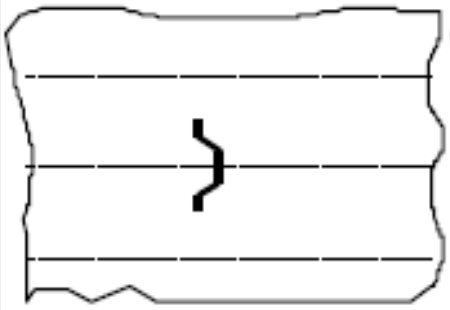
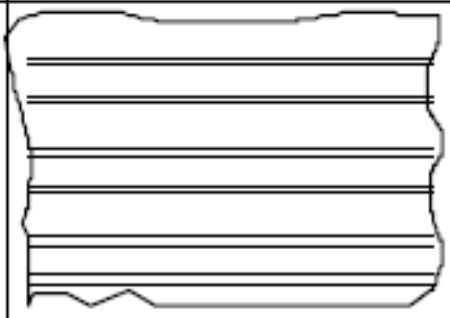
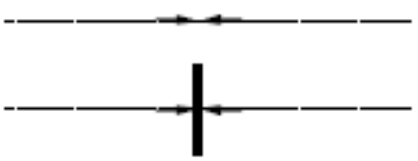


Рисунок 3Д - Перемычки для обеспечения непроницаемости

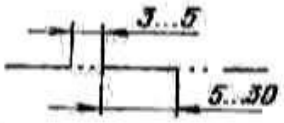
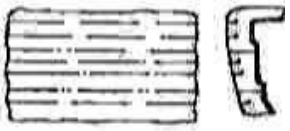
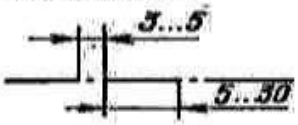
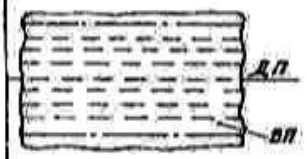
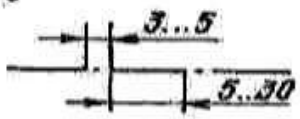
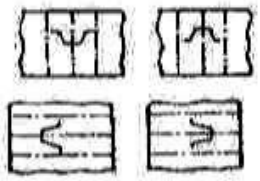
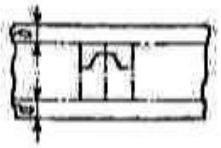
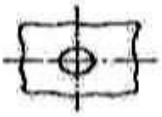
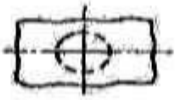
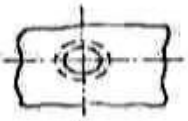
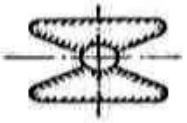
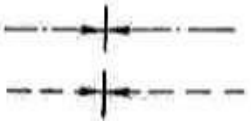
ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Обозначения балок набора и листовых элемент

Таблица 1Е

Наименование	Условное изображение	Обычное изображение
Основной набор: *с видимой стороны* *с невидимой стороны*	*тонкие линии:* штрих-пунктирная линия штриховая линия	полоса полособульб тавр
Рамные балки: *с видимой стороны* *с невидимой стороны*	*утолщенные линии:* штрих-пунктирная линия с двумя точками штрих-пунктирная линия	
Листовые элементы (обшивка, настилы, рамные связи двойного дна и двойных бортов): *с видимой стороны* (в сечении) *с невидимой стороны*	утолщенная линия утолщенная пунктирная линия	
Гофры (наносятся тонкой штрих-пунктирной линией вдоль оси гофров с нанесением сечения гофра)		
Концы профилей набора (указываются стрелками)		

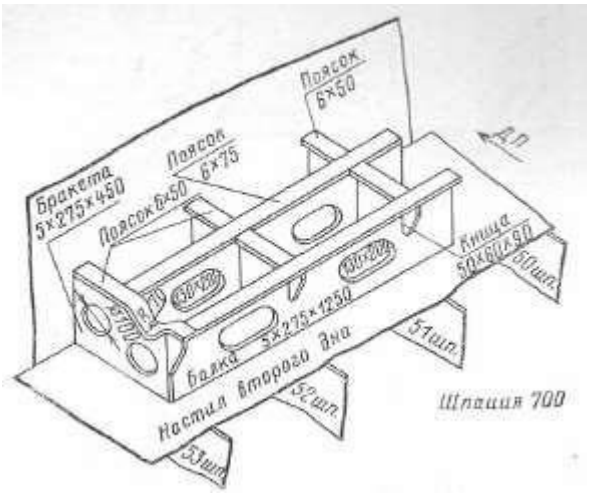
Продолжение табл.1Е

Наименование	Обозначение	Пример
Рамный набор (карлингсы, бимсы, шпангоуты, стойки, пильфы, бортовые стрингеры, днищевой набор) при отсутствии второго пояска со стороны конструкции:		
видимой	Штрихпунктирной линией толщиной s с двумя точками 	
невидимой	Штрихпунктирной линией толщиной s 	
Гофры: открытые	Штрихпунктирной линией вдоль оси гофров по всей их длине с нанесением сечения гофра (для вертикальных гофров приводится вид сверху, для горизонтальных — вид слева) толщиной от $s/2$ до $s/3$ 	
закрытые	Аналогично открытому гофру с дополнительным указанием расстояний от кромок листа до конца гофров	
Пиллерсы (вид сверху): на палубе		
под палубой		
на палубе и под палубой		
Накладные листы	Штриховкой кромок накладных листов	
Концы профилей набора	Стрелками по линии условного обозначения набора	

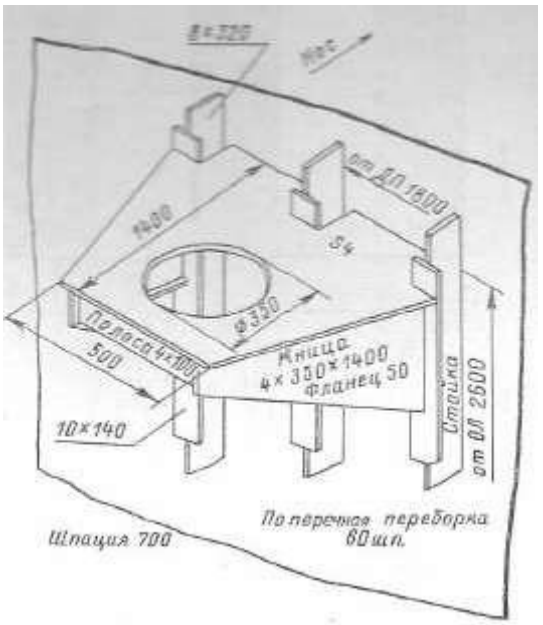
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Варианты заданий

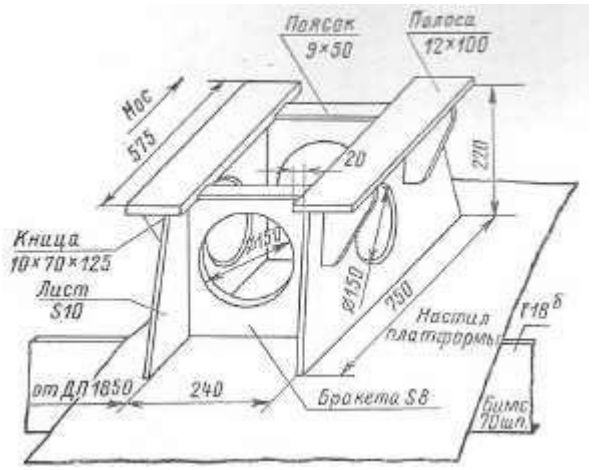
Вариант 1Фундамент под насос в МО



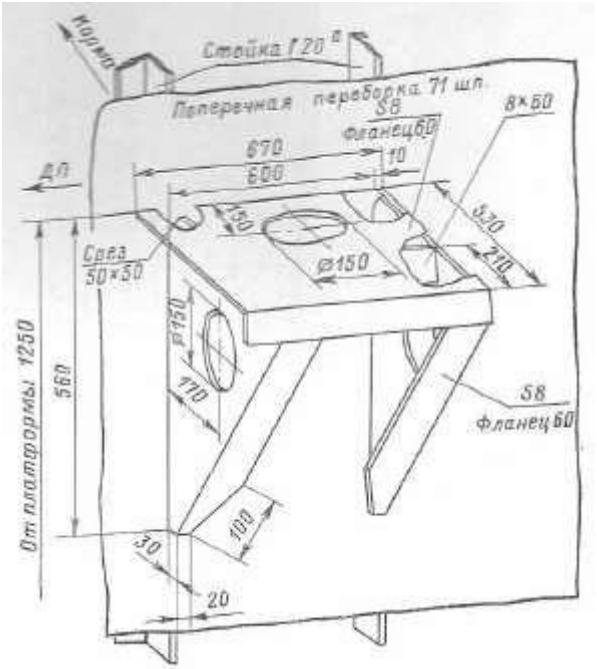
Вариант 2Фундамент под агрегат



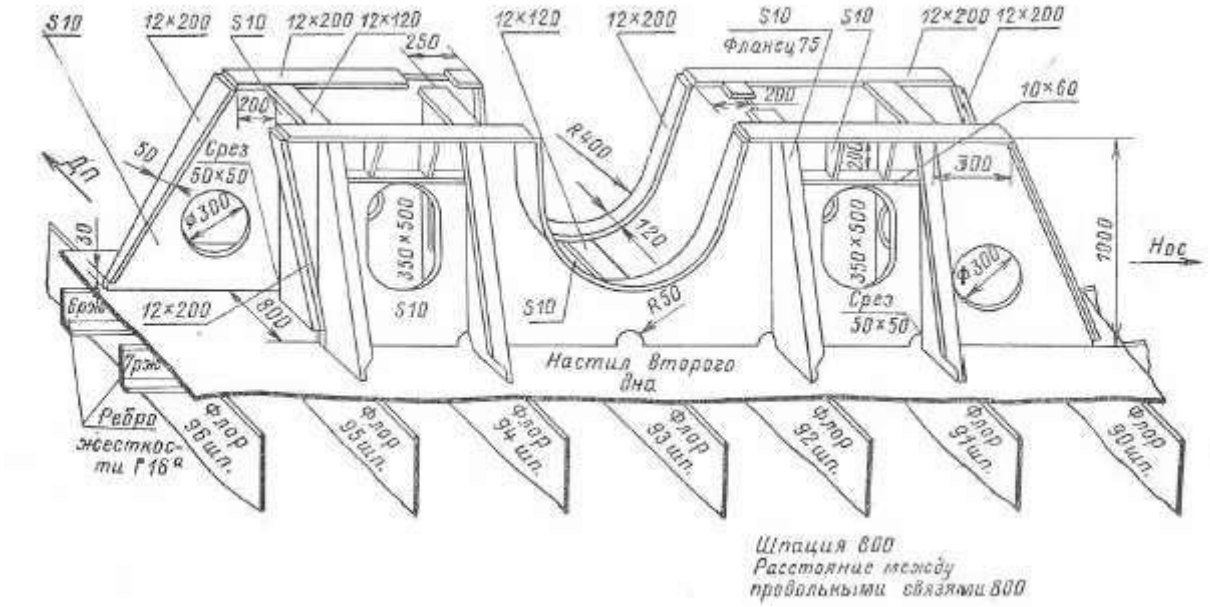
Вариант 3Фундамент под электровентилятор



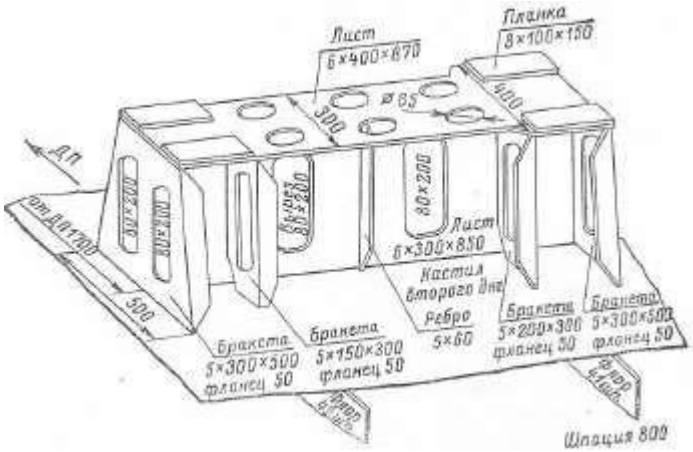
Вариант 4Фундамент под холодильник



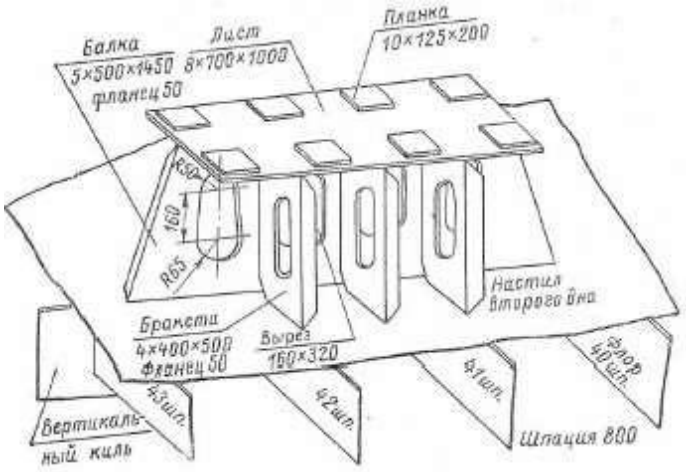
Вариант 5 Фундамент под компрессор



Вариант 6 Фундамент под сепаратор



Вариант 7 Фундамент под компрессор



ПРИЛОЖЕНИЕ 3

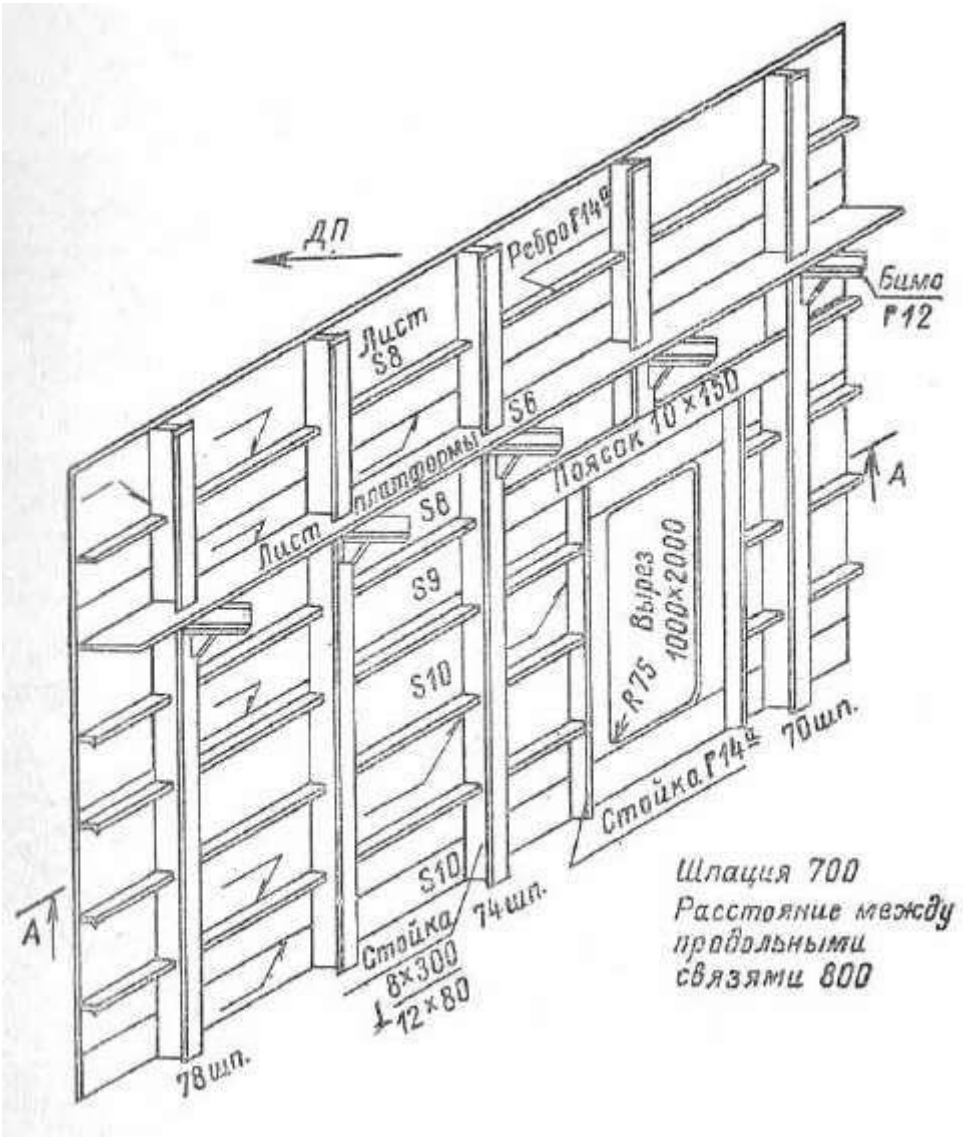
Варианты заданий

(к практической работе №15)

Вариант 1

1 По аксонометрической проекции переборки построить ее ортогональные проекции: вид на переборку, разрезы по ребру жесткости и по стойке;

2. Проставить размеры и условные изображения сварных швов.

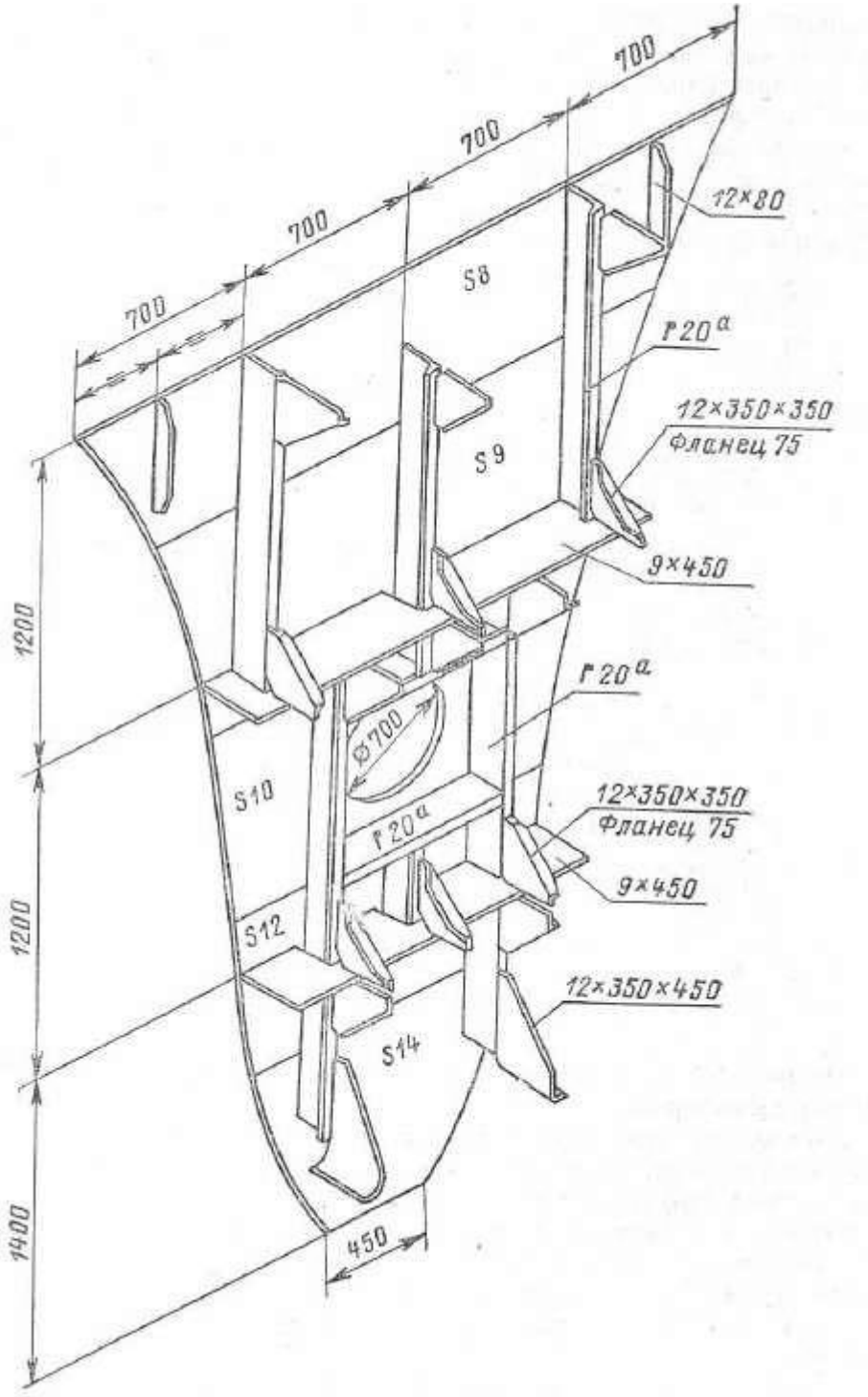


Секция продольной переборки в районе 70—74 шп.

Вариант 2

1 По аксонометрической проекции переборки построить ее ортогональ- ные проекции: вид на переборку, разрезы по ребру жесткости и по стойке;

2. Проставить размеры и условные изображения сварных швов.

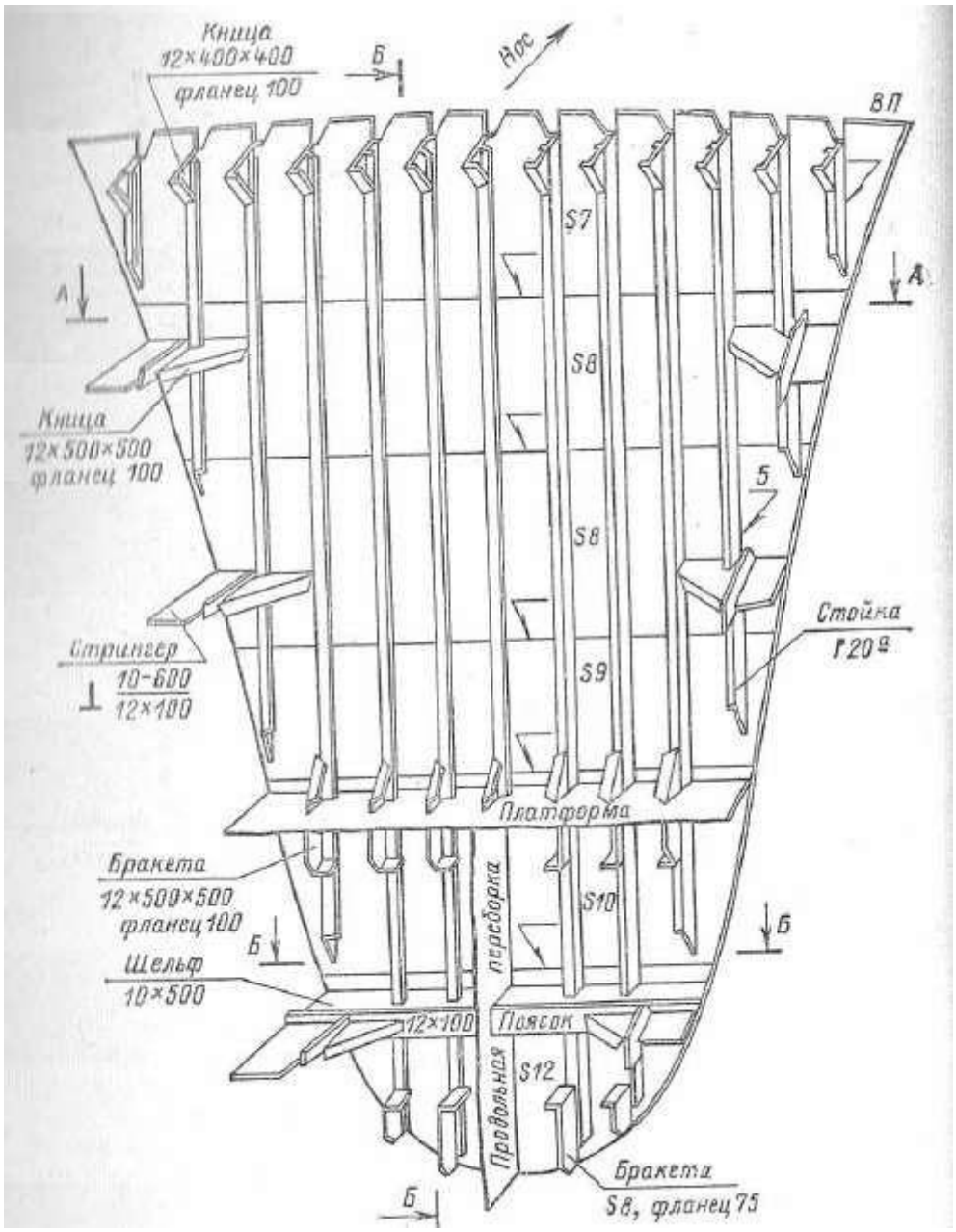


Секция поперечной переборки в районе 170 шп.

Вариант 3

1 По аксонометрической проекции переборки построить ее ортогональ- ные проекции: вид на переборку, разрезы по ребру жесткости и по стойке;

2. Проставить размеры и условные изображения сварных швов.

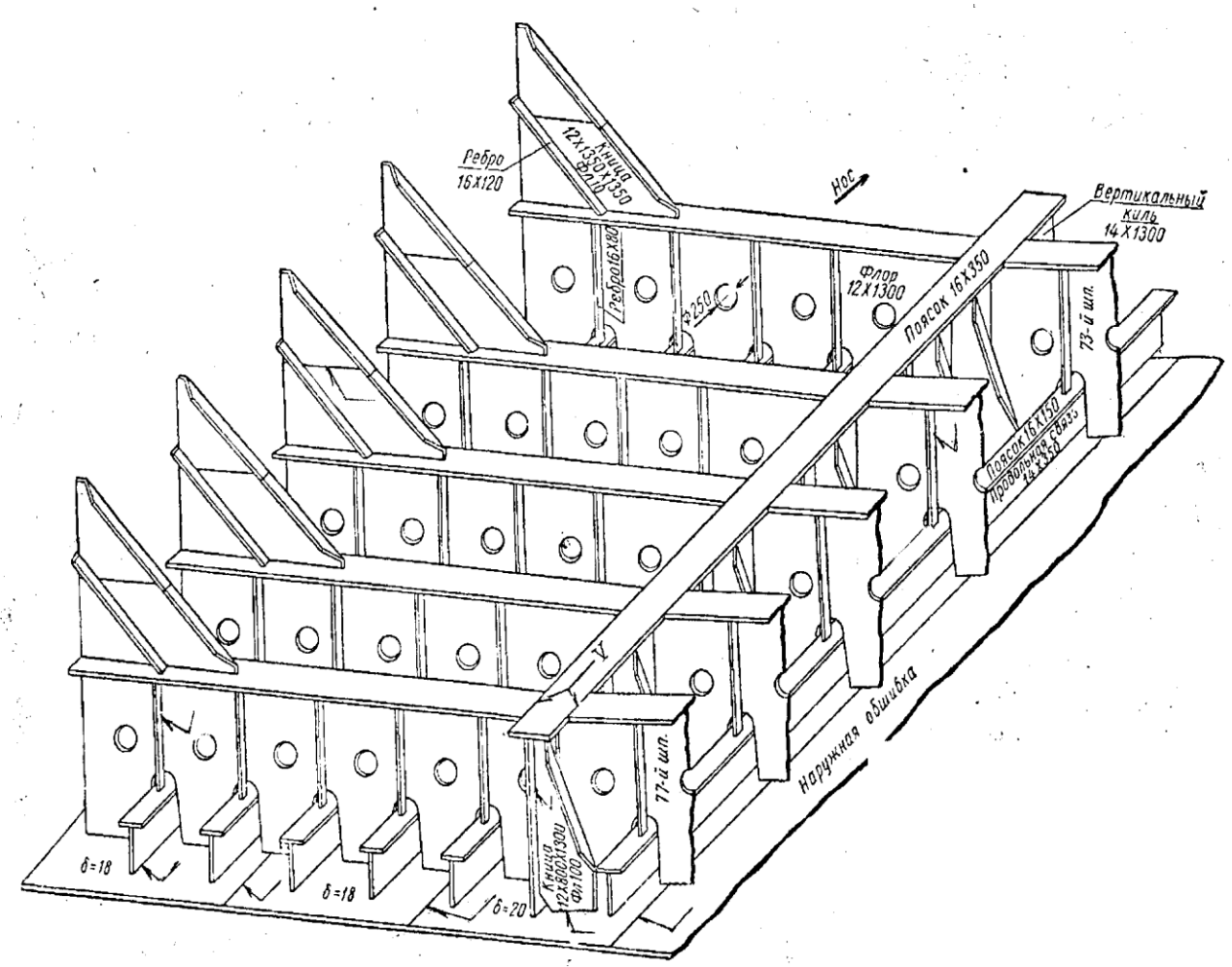


Секция поперечной переборки в районе 30 шп.

Вариант 4

По аксонометрической проекции днищевой секции построить её орто- гональные проекции: вид сверху, разрезы по вертикальному килю, по продоль- ной связи и по шпангоуту.

Проставить размеры и условные обозначения сварных швов.

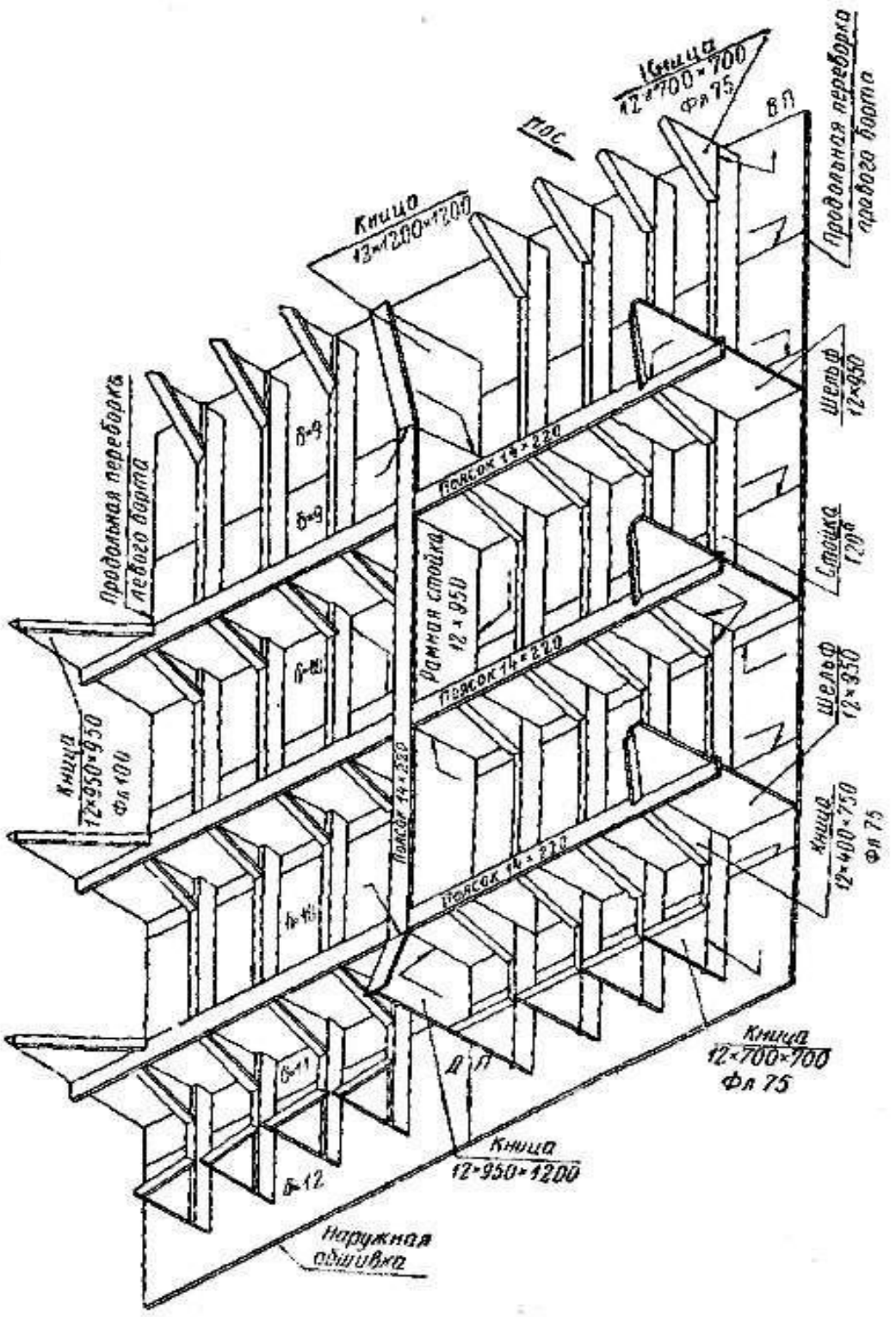


Днищевая секция в районе 73 -77 шп.

Вариант 5

По аксонометрической проекции переборки построить ее ортогональные проекции: вид на переборку (см. в нос), разрезы: по шельфу, по рамной стойке и по обыкновенной стойке;

Проставить размеры и условные обозначения сварных швов.

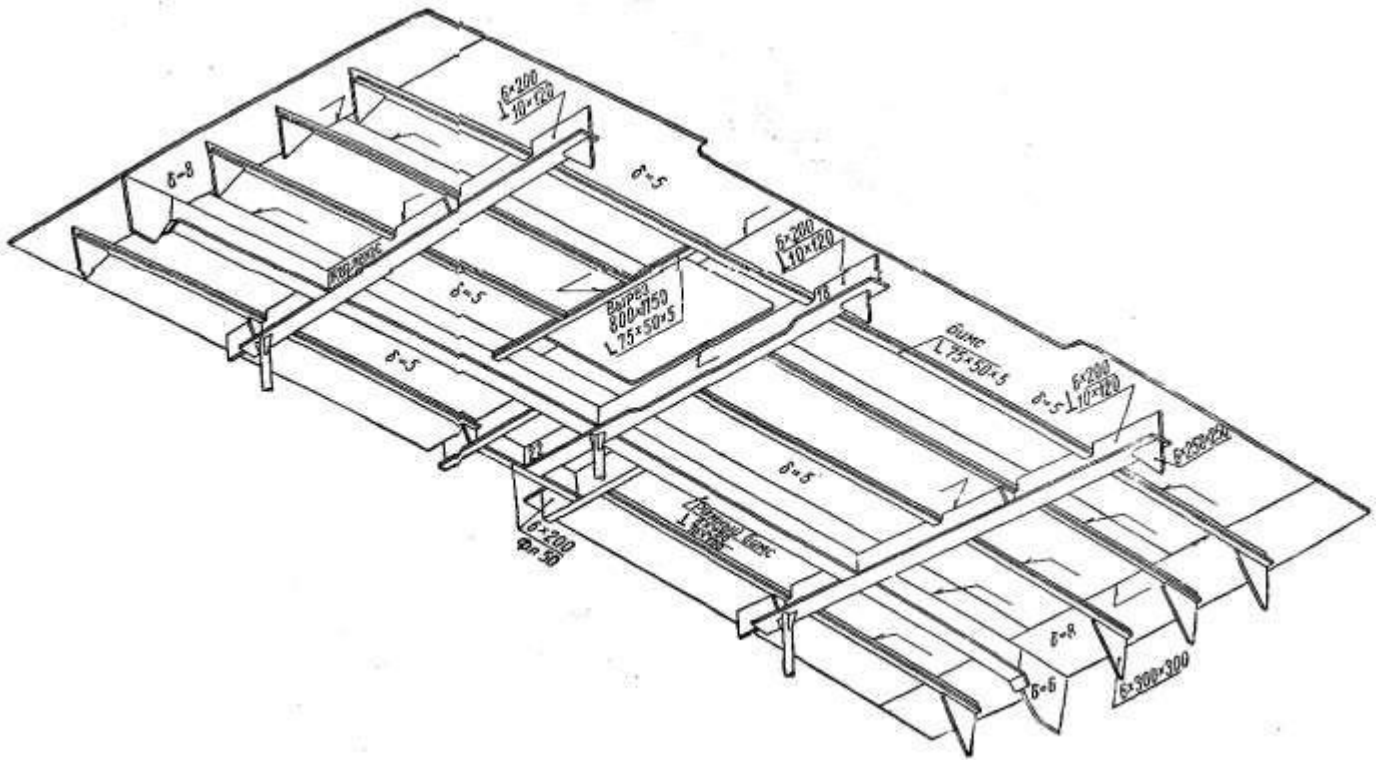


Поперечная переборка 98 шп.

Вариант 6

1 По аксонометрической проекции секции построить ее ортогональные проекции: вид сверху, разрезы: по ДП, по карленгсу, по рамному бимсу и по 18- му: и 20-му шп. (см. в нос);

2. Проставить размеры и условные обозначения сварных швов.

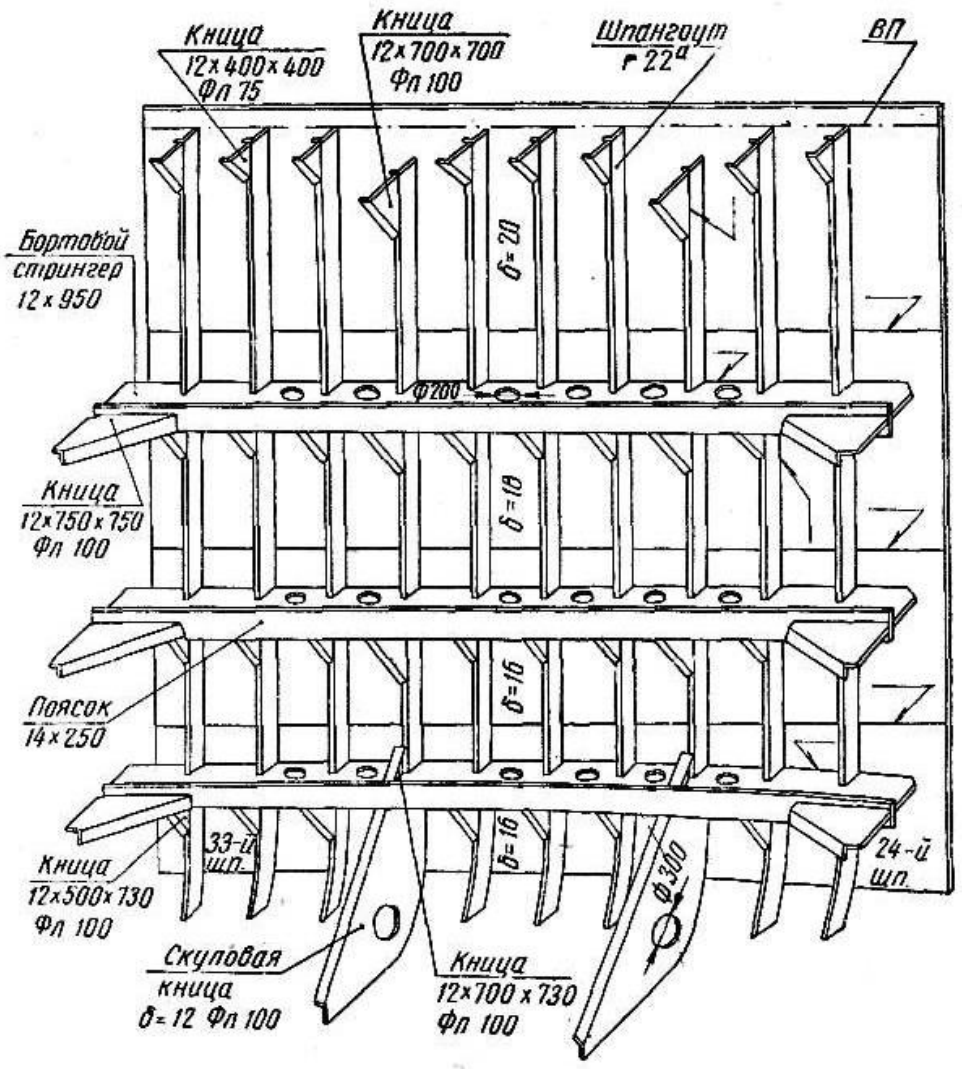


Секция верхней палубы в районе 17—23 шп.

Вариант 7

По аксонометрической проекции секции построить ее ортогональные проекции: вид на наружную обшивку, разрезы по бортовому стрингеру, по 26- му и 28-му шп. (см. в нос);

Проставить размеры и условные обозначения сварных швов.

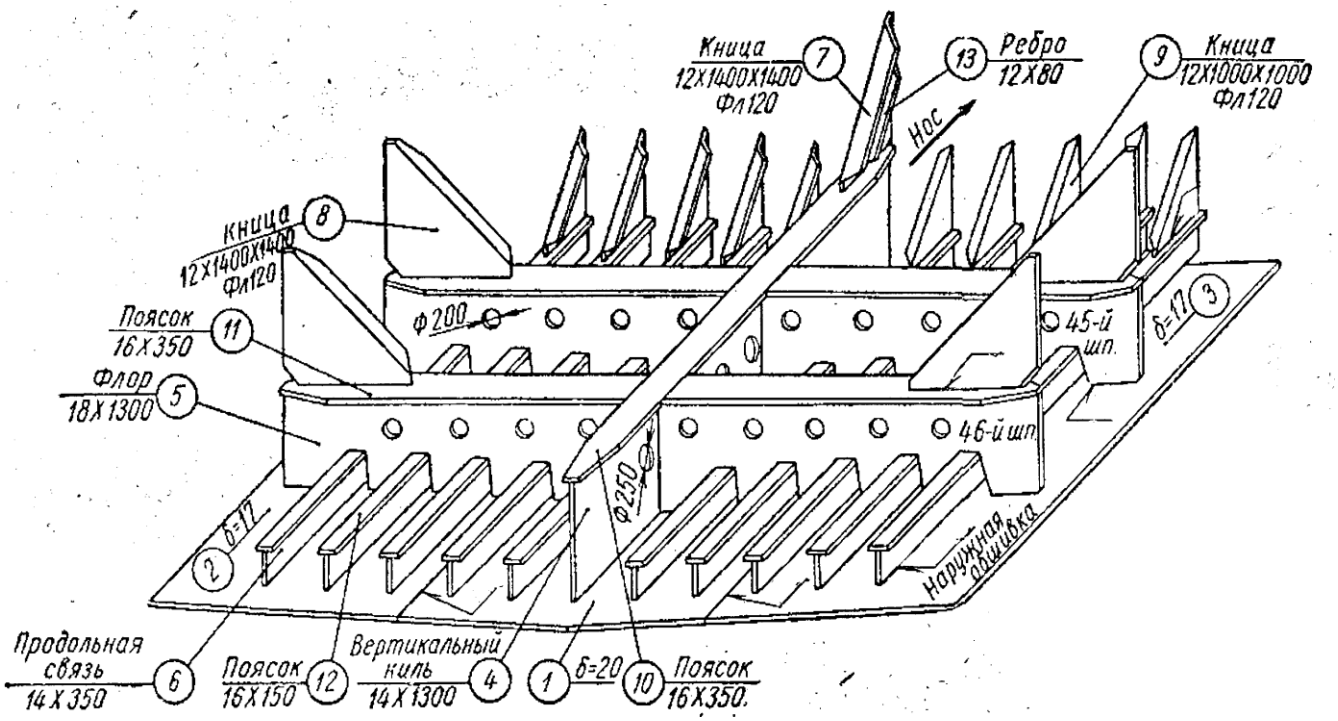


Бортовая секция в районе 24-33 шп.

Вариант 8

По аксонометрической проекции днищевой секции построить её орто- гональные проекции: вид сверху, разрезы по вертикальному килю, по продоль- ной связи и по шпангоуту.

Проставить размеры и условные обозначения сварных швов.

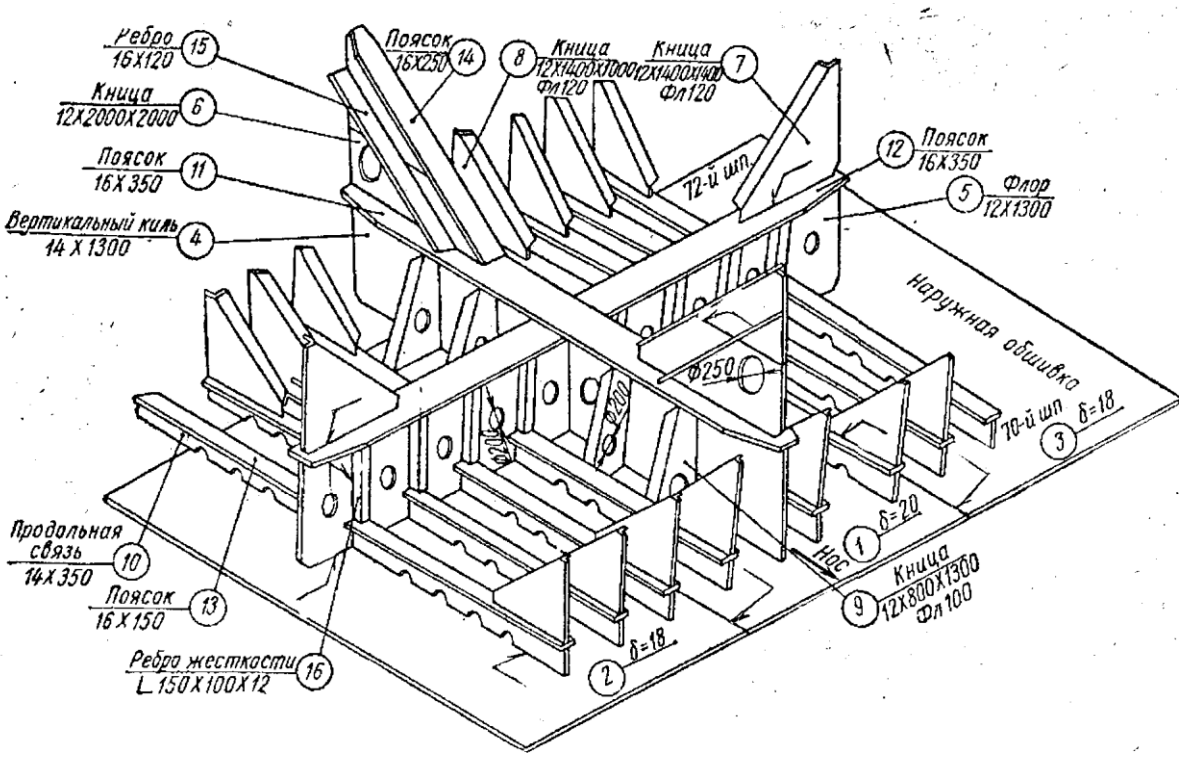


Днищевая секция в районе 44 - 47 шп.

Вариант 9

По аксонометрической проекции днищевой секции построить её орто- гональные проекции: вид сверху, разрезы по вертикальному килю, по продоль- ной связи и по шпангоуту.

Проставить размеры и условные обозначения сварных швов.

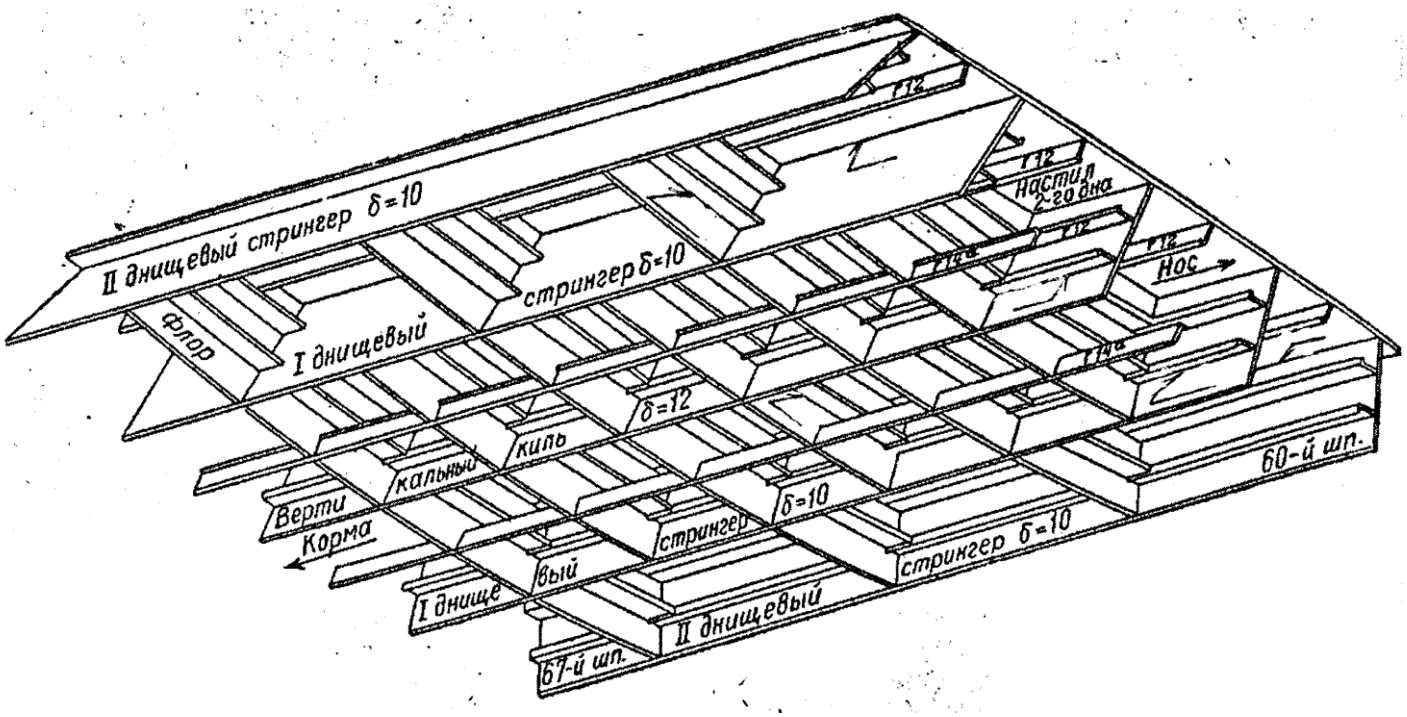


Днищевая секция в районе 70 - 72 шп.

Вариант 10

По аксонометрической проекции днищевой секции построить её орто- гональные проекции: вид сверху на настил второго дна, разрезы по вертикаль- ному килю, 1 днищевому стрингеру и по флору.

Проставить размеры и условные обозначения сварных швов.

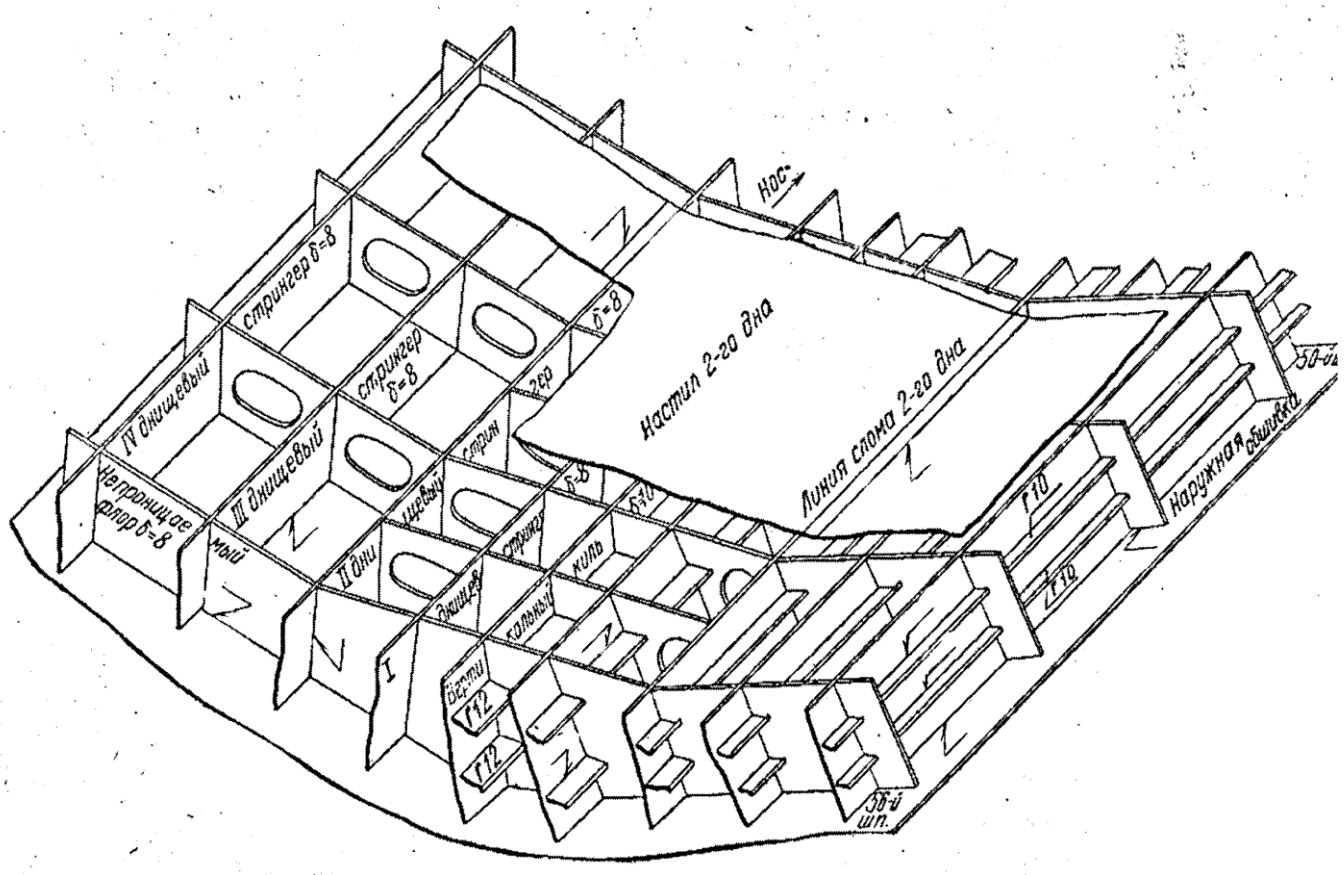


Днищевая секция в районе 60 - 67 шп.

Вариант 11

По аксонометрической проекции днищевой секции построить её орто- гональные проекции: вид сверху на наружную обшивку, разрезы по вертикаль- ному килю, по не проницаемому и проницаемому флору

Проставить размеры и условные обозначения сварных швов.

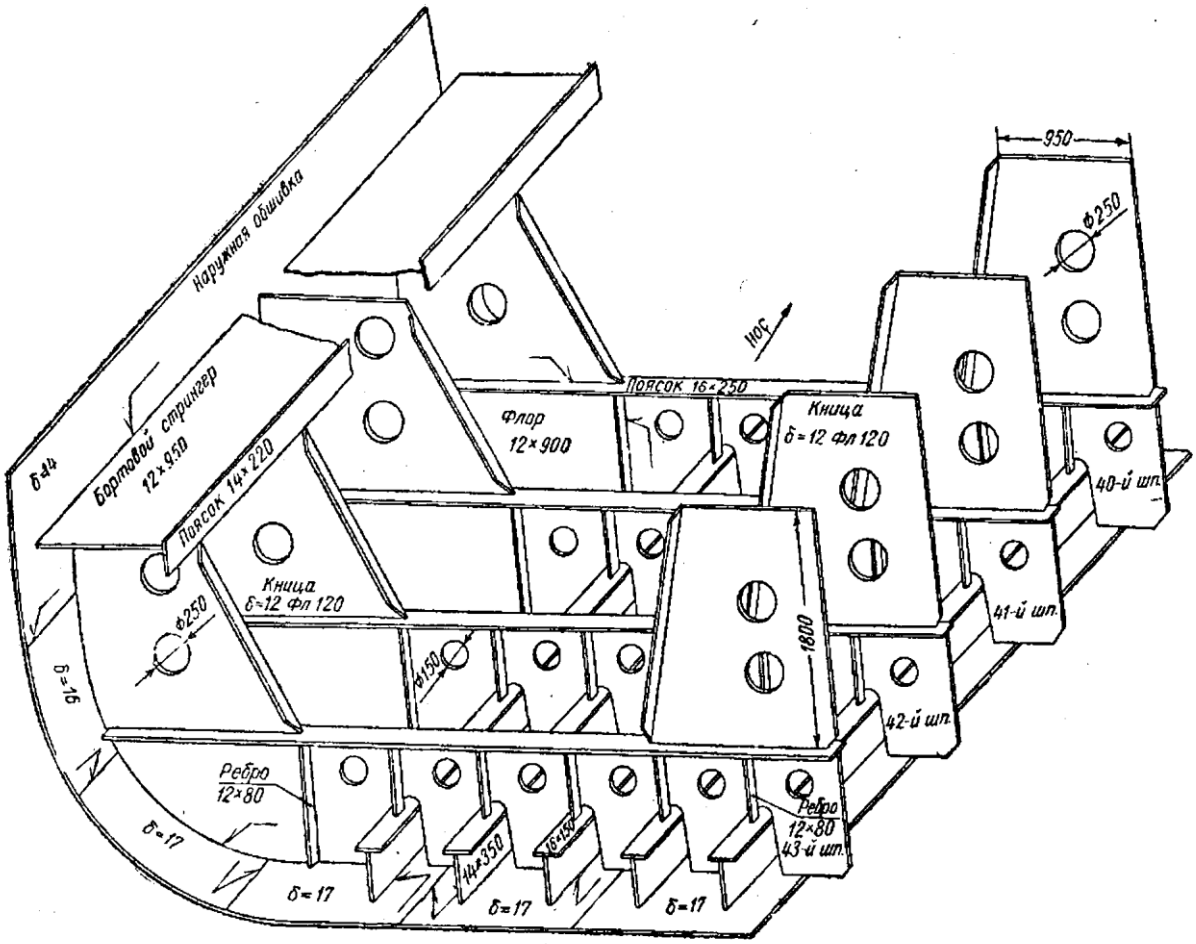


Днищевая секция в районе 50 – 56 шп.

Вариант 12

1 По аксонометрической проекции днищевой секции построить её орто- гональные проекции: вид на борт, вид сверху и разрез по шпангоуту.

Проставить размеры и условные обозначения сварных швов.



Днищевая секция танкера в районе 39 – 44 шп.

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

Колледж

О.В. Жижикина, Е.Н. Зацепина

КОНСТРУКТОРСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА В СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Раздел 3. Основы проектирования и конструирования судна

Методические указания к изучению курса и выполнению практических работ для студентов специальности 26.02.02 *«Судостроение»*
очная и заочная форма обучения

Петропавловск-Камчатский
2026 г.

Жижикина Ольга Викторовна
Зацепина Елена Николаевна

Конструкторская подготовка производства в судостроительной организации. Раздел 3. Основы проектирования и конструирования судна. Методические указания к изучению курса и выполнению практических работ для студентов специальности 26.02.02 «Судостроение» – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2026. – 26 с.

Методические указания к изучению курса и выполнению практических работ для студентов специальности 26.02.02 «Судостроение» составлены в соответствии с требованиями к освоению основной образовательной программы подготовки выпускников по специальности 26.02.02 «Судостроение» федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

© КамчатГТУ, 2026

© Жижикина О.В., 2026
Зацепина Е.Н., 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСА 4
2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА 4
3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА 8
3.1 Содержание лекционных занятий 8
3.2 Практические работы 10
4. ВОПРОСЫ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ 22
5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ 23

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСА
МДК 02.01. «Конструкторская подготовка производства судостроительной организации»

Курс предназначен для изучения студентами специальности 26.02.02 «Судостроение» и входит в профессиональный модуль ПМ.02 «Подготовка конструкторской документации по типовым методикам и инструкциям».

Этот курс направлен на формирование компетенций, необходимых для проектирования и разработки конструкторской документации судов и плавучих сооружений. По итогам освоения дисциплины студенты приобретают способность самостоятельно решать инженерно-технические задачи, грамотно оформлять проектную документацию и эффективно взаимодействовать с конструкторами и технологами судостроительных предприятий.

Курс состоит из трех разделов, каждый из которых включает лекционные и практические занятия. Итоговая аттестация проводится в форме зачета, дифференцированного зачета и экзамена.

2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА

Цель курса – формирование профессиональных компетенций студентов, позволяющих успешно осуществлять разработку конструкторской документации и организацию конструктивной подготовки производства на предприятиях судостроительной отрасли.

Основные задачи курса включают изучение:

– Освоение методов и приемов конструкторских работ применительно к специфике судостроительного производства.

– Формирование умения разрабатывать техническую документацию (чертежи, спецификации, расчеты).

– Овладение современными средствами автоматизированного проектирования (CAD-системы).

– Развитие навыков анализа требований заказчика и технических условий для изготовления продукции.

– Изучение процессов согласования технической документации внутри предприятия и с заказчиком.

В результате изучения междисциплинарного курса обучающийся должен:

иметь практический опыт:

– исполнения по типовым методикам теоретических расчетов под руководством ответственного исполнителя;

– оформления результатов теоретических расчетов;

– выполнения технических расчетов и расчетов экономической эффективности в соответствии с типовыми расчетами, программами и методиками;

– исполнения технических решений по проектированию деталей, узлов, конструкций с использованием средств автоматизации проектирования по отработанным прототипа;

– подбора типовой документации для разработки рабочей конструкторской и эксплуатационной документации;

– исполнения рабочей конструкторской документации под руководством ответственного исполнителя;

– выполнения необходимых изменений в чертежах сборочных единиц и деталей, схемах механизмов, монтажных чертежах по эскизным документам или с натуры под руководством ответственного исполнителя;

– деталировки сборочных чертежей под руководством ответственного исполнителя;

– исполнения корректировки по замечаниям о несоответствии элементов чертежей в конструкторской документации под руководством ответственного исполнителя.

уметь:

– распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части;

– определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы;

– выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;

– владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;

– оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);

– определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации;

– выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска;

– оценивать практическую значимость результатов поиска;

– применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;

– использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности;

– использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач;

– определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;

– применять современную научную профессиональную терминологию;

– определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования;

– выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи;

– определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности, выявлять источники финансирования;

– презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности;

– определять источники достоверной правовой информации;

– составлять различные правовые документы;

– находить интересные проектные идеи, грамотно их формулировать и документировать;

– оценивать жизнеспособность проектной идеи, составлять план проекта;

– организовывать работу коллектива и команды;

– взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности;

– грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;

– проявлять толерантность в рабочем коллективе;

– определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности;

– по специальности, осуществлять работу с соблюдением принципов бережливого производства;

– организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона;

– понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

– участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы;

– строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности;

– кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые);

– писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы;

– пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации;

– использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов;

– интерпретировать данные контрольно-измерительных приборов;
– использовать типовые методики для теоретических расчетов;
– выполнять деталировку сборочных чертежей;
– корректировать рабочую конструкторскую документацию с использованием средств автоматизации проектирования (далее - САПР) и других специальных программ.

знать:

– актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;
– структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;
– основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте;
– методы работы в профессиональной и смежных сферах;
– порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности;
– номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности;
– приемы структурирования информации;
– формат оформления результатов поиска информации;
– современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства;
– содержание актуальной нормативно-правовой документации;
– современная научная и профессиональная терминология;
– возможные траектории профессионального развития и самообразования;
– основы предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности;
– правила разработки презентации;
– основные этапы разработки и реализации проекта;
– психологические основы деятельности коллектива;
– психологические особенности личности;
– правила оформления документов;
– правила построения устных сообщений
– основные ресурсы, задействованные;
– в профессиональной деятельности;
– пути обеспечения ресурсосбережения;
– правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы;

– основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика);

– лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности;

– особенности произношения;

– правила чтения текстов профессиональной направленности;

– основные методы программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения;

– характеристики применяемых в конструируемых изделиях материалов;

– основы проведения патентных исследований;

– методы и средства выполнения технических расчетов, вычислительных и графических работ;

– порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения расчетов, подготовки документации в текстовом и числовом виде, поиска и хранения информации;

– технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям, принципы их работы, условия монтажа и технической эксплуатации;

– стандарты, технические условия и руководящие материалы на разрабатываемую техническую документацию, порядок ее оформления;

– технические регламенты, стандарты организации, регулирующие оформление проектно-конструкторской документации;

– порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения подготовки документации в текстовом и графическом виде, поиска и хранения информации.

3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

3.1 Содержание лекционных занятий

Раздел 3. Основы проектирования и конструирования корпуса судна

Тема 3.1. Конструирование корпуса судна по «Правилам Российского Морского Регистра Судоходства (РМРС)»

Основные положения Правил классификации и постройки морских судов, Российского речного регистра. Системы набора перекрытий. Выбор системы набора перекрытия. Шпация. Размеры шпации

Требования к судокорпусным сталям. Категории сталей. Ограничения Правил Регистра по выбору материала. Снижение металлоемкости конструкций. Учет коррозии. Расчетные характеристики материала

Внешние нагрузки, действующие на корпус судна

Тема 3.2. Проектирование и конструирование днищевой секции

Расчетные нагрузки на днище. Местная прочность двойного дна

Проектирование наружной обшивки днища. Определение и назначение наружной обшивки и настила второго дна. Нагрузка на наружную обшивку днища. Нагрузка на настил второго дна.

Толщина наружной обшивки днища. Поясья наружной обшивки и настила второго дна. Утолщенные поясья. Соединение листов обшивки. Балки набора.

Тема 3.3. Проектирование и конструирование бортовой секции

Расчетные нагрузки на бортовое перекрытие: Определение величин нагрузок, воздействующих на борт судна, включая гидростатическое давление, волновые нагрузки, ветер и бортовую качку.

Проектирование наружной обшивки борта: Выбор толщины и марки судостроительной стали, учет коррозионных воздействий, расчет коэффициентов прочности и долговечности.

Система набора и шпации: Анализ конструктивных особенностей бортовой секции, выбор оптимальной системы набора (поперечная, продольная или комбинированная), расчет расстояний между шпангоутами (шпации).

Размеры бортовых балок: Определение размеров шпангоутов, стрингеров и других элементов набора, расчет их прочности и устойчивости.

Тема 3.4. Проектирование и конструирование палубной секции

Нагрузки, действующие на палубные перекрытия: Оценка статических и динамических нагрузок, возникающих на палубах судна, включая собственный вес, полезную нагрузку, временные и особые нагрузки.

Настил палубы: Определение толщины настила палубы, выбор марок судостроительных сталей, расчет необходимой прочности и антикоррозионной защиты.

Определение размеров элементов палубных перекрытий: Расчет размеров балок набора палубы (бимсов, карлингсов), толщина настила, установка кронштейнов и рамных конструкций.

Тема 3.5. Проектирование и конструирование секций переборок

Нагрузки, действующие на переборки корпуса судна: Определение расчетных нагрузок, таких как внутреннее давление жидкости, механические напряжения, вызванные вибрацией и резонансом.

Проектирование переборок и полупереборок: Выбор типа переборок (водонепроницаемые, огнестойкие, легкие), разработка конструкции, расчет прочности и устойчивости.

Особенности проектирования переборок: Учет факторов прочности, удобства монтажа и демонтажа, соответствия нормам пожарной безопасности и водонепроницаемости.

3.2 Практические работы

Практическое занятие № 1

Тема: «Описание основных характеристик судна. Выбор и обоснование категории марки судостроительной стали»

Цель занятия:

Освоить навыки анализа и описания основных характеристик судна, а также научиться выбирать и обосновывать категорию марки судостроительной стали в соответствии с нормативными требованиями.

Задание:

1. Изучить техническую документацию и охарактеризовать основные параметры судна (длину, ширину, осадку, водоизмещение, скорость, мощность главных двигателей).
2. Подобрать и обосновать категорию марки судостроительной стали, руководствуясь требованиями нормативной документации (например, «Правила классификации и постройки морских судов»).
3. Составить отчет, содержащий описание характеристик судна и обоснование выбора марки стали.

Ход работы:

1. Получите исходные данные о судне и изучите техническую документацию.
2. Заполните таблицу основных характеристик судна.
3. Определите требования к судокорпусным сталям, исходя из условий эксплуатации судна.
4. Выберите и обосновайте категорию марки судостроительной стали.
5. Оформите отчет, включив в него описание характеристик судна и обоснование выбора марки стали.

Требования к оформлению итога лабораторной работы:

1. Отчет должен содержать заголовок, введение, основную часть и заключение.
2. В основной части укажите основные характеристики судна и мотивацию выбора марки стали.
3. Отчет оформите в соответствии с требованиями ГОСТ по оформлению технической документации.
4. Объем отчета — 3–4 страницы текста формата А4.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие основные характеристики судна влияют на выбор марки судостроительной стали?

2. Как классифицируются судокорпусные стали по областям применения?

3. Какие требования предъявляются к судокорпусным сталям по сопротивлению коррозии?

4. Какие нормативные документы регламентируют выбор марки судостроительной стали?

5. Каким образом выбор марки стали влияет на безопасность и долговечность судна?

Практическое занятие № 2

Тема: «Определение нормальной шпации и деление судна на отсеки»

Цель занятия:

Научиться правильно определять нормальную шпацию и выполнять деление судна на отсеки в соответствии с требованиями нормативной документации.

Задание:

1. Определить нормальную шпацию для заданного судна.

2. Выполнить деление судна на отсеки, руководствуясь нормативными требованиями.

3. Оформить отчет, содержащий результаты расчетов и выполненные чертежи.

Ход работы:

1. Получите исходные данные о судне (длина, ширина, осадка, водоизмещение, тип судна).

2. Воспользуйтесь нормативной документацией для определения нормальной шпации.

3. Выполните расчет нормальной шпации.

4. Разделите судно на отсеки, принимая во внимание требования по безопасности и сохранению плавучести.

5. Оформите отчет, включив в него расчет шпации и чертеж деления судна на отсеки.

Требования к оформлению итога практической работы:

1. Отчет должен содержать заголовок, введение, основную часть и заключение.

2. В основной части укажите расчет нормальной шпации и чертеж деления судна на отсеки.

3. Отчет оформите в соответствии с требованиями ГОСТ по оформлению технической документации.

4. Объем отчета — 3–4 страницы текста формата А4 плюс чертежи.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое нормальная шпация и как она определяется?

2. Какие нормативные документы регламентируют определение нормальной шпации?

3. Какие факторы влияют на выбор нормального шага шпации?

4. Какова роль деления судна на отсеки в обеспечении безопасности судна?

5. Какие требования предъявляются к количеству и размеру отсеков на судне?

Практическое занятие №3

Тема: «Определение нагрузки на днищевое перекрытие»

Цель занятия:

Освоить методику расчета нагрузок, действующих на днищевое перекрытие судна, и научиться определять его прочностные характеристики.

Задание:

1. Изучить исходные данные о судне и заданных параметрах нагрузки.

2. Выполнить расчет нагрузок на днищевое перекрытие.

3. Определить действующие усилия и напряжения в днищевом перекрытии.

4. Оформить отчет, содержащий расчетные данные и результаты анализа.

Ход работы:

1. Получите исходные данные о судне (длина, ширина, осадка, водоизмещение, тип судна, условия эксплуатации).

2. Определите действующие нагрузки на днищевое перекрытие (вес груза, оборудования, гидростатическое давление, волновое воздействие).

3. Рассчитайте напряжения и усилия в днищевом перекрытии, используя методы строительной механики.

4. Проверьте прочность днищевого перекрытия, сравнивая расчетные напряжения с допускаемыми значениями.

5. Оформите отчет, включив в него расчетные формулы, результаты вычислений и выводы.

Требования к оформлению итога практической работы:

1. Отчет должен содержать заголовок, введение, основную часть и заключение.

2. В основной части отразите расчет нагрузок, формулы и результаты вычислений.

3. Оформите отчет в соответствии с требованиями ГОСТ по оформлению технической документации.

4. Объем отчета — 3–4 страницы текста формата А4 плюс расчетные таблицы и схемы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие нагрузки действуют на днищевое перекрытие судна?

2. Как определить интенсивность нагрузок на днище?

3. Какие методы расчета напряжений используются при анализе днищевого перекрытия?

4. Какое влияние оказывает гидростатическое давление на днищевое перекрытие?

5. Какие нормативные документы регламентируют расчет прочности днищевого перекрытия?

Практическое занятие №4

Тема: «Определение толщины наружной обшивки днища, настила второго дна и размеров утолщённых поясьев»

Цель занятия:

Освоить методику расчета толщины наружной обшивки днища, настила второго дна и размеров утолщённых поясов днищевой конструкции судна.

Задание:

1. Определить толщину наружной обшивки днища и настила второго дна.

2. Рассчитать размеры утолщённых поясов днищевой конструкции.

3. Оформить отчет, содержащий результаты расчетов и обоснование принятых решений.

Ход работы:

1. Получите исходные данные о судне (длина, ширина, осадка, водоизмещение, тип судна, нагрузки на днище).

2. Определите расчетные нагрузки на днище (гидростатическое давление, вес оборудования, волновой удар).

3. Выполните расчет толщины наружной обшивки днища и настила второго дна, основываясь на критериях прочности и долговечности.

4. Рассчитайте размеры утолщённых поясов днищевой конструкции, учитывая требования по увеличению прочности и надежности.

5. Оформите отчет, включив в него расчетные формулы, результаты вычислений и обоснование принятых решений.

Требования к оформлению итога практической работы:

1. Отчет должен содержать заголовок, введение, основную часть и заключение.

2. В основной части отразите расчетные формулы, результаты вычислений и обоснования принятых решений.

3. Оформите отчет в соответствии с требованиями ГОСТ по оформлению технической документации.

4. Объем отчета — 3–4 страницы текста формата А4 плюс расчетные таблицы и схемы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие факторы влияют на выбор толщины наружной обшивки днища?

2. Как определить расчетные нагрузки на днище судна?

3. Какие методы расчета толщины обшивки днища используются в судостроении?

4. Какова роль утолщённых поясов в конструкции днища судна?

5. Какие нормативные документы регламентируют расчет толщины наружной обшивки и размеров утолщённых поясов?

Практическое занятие №5

Тема: «Определение размеров связей днищевого перекрытия по «Правилам…» Регистра»

Цель занятия:

Освоить методику расчета и выбора размеров связей днищевого перекрытия судна в соответствии с нормативными требованиями «Правил...» Регистра.

Задание:

1. Определить расчетные нагрузки на днищевое перекрытие.

2. Рассчитать и выбрать размеры связей днищевого перекрытия (шпангоутов, стрингеров, поясов, флоров и т.д.).

3. Оформить отчет, содержащий результаты расчетов и обоснование принятых решений.

Ход работы:

1. Получите исходные данные о судне (длина, ширина, осадка, водоизмещение, тип судна, условия эксплуатации).

2. Определите расчетные нагрузки на днищевое перекрытие (гидростатическое давление, вес оборудования, волновые нагрузки).

3. Выполните расчет размеров связей днищевого перекрытия, используя методы строительной механики и нормативные требования.

4. Проверьте прочность и устойчивость выбранных связей, сравнивая расчетные напряжения с допускаемыми значениями.

5. Оформите отчет, включив в него расчетные формулы, результаты вычислений и выводы.

Требования к оформлению итога практической работы:

1. Отчет должен содержать заголовок, введение, основную часть и заключение.

2. В основной части отразите расчетные формулы, результаты вычислений и обоснование принятых решений.

3. Оформите отчет в соответствии с требованиями ГОСТ по оформлению технической документации.

4. Объем отчета — 3–4 страницы текста формата А4 плюс расчетные таблицы и схемы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие нагрузки действуют на днищевое перекрытие судна?

2. Какие нормативные документы регламентируют расчет размеров связей днищевого перекрытия?

3. Какие методы расчета напряжений используются при анализе днищевого перекрытия?

4. Какова роль связей днищевого перекрытия в обеспечении прочности корпуса судна?

5. Какие факторы влияют на выбор размеров связей днищевого перекрытия?

Практическое занятие №6

Тема: «Определение нагрузки на бортовое перекрытие»

Цель занятия:

Освоить методику расчета нагрузок, действующих на бортовое перекрытие судна, и научиться определять его прочностные характеристики.

Задание:

1. Изучить исходные данные о судне и заданных параметрах нагрузки.
2. Выполнить расчет нагрузок на бортовое перекрытие.
3. Определить действующие усилия и напряжения в бортовом перекрытии.
4. Оформить отчет, содержащий расчетные данные и результаты анализа.

Ход работы:

1. Получите исходные данные о судне (длина, ширина, осадка, водоизмещение, тип судна, условия эксплуатации).
2. Определите действующие нагрузки на бортовое перекрытие (силы давления воды, ветер, волновые удары, бортовая качка).
3. Рассчитайте напряжения и усилия в бортовом перекрытии, используя методы строительной механики.
4. Проверьте прочность бортового перекрытия, сравнивая расчетные напряжения с допускаемыми значениями.
5. Оформите отчет, включив в него расчетные формулы, результаты вычислений и выводы.

Требования к оформлению итога практической работы:

1. Отчет должен содержать заголовок, введение, основную часть и заключение.
2. В основной части отразите расчет нагрузок, формулы и результаты вычислений.
3. Оформите отчет в соответствии с требованиями ГОСТ по оформлению технической документации.
4. Объем отчета — 3–4 страницы текста формата А4 плюс расчетные таблицы и схемы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие нагрузки действуют на бортовое перекрытие судна?
2. Как определить интенсивность нагрузок на борт судна?

3. Какие методы расчета напряжений используются при анализе бортового перекрытия?

4. Какое влияние оказывает волна и ветер на бортовое перекрытие?

5. Какие нормативные документы регламентируют расчет прочности бортового перекрытия?

Практическое занятие № 7

Тема: «Определение толщины обшивки наружного и внутреннего бортов и размеров утолщённых поясьев»

Цель занятия:

Освоить методику расчета толщины обшивки бортов судна и размеров утолщённых поясов, обеспечивающих прочность и надежность конструкции.

Задание:

1. Определить расчетные нагрузки на борта судна.

2. Рассчитать толщину наружной и внутренней обшивки бортов.

3. Определить размеры утолщённых поясов (утолщённые ленты, усиленные элементы) для повышения прочности конструкции.

4. Оформить отчет, содержащий результаты расчетов и обоснование принятых решений.

Ход работы:

1. Получите исходные данные о судне (длина, ширина, осадка, водоизмещение, тип судна, условия эксплуатации).

2. Определите расчетные нагрузки на борта судна (гидростатическое давление, волновое воздействие, ветер, ударные нагрузки).

3. Выполните расчет толщины наружной и внутренней обшивки бортов, используя нормативные требования и методы строительной механики.

4. Рассчитайте размеры утолщённых поясов, учитывая необходимость повышения прочности и устойчивости конструкции.

5. Оформите отчет, включив в него расчетные формулы, результаты вычислений и обоснование принятых решений.

Требования к оформлению итога практической работы:

1. Отчет должен содержать заголовок, введение, основную часть и заключение.

2. В основной части отразите расчетные формулы, результаты вычислений и обоснование принятых решений.

3. Оформите отчет в соответствии с требованиями ГОСТ по оформлению технической документации.

4. Объем отчета — 3–4 страницы текста формата А4 плюс расчетные таблицы и схемы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие нагрузки действуют на борта судна?

2. Как определить расчетные нагрузки на борта судна?

3. Какие методы расчета толщины обшивки бортов используются в судостроении?

4. Какова роль утолщённых поясов в конструкции бортов судна?

5. Какие нормативные документы регламентируют расчет толщины обшивки и размеров утолщённых поясов?

Практическое занятие № 8

Тема: «Определение размеров связей бортового перекрытия по «Правилам…» Регистра»

Цель занятия:

Освоить методику расчета и выбора размеров связей бортового перекрытия судна в соответствии с нормативными требованиями «Правил...» Регистра.

Задание:

1. Определить расчетные нагрузки на бортовое перекрытие.

2. Рассчитать и выбрать размеры связей бортового перекрытия (шпангоутов, стрингеров, поясов, флоров и т.д.).

3. Оформить отчет, содержащий результаты расчетов и обоснование принятых решений.

Ход работы:

1. Получите исходные данные о судне (длина, ширина, осадка, водоизмещение, тип судна, условия эксплуатации).

2. Определите расчетные нагрузки на бортовое перекрытие (гидростатическое давление, вес оборудования, волновые нагрузки).

3. Выполните расчет размеров связей бортового перекрытия, используя методы строительной механики и нормативные требования.

4. Проверьте прочность и устойчивость выбранных связей, сравнивая расчетные напряжения с допускаемыми значениями.

5. Оформите отчет, включив в него расчетные формулы, результаты вычислений и выводы.

Требования к оформлению итога практической работы:

1. Отчет должен содержать заголовок, введение, основную часть и заключение.

2. В основной части отразите расчетные формулы, результаты вычислений и обоснование принятых решений.

3. Оформите отчет в соответствии с требованиями ГОСТ по оформлению технической документации.

4. Объем отчета — 3–4 страницы текста формата А4 плюс расчетные таблицы и схемы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие нагрузки действуют на бортовое перекрытие судна?

2. Какие нормативные документы регламентируют расчет размеров связей бортового перекрытия?

3. Какие методы расчета напряжений используются при анализе бортового перекрытия?

4. Какова роль связей бортового перекрытия в обеспечении прочности корпуса судна?

5. Какие факторы влияют на выбор размеров связей бортового перекрытия?

Практическое занятие №9

Тема: «Определение нагрузки на палубное перекрытие»

Цель занятия:

Освоить методику расчета нагрузок, действующих на палубное перекрытие судна, и научиться определять его прочностные характеристики.

Задание:

1. Изучить исходные данные о судне и заданных параметрах нагрузки.
2. Выполнить расчет нагрузок на палубное перекрытие.
3. Определить действующие усилия и напряжения в палубном перекрытии.
4. Оформить отчет, содержащий расчетные данные и результаты анализа.

Ход работы:

1. Получите исходные данные о судне (длина, ширина, осадка, водоизмещение, тип судна, условия эксплуатации).
2. Определите действующие нагрузки на палубное перекрытие (вес груза, оборудования, людей, снеговые и ветровые нагрузки).
3. Рассчитайте напряжения и усилия в палубном перекрытии, используя методы строительной механики.
4. Проверьте прочность палубного перекрытия, сравнивая расчетные напряжения с допускаемыми значениями.
5. Оформите отчет, включив в него расчетные формулы, результаты вычислений и выводы.

Требования к оформлению итога практической работы:

1. Отчет должен содержать заголовок, введение, основную часть и заключение.
2. В основной части отразите расчет нагрузок, формулы и результаты вычислений.
3. Оформите отчет в соответствии с требованиями ГОСТ по оформлению технической документации.
4. Объем отчета — 3–4 страницы текста формата А4 плюс расчетные таблицы и схемы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие нагрузки действуют на палубное перекрытие судна?
2. Как определить интенсивность нагрузок на палубу судна?

3. Какие методы расчета напряжений используются при анализе палубного перекрытия?

4. Какое влияние оказывает снеговая и ветровая нагрузка на палубу?

5. Какие нормативные документы регламентируют расчет прочности палубного перекрытия?

Практическое занятие №10

Тема: «Определение толщины настила палубы и размеров утолщённых поясьев»

Цель занятия:

Освоить методику расчета толщины настила палубы и размеров утолщённых поясов палубного перекрытия судна в соответствии с нормативными требованиями.

Задание:

1. Определить расчетные нагрузки на палубное перекрытие.
2. Рассчитать толщину настила палубы.
3. Определить размеры утолщённых поясов палубного перекрытия.
4. Оформить отчет, содержащий результаты расчетов и обоснование принятых решений.

Ход работы:

1. Получите исходные данные о судне (длина, ширина, осадка, водоизмещение, тип судна, условия эксплуатации).
2. Определите расчетные нагрузки на палубное перекрытие (вес груза, оборудования, снега, ветра, сосредоточенные нагрузки).
3. Выполните расчет толщины настила палубы, используя нормативные требования и методы строительной механики.
4. Рассчитайте размеры утолщённых поясов палубного перекрытия, обеспечивающих повышение прочности и устойчивости конструкции.
5. Оформите отчет, включив в него расчетные формулы, результаты вычислений и обоснование принятых решений.

Требования к оформлению итога практической работы:

1. Отчет должен содержать заголовок, введение, основную часть и заключение.
2. В основной части отразите расчетные формулы, результаты вычислений и обоснование принятых решений.
3. Оформите отчет в соответствии с требованиями ГОСТ по оформлению технической документации.
4. Объем отчета — 3–4 страницы текста формата А4 плюс расчетные таблицы и схемы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие нагрузки действуют на палубное перекрытие судна?
2. Как определить расчетные нагрузки на палубу судна?

3. Какие методы расчета толщины настила палубы используются в судостроении?

4. Какова роль утолщённых поясов в конструкции палубы судна?

5. Какие нормативные документы регламентируют расчет толщины настила и размеров утолщённых поясов?

Практическое занятие № 11

Тема: «Определение размеров связей палубного перекрытия по «Правилам…» Регистра»

Цель занятия:

Освоить методику расчета и выбора размеров связей палубного перекрытия судна в соответствии с нормативными требованиями «Правил...» Регистра.

Задание:

1. Определить расчетные нагрузки на палубное перекрытие.

2. Рассчитать и выбрать размеры связей палубного перекрытия (шпангоутов, стрингеров, поясов, флоров и т.д.).

3. Оформить отчет, содержащий результаты расчетов и обоснование принятых решений.

Ход работы:

1. Получите исходные данные о судне (длина, ширина, осадка, водоизмещение, тип судна, условия эксплуатации).

2. Определите расчетные нагрузки на палубное перекрытие (вес груза, оборудования, волновые нагрузки, ветер).

3. Выполните расчет размеров связей палубного перекрытия, используя методы строительной механики и нормативные требования.

4. Проверьте прочность и устойчивость выбранных связей, сравнивая расчетные напряжения с допускаемыми значениями.

5. Оформите отчет, включив в него расчетные формулы, результаты вычислений и выводы.

Требования к оформлению итога практической работы:

1. Отчет должен содержать заголовок, введение, основную часть и заключение.

2. В основной части отразите расчетные формулы, результаты вычислений и обоснование принятых решений.

3. Оформите отчет в соответствии с требованиями ГОСТ по оформлению технической документации.

4. Объем отчета — 3–4 страницы текста формата А4 плюс расчетные таблицы и схемы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие нагрузки действуют на палубное перекрытие судна?

2. Какие нормативные документы регламентируют расчет размеров связей палубного перекрытия?

3. Какие методы расчета напряжений используются при анализе палубного перекрытия?

4. Какова роль связей палубного перекрытия в обеспечении прочности корпуса судна?

5. Какие факторы влияют на выбор размеров связей палубного перекрытия?

Практическое занятие № 12

Тема: «Определение нагрузки на поперечную переборку и толщины обшивки поперечной переборки. Определение размеров связей поперечной переборки по «Правилам…» Регистра»

Цель занятия:

Освоить методику расчета нагрузок, действующих на поперечную переборку судна, и научиться определять ее прочностные характеристики, а также подбирать размеры связей переборки в соответствии с нормативными требованиями.

Задание:

1. Определить расчетные нагрузки на поперечную переборку.

2. Рассчитать толщину обшивки поперечной переборки.

3. Определить размеры связей поперечной переборки (шпангоутов, распорок, балок и т.д.).

4. Оформить отчет, содержащий результаты расчетов и обоснование принятых решений.

Ход работы:

1. Получите исходные данные о судне (длина, ширина, осадка, водоизмещение, тип судна, условия эксплуатации).

2. Определите расчетные нагрузки на поперечную переборку (гидростатическое давление, динамические нагрузки, нагрузки от оборудования и т.д.).

3. Выполните расчет толщины обшивки поперечной переборки, используя нормативные требования и методы строительной механики.

4. Рассчитайте размеры связей поперечной переборки, обеспечивающих прочность и устойчивость конструкции.

5. Оформите отчет, включив в него расчетные формулы, результаты вычислений и обоснование принятых решений.

Требования к оформлению итога практической работы:

1. Отчет должен содержать заголовок, введение, основную часть и заключение.

2. В основной части отразите расчетные формулы, результаты вычислений и обоснование принятых решений.

3. Оформите отчет в соответствии с требованиями ГОСТ по оформлению технической документации.

4. Объем отчета — 3–4 страницы текста формата А4 плюс расчетные

таблицы и схемы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие нагрузки действуют на поперечную переборку судна?
2. Как определить расчетные нагрузки на поперечную переборку?
3. Какие методы расчета толщины обшивки переборки используются в судостроении?
4. Какова роль связей переборки в конструкции судна?
5. Какие нормативные документы регламентируют расчет размеров связей переборки?

4. ВОПРОСЫ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. Основные положения Правил классификации и постройки морских судов.
2. Системы набора перекрытий корпуса судна.
3. Выбор системы набора перекрытия корпуса судна.
4. Определение шпации и размеров шпации.
5. Требования к судокорпусным сталям.
6. Категории судокорпусных сталей.
7. Ограничения Правил Регистра по выбору материала.
8. Учет коррозии при проектировании корпуса судна.
9. Расчетные характеристики материала корпуса судна.
10. Внешние нагрузки, действующие на корпус судна.
11. Определение основных характеристик судна.
12. Выбор категории марки судостроительной стали.
13. Определение нормальной шпации и деления судна на отсеки.
14. Расчетные нагрузки на днище судна.
15. Местная прочность днищевого перекрытия.
16. Проектирование наружной обшивки днища.
17. Определение и назначение наружной обшивки и настила второго дна.
18. Нагрузка на наружную обшивку днища.
19. Нагрузка на настил второго дна.
20. Толщина наружной обшивки днища.
21. Поясья наружной обшивки и настила второго дна.
22. Утолщенные поясья днищевого перекрытия.
23. Соединение листов обшивки днищевого перекрытия.
24. Балки набора днищевого перекрытия.
25. Определение нагрузки на днищевое перекрытие.
26. Определение толщины наружной обшивки днища и настила второго дна.
27. Определение размеров связей днищевого перекрытия по Правилам Регистра.
28. Расчетные нагрузки на бортовое перекрытие.
29. Проектирование наружной обшивки борта.
30. Система набора и шпации бортового перекрытия.
31. Размеры бортовых балок.
32. Определение нагрузки на бортовое перекрытие.
33. Определение толщины обшивки наружного и внутреннего бортов.
34. Определение размеров утолщённых поясьев бортового перекрытия.
35. Определение размеров связей бортового перекрытия по Правилам Регистра.
36. Нагрузки, действующие на палубные перекрытия.
37. Настил палубы и определение размеров элементов палубных перекрытий.

38. Определение нагрузки на палубное перекрытие.
39. Определение толщины настила палубы и размеров утолщённых поясьев.
40. Определение размеров связей палубного перекрытия по Правилам Регистра.
41. Нагрузки, действующие на переборки корпуса судна.
42. Проектирование переборок и полупереборок.
43. Определение нагрузки на поперечную переборку.
44. Определение толщины обшивки поперечной переборки.
45. Определение размеров связей поперечной переборки по Правилам Регистра.
46. Снижение металлоёмкости конструкций корпуса судна.
47. Особенности проектирования корпусных конструкций.
48. Выбор расчетных нагрузок на корпус судна.
49. Методы оценки прочности корпусных конструкций.
50. Влияние внешних нагрузок на прочность корпуса судна.

5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ

Основная литература

1. Александров В. Л. Технология судостроения / Александров В. Л., Арью А. Р., Ганов Э. В., Догадин А. В., Лейзерман В. Ю., Роганов А. С., Соколова И. А., Щербинин П. И.; под общ. Ред. А. Д. Гармашева. – СПб: Профессия, 2023. – 342 с.

2. Аносов, А. П. Теория и устройство судна: конструкция специальных судов : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. П. Аносов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 182 с.

3. Власов, С. В. Технология судостроения. Организация судостроительного производства: учебное пособие / С. В. Власов. – Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. – 176 с. – ISBN 978-5-9729-1202-5. – Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROFобразование : [сайт]. – URL: https://profspo.ru/books/132892

4. Григорьев Я.Н., Шапиро В.М. Конструкция корпуса и основы строительной механики морских судов. - Л.: Судостроение

5. Жинкин В. Б. Теория и устройство корабля: учебник для среднего профессионального образования / В. Б. Жинкин. – 5-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 79 с.

6. Лазарев В.Н., Юношева Н.В. Проектирование конструкций судового корпуса и основы прочности судов. - Л.: Судостроение

7. Максимаджи А.И. Прочность морских транспортных судов. - Л.: Судостроение

Дополнительная литература

8. Бабецкий В.И. Механика: учебное пособие для среднего профессионального образования / В.И. Бабецкий, О.Н. Третьякова. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 178 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-05813-0. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/453941

9. Беляков Г.И. Охрана труда и техника безопасности: учебник для среднего профессионального образования / Г.И. Беляков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 404 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-00376-5. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/451139

10. Бурмистров Е.Г. Основы сварки и газотермических процессов в судостроении и судоремонте: учебник / Е.Г. Бурмистров. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 552 с. ISBN 978-5-8114-5234-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/reader/book/138176/#2

11. Давыдова С.В. Общее устройство и оборудование судов: учебное пособие / С.В. Давыдова, А.А. Кеслер. – Нижний Новгород: ВГУВТ, 2018. – 132 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/111603

12. Зяблов О.К. Автоматизированные системы технологической подготовки судостроительного производства: учебное пособие / О.К. Зяблов. – Нижний Новгород: ВГУВТ, 2017. – 96 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/111598

13. Карнаух Н.Н. Охрана труда: учебник для СПО [Электронный ресурс] /Н.Н. Карнаух. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 380 с. Режим доступа: https://biblio-online.ru/book/76C2FA2C-B137-4381-8012-09B1EB507776

14. Карнаух Н.Н. Охрана труда: учебник для среднего профессионального образования / Н.Н. Карнаух. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 380 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-02527-9. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/450689

15. Князьков В.В. Проектирование судов: учебное пособие / В.В. Князьков. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2018. – 228 с. – ISBN 978-5-6042086-5-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/151379

16. Козел, И.В. Организация, нормирование и оплата труда [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.В. Козел, Н.В. Воробьева, А.Р. Байчерова. – Электрон. дан. – Ставрополь: СтГАУ, 2025. – 96 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/82202.

17. Лапченко Е.В. Судостроительные материалы, Методические указания по выполнению практических работ для студентов специальности 26.02.02 «Судостроение» очной Формы обучения / сост.: Е.В. Лапченко; ФГБОУ ВО «КГМТУ» СМТ. – Керчь, 2017. – 40 с.

18. Маницын В.В. Технология технического обслуживания и ремонта судов: учебное пособие / В.В. Маницын. – Находка: Дальрыбвтуз, 2019. – 380 с. – ISBN 978-5-88871-732-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/156842

19. Маницын В.В. Технология технического обслуживания и ремонта судов: учебное пособие / В.В. Маницын. – Находка: Дальрыбвтуз, 2019. – 380

с. – ISBN 978-5-88871-732-5. –Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/156842

20. Радченко М.В. Сварочное производство. Введение в специальность: учебное пособие / М.В. Радченко, В.Г. Радченко, Т.Б. Радченко. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 240 с. – ISBN 978-5-8114-5143-2. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/143250

21. Черепахин А.А. Технология сварочных работ: учебник для среднего профессионального образования / А.А. Черепахин, В.М. Виноградов, Н.Ф. Шпунькин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 269 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-08456-6. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/453937

22. Шайдуллин М.Г. Технология изготовления судовых корпусных конструкций: учебное пособие / М.Г. Шайдуллин, П.Л. Спехов, Н.М. Семенова. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2019. – 93 с. – ISBN 978-5-502-01159-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/151384

23. Эксплуатационная прочность судов: учебник / Е.П. Бураковский, Ю.И. Нечаев, П.Е. Бураковский, В.П. Прохнич. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 404 с. – ISBN 978-5-8114-2676-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/97685

Нормативные и правовые документ:

21. ГОСТ 16037-80. Соединения сварные. Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры: издание официальное: веден в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24 апреля 1980 г. N 1876: дата введения 1981-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2005. – 50 с. - URL: http://docs.cntd.ru/document/1200001918

22. ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры: издание официальное: введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24.07.80 г. N 3827: дата введения 1981-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 89 с. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200004379

23. ГОСТ 8713-79. Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры: издание официальное: утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26.12.79 N 5047: дата введения 1981-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 48 с. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200004491

Интернет-ресурсы

24. Водный мир. https://vodnyimir.ru/

25. Лодочный портал. https://www.kateralodki.ru/

26. Морской сайт. http://seaman-sea.ru/teoriya-ustroystva-sudna/122-plavuchest.html
27. Отраслевой портал по судостроению, судоходству и судоремонту. https://www.korabel.ru/
28. Сайт о морских судах. https://seaships.ru/index.htm

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

Колледж

О.В. Жижикина, Е.Н. Зацепина

КОНСТРУКТОРСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА В СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Методические указания к курсовому проектированию для студентов специальности 26.02.02 *«Судостроение» очная и заочная форма обучения*

Петропавловск-Камчатский
2026 г.

Жижикина Ольга Викторовна

Конструкторская подготовка производства в судостроительной организации. Методические указания к курсовому проектированию для студентов специальности 26.02.02 «Судостроение» – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2026. – 52 с.

Методические указания к курсовому проектированию для студентов специальности 26.02.02 «Судостроение» составлены в соответствии с требованиями к освоению основной образовательной программы подготовки выпускников по специальности 26.02.02 «Судостроение» федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

© КамчатГТУ, 2026
© Жижикина О.В., 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
РАЗДЕЛ 1 ОПИСАНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СУДНА. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КАТЕГОРИИ МАРКИ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СТАЛИ 5
РАЗДЕЛ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАЛЬНОЙ ШПАЦИИ И ДЕЛЕНИЕ СУДНА НА ОТСЕКИ 8
РАЗДЕЛ 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК НА ПЕРЕКРЫТИЯ И ПАРАМЕТРОВ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ 11
3.1. Определение нагрузки на днищевое перекрытие 11
3.2 Определение толщины наружной обшивки днища, настила второго дна и размеров утолщённых поясьев 12
3.3 Определение размеров связей днищевого перекрытия по 16
«Правилам…» Регистра 16
3.4 Определение нагрузки на бортовое перекрытие 24
3.5 Определение толщины обшивки корпуса наружного и внутреннего бортов и размеров утолщенных поясьев 25
3.6 Определение размеров связей бортового перекрытия по «Правилам…» Регистра 27
3.7. Определение нагрузки на палубное перекрытие Определение толщины настила палубы и размеров утолщенных поясьев 32
3.8 Определение размеров связей палубного перекрытия по «Правилам…» Регистра 34
3.9 Определение нагрузки на поперечную переборку и толщины обшивки поперечной переборки. Определение размеров связей поперечной переборки по «Правилам…» Регистра 40
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 48
Приложение А 50
Приложение Б 52

ВВЕДЕНИЕ

Для овладения практическими навыками проверочного расчета и проектирования корпусных конструкций судна студенты специальности 26.02.02 «Судостроение» выполняют курсовую работу по МДК.02.01 «Конструкторская подготовка производства в судостроительной организации»

Целью курсовой работы является закрепление знаний по конструкции корпуса судна, формирование навыков работы с нормативной документацией и проверка усвоения навыков самостоятельного расчета и выбора корпусных конструкций и оценки нагрузок, действующих на корпусные конструкции судна.

Основным документом при выполнении курсовой работы являются Правила классификации и постройки морских судов. Часть 2 Корпус, РМРС.

Курсовая работа включает в себя основные разделы:

– Введение, в котором необходимо отразить цели и задачи выполнения курсовой работы.

– Раздел 1 Описание основных характеристик судна. Выбор и обоснование категории марки судостроительной стали;

– Раздел 2 Определение нормальной шпации и деление судна на отсеки;

– Раздел 3 Определение нагрузок на перекрытия и параметров корпусных конструкций;

– Заключение;

– Список использованной литературы.

Варианты для выполнения курсовой работы приведены в приложении Б. Вариант определяется порядковым номером в списочном составе группы, по журналу учебных занятий и закрепляется распоряжением директора колледжа.

Курсовая работа должна быть выполнена в установленные сроки и представлена на проверку заблаговременно. Выполненная курсовая работа сшивается в папку и сдается преподавателю на проверку. Студенты, правильно выполнившие курсовую работу допускаются к ее защите. По итогам защиты курсовой работы преподаватель выставляет оценку в зачетную книжку. Публичная защита курсовой работы проводится на зачетной неделе, согласно расписания учебных занятий.

Оформляется курсовая работа в соответствии с Методическими рекомендациями к выполнению письменных работ для курсантов (студентов) обучающихся по программам среднего профессионального образования.

РАЗДЕЛ 1 ОПИСАНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СУДНА. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КАТЕГОРИИ МАРКИ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СТАЛИ

Задание

На основании заданного типа судна и его главных размерений, используя различную техническую и специальную литературу, справочники, журналы, выбрать подходящий прототип проектируемого судна.

Используя основные данные прототипа, составить грамотное описание назначения судна, его основных характеристик, устройств, систем, энергетической установки.

Методические указания и порядок выполнения

Описание проектируемого судна выполняется технически грамотно, придерживаясь следующей схемы.

Тип судна, его назначение, род перевозимого груза, район плавания, класс Регистра.

Основные характеристики судна: главные размерения (длина, ширина, высота борта, осадка), водоизмещение, дедвейт, скорость хода, дальность плавания, количество членов экипажа и т. д.

Архитектура судна: форма обводов корпуса – штевней, линии палубы (наличие или отсутствие седловатости, погиби), килевой линии, количество и расположение надстроек (наличие или отсутствие бака, юта), рубок, расположение машинного отделения и т. д.

Материал корпуса судна (категория стали по Регистру, предел текучести стали, краткая характеристика химического состава, механических свойств стали), способ соединения листов обшивки, корпусных конструкций между собой.

Конструкция корпуса судна: системы набора перекрытий, оконечностей судна; количество поперечных переборок, водонепроницаемых отсеков; наличие двойного дна и двойных бортов; конструктивные особенности корпуса судна.

Судовые устройства: рулевое (тип руля и т. д.); якорное (тип якорей, вес, длина якорной цепи, якорная машина и т. д.); швартовное; грузовое (краны, стрелы и т. д.); буксирное; спасательное (шлюпки, шлюп-балки, плоты).

Энергетическая установка (тип главного двигателя, мощность, вспомогательная установка, судовая электростанция, размещение и т. д.).

Винто-рулевой комплекс (вид движителя, диаметр, материал гребного винта и т. д.), валопровод.

Судовые системы: трюмные, балластные, противопожарные, микроклимата, санитарные и т. д.

Оборудование судовых помещений, размещение экипажа.

Навигационное оборудование, средства связи.

Сигнально-отличительные огни.

Выбор материала для корпуса судна имеет важное значение, так как обеспечивает его успешную работу в самых сложных условиях и в течение длительного времени. Правильный выбор материала позволяет избежать опасных повреждений конструкций и уменьшить вероятность катастрофических аварий, а также их последствие исходя из возможных вариантов для всех конструкций принимаем судостроительную сталь повышенной прочности категории – А32.

Согласно Правилам Регистра данная марка стали имеет предел текучести $R_{ен}$=315 МПа. В качестве расчетных характеристик материала конструкции корпуса принимаются:

σ_n - расчетный нормативный предел текучести по нормальным напряжениям,

который рассчитывается по формуле:

$\sigma_n=235/\eta$, МПа, где

η - коэффициент использования механических свойств стали, определяемый в таблице Правил Регистра, η =0,78;

σ_n =235/0,78=301 МПа

τ_n - расчетный нормативный предел текучести по касательным напряжениям:

τ_n=0,57;

σ_n =0,57·301=171,5 МПа.

Описание характеристик стали

Химический состав и механические свойства стали.

Химический состав и механические стали повышенной прочности определяются по таблице:

– раскисление – спокойная;

– состояние поставки – с термомеханической обработкой (ТМ);

Химический состав – (см. табл.1)

Таблица 1 – Химический состав в процентах (%)

Название	**%**	**Название**	**%**	**Название**	**%**
C_{max}	0,18	Cu_{max}	0,35	N_{max}	0,008
Mn	0,90-1,60	Cr_{max}	0,2	A_{smax}	0.08
Si	0.15-0,5	Ni_{max}	0,4		
P_{max}	0,035	Mo_{max}	0,08		
S_{max}	0,035	Al	0,06		

Прокат, ГОСТ 5521-93

Механические свойства при растяжении:

– временное сопротивление Rm, 440 –590(МПа);

– предел текучести Reн, 315(МПа);
– относительное удлинение А5, 22 (%);
– испытания на ударный изгиб (t_0 испытания, -300С):
– работа удара для продольных образцов,31 (Дж);
– работа удара для поперечных образцов,22(Дж);
– минимальное относительное удлинение при испытаниях на растяжение стандартных образцов полной толщины от 10 до 30 мм находится в пределах (17 – 20) %.

РАЗДЕЛ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАЛЬНОЙ ШПАЦИИ И ДЕЛЕНИЕ СУДНА НА ОТСЕКИ

Задание

Определить нормальную шпацию a_0.

Определить длину форпика, ахтерпика, машинного отделения.

Определить суммарную длину грузовых отсеков, длину одного грузового отсека, количество грузовых отсеков.

Выполнить проверочный расчет длины судна, начертить схему деления корпуса судна на отсеки с указанием длин отсеков и номеров шпангоутов.

Сделать вывод о проделанной работе, составить таблицу и начертить схему деления корпуса судна на отсеки с указанием длины отсека и номеров шпангоутов.

Методические указания и порядок выполнения работы

Определение нормальной шпации

Шпация – расстояние между балками основного набора, принимаемое исходя из нормальной шпации $\boldsymbol{a_0}$, м, определяемой по [5, ф. 1.1.3]

$$\boldsymbol{a_0=0{,}002\cdot L+0{,}48}, \quad (1)$$

где L – длина судна между перпендикулярами, м.

Размер нормальной шпации $\boldsymbol{a_0}$, вычисленный по формуле (1), округляется до ближайшей стандартной величины (например: 0,5, 0,55, 0,6…1,0 м). Возможно отклонение ±25% от расчётной величины. Во всех случаях шпация основного набора не должна превышать 1 м.

Расстояние между рамным набором $\boldsymbol{l}$, м (флорами, рамными бимсами, рамными шпангоутами) принимается равным

$$\boldsymbol{l=(3\ldots4)\cdot a_0} \quad (2)$$

В форпике и ахтерпике шпация должна быть не более 0,6 м согласно [5, 1.1.3].

Принимается $a_ф=a_{ахт}=0{,}6$ м

Определение длины форпика

Согласно [5, 1.1.6.2-1] форпиковая переборка должна располагаться от носового перпендикуляра на расстоянии не менее 5% и не более 8% длины судна

$$\boldsymbol{l_ф=(0{,}05\ldots0{,}08)\cdot L}, \text{ м} \quad (3)$$

Количество шпаций в форпике

$$\boldsymbol{n_ф=l_ф/a_ф}\ , \quad (4)$$

где $a_ф$ – длина шпации в форпике, м.

Количество шпаций округляется до ближайшего целого числа.

$$\boldsymbol{l_ф=a_ф\cdot n_ф}, \text{ м} \quad (5)$$

Определение длины ахтерпика

Ахтерпиковая переборка должна располагаться от кормового перпендикуляра на расстоянии не менее 4% и не более 6% длины судна

$$l_{axm}=(0,04…0,06)\cdot L, \text{ м} \quad (6)$$

Количество шпаций в ахтерпике

$$n_{axm}=l_{axm}/\ a_{axt} \quad (7)$$

где a_{axm}– длина шпации в ахтерпике, м.

Количество шпаций округляется до ближайшего целого числа.

$$l_{axm}=a_{axm}\cdot n_{axm}, \text{ м} \quad (8)$$

Длина машинного отделения определяется по формуле

$$l_{мо}=(0,15…0,18)\cdot L, \text{ м} \quad (9)$$

Количество шпаций в машинном отделении

$$n_{мо}=l_{мо}/\ a_0 \quad (10)$$

Количество шпаций округляется до ближайшего целого числа.

$$l_{мо}=a_0\cdot n_{мо}, \text{ м} \quad (11)$$

Длина машинного отделения принимается кратной a_0 и $l=(3…4)a_0$, м.

Определение суммарной длины грузовых отсеков

Суммарная длина грузовых отсеков $\sum l_{г.о}$, м, определяется по формуле

$$\sum l_{г.о.}=L-(l_ф+l_{axm}+l_{мо}) \quad (12)$$

Определение длины грузового отсека

Длина грузового отсека $l_{г.о}$,м, должна быть в пределах 10…20% длины судна.

$$l_{г.о}=(0,1…0,2)\cdot L \quad (13)$$

Количество грузовых отсеков $n_{г.о}$, шт, определяется по формуле

$$n_{г.о.}=\sum l_{г.о.}/\ l_{г.о.} \quad (14)$$

Принимается целое число грузовых отсеков.

$$l_{г.о.}=\sum l_{г.о}\ /\ n_{г.о} \quad (15)$$

Длина грузового отсека принимается кратной принятой a_0 и $l=(3…4)\cdot a_0$.

Проверочный расчет длины судна

Остаток ΔL, м, должен быть равен нулю.

$$\Delta L=L-(l_ф+l_{axm}+l_{мо}+\sum l_{г.о.})=0 \quad (16)$$

Если это равенство не соблюдается, то остаток распределяется по отсекам, т.е. увеличивается или уменьшается длина отсека на одну или несколько шпаций и вновь выполняется проверочный расчёт длины судна.

Вывод:

составить таблицу 1 Деление корпуса судна на отсеки;

начертить схему деления корпуса судна на отсеки (рис. 1) с указанием длины отсека и номеров шпангоутов.

В качестве примера в таблице 1 и на рисунке 1 приведена схема деления на отсеки корпуса судна длиной 126 м.

Таблица 1 - Деление корпуса судна на отсеки

Наименование отсека	Длина отсека	Количество шпаций, размер шпаций	Номер шпангоута
Форпик			0…13
Ахтерпик			153…163
Машинное отделение			125…153
Грузовые отсеки			13…125
Трюм №1			13…29
Трюм №2			29…45
Трюм №3			45…61
Трюм №4			61…77
Трюм №5			77…93
Трюм №6			93…109
Трюм №7			109…125

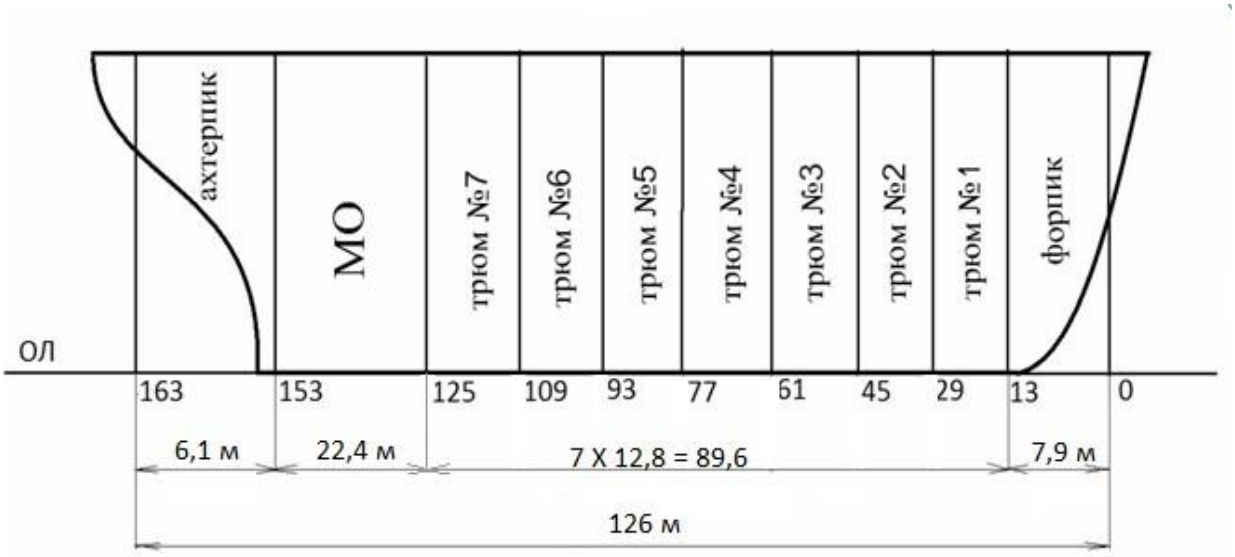


Рисунок 1- Схема деления корпуса судна на отсеки

РАЗДЕЛ 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК НА ПЕРЕКРЫТИЯ И ПАРАМЕТРОВ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

3.1. Определение нагрузки на днищевое перекрытие

Задание

Определить расчётную нагрузку на наружную обшивку днища судна.

Определить расчётную нагрузку на настил второго дна.

Сделать вывод о проделанной работе.

Методические указания и порядок выполнения работы

Определение расчётной нагрузки на наружную обшивку днища

Расчётное давление p, кПа, действующее на корпус судна со стороны моря

для точек приложения нагрузок, расположенных ниже летней грузовой ватерлинии, определяется по формуле:

$$\mathbf{p=p_{st}+p_w} \quad (17)$$

где $\mathbf{p_{st}}$ – расчетное статическое давление, кПа;

$\mathbf{p_w}$ – расчетное волновое давление, кПа.

$$\mathbf{p_{st}=10\cdot z_i} \quad (18)$$

где $\mathbf{z_i}$ – отстояние точки приложения нагрузки от летней грузовой ватерлинии, м.

Для наружной обшивки днища $\mathbf{z_i=d}$

где **d** – осадка судна, м.

Расчетное волновое давление p_w, кПа, обусловленное перемещениями корпуса относительно профиля волны, для точек приложения нагрузок, расположенных ниже летней грузовой ватерлинии, определяется по формуле

$$\mathbf{p_w=p_{w0}-1{,}5\cdot c_w\cdot z_i/d} \quad (19)$$

где $\mathbf{p_{w0}=5\cdot c_w\cdot a_v\, a_x}$ (20)

$\mathbf{c_w}$ – волновой коэффициент, зависящий от длины судна.

Для судов неограниченного района плавания $\mathbf{c_w}$ определяется по формуле

$$c_w=0{,}0856\cdot L \text{ при } L\leq 90\text{м}$$

$$\mathbf{c_w=10{,}75-((300-L)/100))^{3/2}} \text{ при } 90<L<300\text{м}$$

$$\mathbf{c_w=10{,}75} \text{ при} 300\leq L\leq 350\text{м} \quad (21)$$

Для судов ограниченного района плавания коэффициент $\mathbf{c_w}$ должен быть умножен на редукционный коэффициент, определяемый по таблице 2.

Таблица 2 - Значения редукционного коэффициента

Район плавания	φ_r
I	1
II	$1{,}25-0{,}25L\cdot 10^{-2}\leqslant 1$
IICП	$1{,}0-0{,}20L\cdot 10^{-2}$
IIICП	$0{,}86-0{,}18L\cdot 10^{-2}$
III	$0{,}75-0{,}18L\cdot 10^{-2}$

a_v и a_x – коэффициенты, учитывающие влияние скорости, длины судна и положение рассматриваемого сечения.

Произведение $a_v a_x$ принимается не менее 0,6.

Определение расчётной нагрузки на настил второго дна

Расчётное давление p, кПа, на конструкции двойного дна определяется по формуле 17. При этом:

для настила второго дна $z_i = d - h_{вк}$, м,

где $h_{вк}$ – высота вертикального киля, м, определяемая по формуле

$$h_{в.к} = (L-40)/570 + 0{,}04 \cdot B + 3{,}5 \cdot (d/L) \quad (22)$$

где L, B – длина и ширина судна, м;

p_w – определяется согласно.

Если $p_{st} > p_w$, то при определении давления на конструкции двойного дна изнутри надо учитывать противодавление от штучного, навалочного и жидкого груза с учетом сил инерции – согласно [5, 1.3.4.1], при этом $p_г \geq 20$кПа.

Суммарное расчётное давление на двойное дно определяется как разность внешнего давления, **p,** кПа, и давления груза изнутри, $p_г$, кПа, согласно [5, 2.4.3.3].

$$p_{2дн.} = p - p_г \quad (23)$$

Если трюм в процессе эксплуатации может оставаться пустым, за расчётное должно приниматься внешнее давление **p**, кПа.

Вывод:

Указать величину расчётной нагрузки на наружную обшивку днища и настил второго дна.

3.2 Определение толщины наружной обшивки днища, настила второго дна и размеров утолщённых поясьев

Задание

1. Определить толщину наружной обшивки днища.
2. Определить толщину настила второго дна.
3. Определить размеры утолщённых поясьев наружной обшивки днища и настила второго дна.
4. Сделать вывод о проделанной работе, составить таблицу и начертить схему поперечного сечения корпуса судна с указанием размеров утолщённых поясьев наружной обшивки днища и настила второго дна.

Методические указания и порядок выполнения работы

Определение толщины наружной обшивки днища

Толщина листов наружной обшивки днища $S_{дн.}$, мм, загруженных поперечной нагрузкой, должна быть не менее определяемой по [5, ф. 1.6.4.4], в которой первое слагаемое – расчетная толщина обшивки, второе слагаемое

– надбавка к толщине на износ и коррозию

$$S_{дн.}=m\cdot a\cdot k\cdot\sqrt{(p/k_{\sigma}\cdot\sigma_{n})}+\Delta s \quad (24)$$

где m – коэффициент изгибающего момента;

m=15,8 [5, 2.2.4.1];

$a=a_0$ – шпация, м;

k – коэффициент, зависящий от отношения сторон опорного контура пластины;

k=1,2-0,5a/b, но не более единицы, (принимается k=1);

p – расчетная нагрузка на наружную обшивку днища, кПа, определённая по формуле 17;

k_{σ} – коэффициент допускаемых напряжений;

k_{σ}=0,6 в средней части судна при продольной и поперечной системах набора, согласно [5, 2.4.4.1];

σ_n – расчетный нормативный предел текучести по нормальным напряжениям, МПа, определяемый по [5, ф. 1.1.4.3]

$$\sigma_n=235/\eta, \quad (25)$$

где η – коэффициент использования механических свойств стали, определяемый по таблице 3, [5, табл. 1.1.4.3]

Таблица 3 - Коэффициент η, [5, табл. 1.1.4.3]

R_{eH}	235	315	355	390
η	1,0	0,78	0,72	0,68

ΔS – запас на износ, мм, определяемый по [5, ф. 1.1.5.1]

$$\Delta S=U(T-12) \quad (26)$$

где U – среднегодовое уменьшение толщины связи, мм/год, согласно [5, табл.1.1.5.2, п.3.2] (смотри Приложение А);

T – продолжительность эксплуатации судна, год;

T=24 года.

Проектная толщина листов наружной обшивки днища, определённая по

[5, 1.6.4.4], формула 24 должна быть не менее минимальной толщины s_{min}, мм, определяемой по [5, ф. 2.2.4.8]

$$S_{min}=3,1+0,12\cdot L \text{ при } L<30м \quad (27)$$

$$S_{min}=(5,5+0,04\cdot L)\cdot\sqrt{\eta} \text{ при } L\geq 30м \quad (28)$$

Определение толщины настила второго дна

Толщина листов настила второго дна $S_{2дн}$, мм, должна быть не менее определяемой по [5, ф. 1.6.4.4], формула 24.

$$S_{2дн.}=m\cdot a\cdot k\cdot\sqrt{(p/k_\sigma\cdot\sigma_n)}+\Delta s$$

где m=15,8 согласно [5, 2.4.4.4-1];

p – расчетная нагрузка на настил второго дна, кПа, определённая по формуле 17;

k_σ=0,8 – в средней части судна при продольной и поперечной системах набора, согласно [5, 2.4.4.4-1];

U – согласно [5, табл.1.1.5.2, п. 4.1] (смотри Приложение А).

В любом случае толщина настила второго дна должна быть не менее минимальной толщины s_{min}, мм, определяемой по [5, ф. 2.4.4.4.2]

$$S_{min}=(3,8+0,05\cdot L)\cdot\sqrt{\eta}\ \text{ при } L<80\text{м} \quad (29)$$

$$S_{min}=(5+0,035\cdot L)\cdot\sqrt{\eta}\ \text{ при } L\geq 80\text{м} \quad (30)$$

При L>260м, принимается L=260м.

Для наливных судов S_{min}, мм, определяется по [5, ф. 3.5.4]

$$S_{min}=5,5+0,035\cdot L\ \text{ при } L<80\text{м} \quad (31)$$

$$S_{min}=6,7+0,02\cdot L\ \text{ при } L\geq 80\text{м} \quad (32)$$

Во всех случаях минимальная толщина настила второго дна должна быть не менее 5,5мм.

В машинном отделении и в трюмах под грузовыми люками при отсутствии деревянного настила S_{min} должна быть увеличена на 2мм.

Определение размеров утолщённых поясьев наружной обшивки днища и настила второго дна

Толщина наружной обшивки днища и настила второго дна не везде одинакова, т.к. в разных районах корпуса действуют различные по величине усилия, некоторые районы наиболее подвержены коррозии и труднодоступны для ухода и покрытия защитными красками. Поэтому некоторые поясья выполняют утолщенными: горизонтальный киль, скуловой пояс, средний и крайний междудонные поясья.

Ширина утолщённых поясьев определяется по формулам Регистра, толщина этих поясьев должна быть на 1…2 мм больше толщины смежных поясьев наружной обшивки днища и настила второго дна.

Определение размеров горизонтального киля

Ширина горизонтального киля b_k, мм, должна быть не менее определяемой по [5, ф. 2.2.4.4]

$$b_k=800+5\cdot L\leq 2000 \quad (33)$$

Ширину горизонтального киля необходимо принимать окончательно равной стандартной ширине листа, но с учётом размера шпации (т.е. чтобы расстояние между балками основного набора днища и пазом горизонтального киля было не менее 150 мм).

Толщина горизонтального киля $S_{гк}$, мм, должна быть на 2мм больше толщины обшивки днища

$$S_{гк}=S_{дн}+2 \quad (34)$$

Определение размеров скулового пояса

При постройке судна *скуловой пояс* подвергается гибке, а при эксплуатации - значительно большему, чем листы днища, износу и коррозии, поэтому его толщину $S_{ск.п.}$, мм, рекомендуется увеличивать на 1…2 мм по сравнению с толщиной наружной обшивки днища.

Ширина скулового пояса $b_{ск.п.}$, мм, должна выбираться стандартной, учитывая следующее: по борту паз должен располагаться на 200…400 мм выше настила второго дна, по днищу – паз не должен попадать на кривизну.

Определение размеров среднего междудонного пояса

Для повышения прочности килевой балки средний междудонный пояс, установленный симметрично ДП, делают утолщенным по сравнению с остальными поясьями настила второго дна.

Ширина среднего междудонного пояса $b_{с.м.п.}$, мм, должна быть не менее определяемой по формуле 33.

Ширину среднего междудонного пояса необходимо принимать окончательно равной стандартной ширине листа, но с учётом размера шпации (т.е. чтобы расстояние между балками основного набора второго дна и пазом среднего междудонного пояса было не менее 150 мм).

Толщину среднего междудонного пояса $S_{с.м.п.}$, мм, рекомендуется увеличивать на 1…2 мм по сравнению с толщиной настила второго дна.

Определение размеров крайнего междудонного пояса

Крайний междудонный пояс, примыкающий к борту в районе скулы, также делают утолщенным. К нему присоединяют скуловые кницы.

Ширину крайнего междудонного пояса $b_{к.м.п.}$, мм, рекомендуется принимать равной стандартной ширине листа, но с учётом ширины двойного борта (т.е на 150…200 мм больше ширины двойного борта, а ширина двойного борта, как правило, принимается равной двум нормальным шпациям $2 \cdot a_0$).

После определения ширины двойного борта необходимо уточнить ширину крайнего междудонного пояса $b_{к.м.п.}$, мм.

Толщину крайнего междудонного пояса $S_{к.м.п.}$, мм, рекомендуется увеличивать на 1…2 мм по сравнению с толщиной настила второго дна.

Вывод:

– заполнить таблицу 4 Размеры поясьев обшивки днища и второго дна;

– начертить схему поперечного сечения корпуса судна с указанием размеров утолщённых поясьев наружной обшивки днища и настила второго дна.

Таблица 4 -Размеры поясьев обшивки днища и второго дна

Позиция	Наименование пояса	Толщина пояса, мм	Ширина пояса, мм
1	Горизонтальный киль		
2	Наружная обшивка днища		
3	Скуловой пояс		
4	Крайний междудонный пояс		
5	Настил второго дна		
6	Средний междудонный пояс		

3.3 Определение размеров связей днищевого перекрытия по «Правилам…» Регистра

Задание

Распределить продольные балки набора по ширине судна.

Определить минимальную толщину элементов конструкции внутри двойного дна.

Определить толщину вертикального киля.

Определить толщину флоров, стрингеров.

Определить размеры бракет и вырезов во флорах.

Определить размеры продольных балок основного набора по днищу и второму дну.

Определить подкрепляющие рёбра жёсткости продольных рамных балок.

Определить подкрепляющие рёбра жёсткости сплошных флоров.

Сделать вывод о проделанной работе, составить таблицу и начертить схему поперечного сечения корпуса судна с указанием размеров связей днищевого перекрытия.

Методические указания и порядок выполнения работы

Распределение продольных балок набора по ширине судна

Указать систему набора днищевого перекрытия.

Количество шпаций на половине ширины судна определяется по формуле

$$n=B/2:a_0 \qquad (35)$$

где B – ширина судна, м;

a_0 - шпация, м.

Расстояние между днищевыми стрингерами, между стрингером и вертикальным килем не должно превышать 5м при продольной системе набора и 4,2м – при поперечной системе набора [5, 2.4.2.4].

Согласно [5, 2.4.2.8] при наличии двойного борта в плоскости обшивки внутреннего борта должен быть установлен днищевой стрингер.

Определение размеров связей днищевых конструкций

Определение минимальной толщины элементов конструкции внутри

двойного дна

Внутри двойного дна элементы конструкции, включая балки основного набора, рёбра жёсткости, кницы и т. д. должны иметь толщину, мм, не менее определяемой по формуле [5, 2.4.4.9]

$S_{min}=0,045\cdot L+3,9$ при L<80м (36)

$S_{min}=0,025\cdot L+5,5$ при L≥80м (37)

$S_{min,}$ вертикального киля должна быть увеличена на 1,5мм.

Определение толщины вертикального киля

Толщина вертикального киля $S_{вк}$, мм, должна быть не менее определенной по [5, ф. 2.4.4.2.1]

$S_{вк}=\alpha_к\cdot h\cdot(h/h_ф)\cdot\sqrt{\eta}+\Delta s$ (38)

где $\alpha_к=0,03\cdot L+8,3$, но не более 11,2 согласно [5, 2.4.4.2.1] (39)

h – требуемая согласно [5, ф. 2.4.4.1] высота вертикального киля, м;

$h_ф$ – фактическая (принятая) высота вертикального киля, м;

η– согласно таблице 3, [5, табл.1.1.4.3];

Δs– согласно [5, ф. 1.1.5.1], (26).

U – согласно [5, табл.1.1.5.2, п. 8.1] (смотри Приложение А).

Сравнить значения $S_{вк}$ и $S_{min\ вк}$ и принять наибольшее, округлив его до целого числа. Толщина вертикального киля должна быть на 1мм больше толщины сплошного флора.

Определение толщины флоров

Определение минимальной толщины сплошных флоров Минимальная толщина сплошных флоро S_{min}, мм, определяется по [5, ф. 2.4.4.3.2-1, ф. 2.4.4.3.2-2]

$S_{min}=0,035\cdot L+5$ при поперечной системе набора (40)

$S_{min}=0,035\cdot L+6$ при продольной системе набора (41)

Определение толщины сплошных проницаемых флоров

Толщина сплошных проницаемых флоров $S_{п.ф}$, мм, должна быть не менее определяемой по [5, ф. 2.4.4.3-1]

$S_{п.ф.}=\alpha\cdot k\cdot a\cdot\sqrt{\eta}+\Delta s$ (42)

где α=0,12·L-1,1, но не более 6,5 - при поперечной системе набора (43)

α=0,023·L+5,8 при продольной системе набора (44)

$k=k_1\cdot k_2$ (45)

k_1 *и* k_2 – коэффициенты, определяемые по таблицам (5, 6), [5, табл. 2.4.4.3-1

и 2.4.4.3-2]

Таблица 3.5 Коэффициент k_1

Система набора	Число стрингеров на один борт			
	0	1	2	3 и более
Поперечная	1	0,97	0,93	0,88
Продольная	1	0,93	0,86	0,80

Таблица 3.6- Коэффициент k_2

Система набора	$a_ф/a$				
	1	2	3	4	5
Поперечная	1	1,15	1,20	1,25	1,30
Продольная	—	1,25	1,45	1,65	1,85
Условные обозначения: $a_ф$ — расстояние между сплошными флорами, м; a — шпация, м.					

a – расстояние между рёбрами жёсткости, м, но не более фактической высоты двойного дна $(a=a_0)$.

Сравнить значения $S_{n.ф.}$ и S_{min} и принять наибольшее, округлив его до целого числа.

Расстояние между сплошными флорами принять равным 3…4·шпациям.

Толщина стрингеров должна быть не менее толщины сплошных флоров.

Определение толщины непроницаемых флоров

Толщина непроницаемых флоров $S_{н.ф}$ мм, должна быть не менее определяемой по [5, ф. 1.6.4.4] формуле (24). При этом:

p – нагрузка на уровне середины высоты флора, кПа, согласно [5, ф. 1.3.4.2-5]

$$p=p_r=\rho_{r\cdot}\cdot g\cdot z_i+p_к \quad (46)$$

где $\rho_г$ – плотность груза, балласта или топлива, т/м^3;

$\rho_г$=1,025т/м^3 (балласт – морская вода);

g - ускорение свободного падения, м/с^2; g=9,98 м/с^2;

z_i – отстояние рассматриваемой связи от уровня палубы, м;

$$z_i=D-h_{в.к}/2 \quad (47)$$

$p_к$ – давление, кПа, на которое отрегулирован предохранительный клапан, но не менее 15 кПа для балластных цистерн сухогрузных судов и цистерн пресной воды, 25 кПа - для танков наливных судов и цистерн топлива и масла;

k_σ=0,85 согласно [5, 2.4.4.3-3].

Сравнить значения $S_{н.ф.}$ и S_{min} и принять наибольшее, округлив его до целого числа.

Во всех случаях толщина непроницаемых флоров должна быть не менее требуемой для сплошных флоров в данном районе судна.

Размеры бракет.

Дополнительно вертикальный киль подкрепляют с каждого борта поперечными доковыми бракетами, расположенными одна от другой или от флора на расстоянии не более 1,2 м. По ширине эти бракеты имеют размер

одной шпации и соединяются с ближайшими к вертикальному килю парами продольных балок днища и второго дна.

Толщина бракет вертикального киля и междудонного листа $S_{бр.}$, мм, а также бракет бракетных флоров и бракет, соединяющих продольные балки по днищу и второму дну с непроницаемыми флорами, должна быть не менее толщины сплошных флоров, принятой в данном районе $S_{бр.}=S_{фл.}$

Свободные кромки бракет должны иметь фланцы или пояски.

Длина бракет, соединяющих продольные балки днища и второго дна с непроницаемыми флорами, должна быть не менее 2,5 высоты днищевой балки, (смотри рис. 2), [5, рис. 2.4.4.8].

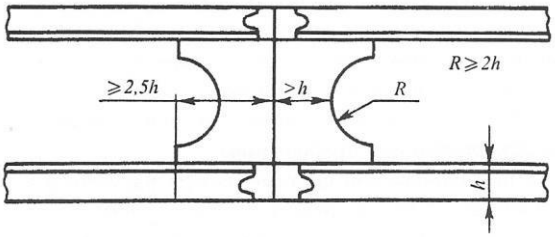


Рисунок 2 - Длина бракет

Вырезы во флорах

Вырезы во флорах должны удовлетворять требованиям согласно [5, п.2.4.2.7]:

– наименьшая допускаемая высота панели, примыкающей к обшивке днища или второго дна в районе выреза, не должна превышать 1/8 длины выреза согласно [5, п. 2.4.2.7-2];

– расстояние между кромками соседних вырезов должно быть не менее 1/2 длины большего выреза согласно [5, п. 2.4.2.7-3];

– отстояние кромок вырезов во флорах от продольных переборок, вертикального киля, днищевых стрингеров, наклонного междудонного листа и внутренних кромок бортовых скуловых цистерн должно быть не менее 1/2 высоты вертикального киля. Отстояние кромки выреза в облегченном флоре от стрингера должно быть не менее 1/4 высоты вертикального киля согласно [5, п. 2.4.2.7-3];

Согласно [5, п. 2.4.2.7-4], в стенке облегченного флора между соседними стрингерами разрешается делать один или несколько последовательных вырезов. Расстояние между кромками вырезов не должно быть меньше 1/2 высоты вертикального киля. Между вырезами должны устанавливаться вертикальные рёбра жёсткости. Длина одного выреза не должна превышать 1,2 принятой высоты вертикального киля и 0,7 расстояния между стрингерами или между стрингером и вертикальным ребром жёсткости (смотри рисунок 3.3), [5, рис. 2.4.2.5.1-2];

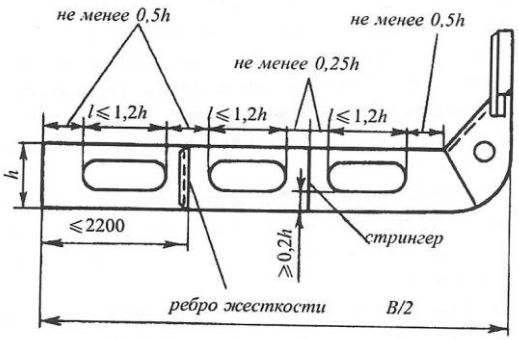


Рисунок 3 – Вырезы во флорах

в бракетах допускаются круглые облегчающие отверстия диаметром не более 1/3 ширины или высоты бракеты в зависимости от того, что меньше согласно [5, п.2.4.2.7-6];

вырезы во флорах должны иметь плавную закругленную форму;

наименьшая допускаемая высота панели, h_n, м, примыкающей к обшивке днища или настилу второго дна – для сплошных флоров $h_n=0{,}25\cdot h_{фл.}$

Определение размеров продольных балок основного набора по днищу и второму дну

При продольной системе набора двойного дна между вертикальным килем и днищевыми стрингерами по днищевой обшивке и настилу второго дна устанавливают в одной плоскости продольные балки на расстоянии одной шпации.

Момент сопротивления W, см^3, балок основного набора катаного профиля должен быть не менее определяемого по [5, ф. 1.6.4.1]

$$W=W'\cdot\omega_к, \qquad (48)$$

где W' - момент сопротивления рассматриваемой балки, см^3, без учета запаса на износ, определяемый по [5, ф. 1.6.4.2];

$\omega_к$ – множитель, учитывающий поправку на износ балок катаного профиля, определяемый по [5, ф. 1.1.5.3].

$$W'=\mathrm{Q}\cdot l\cdot 10^3/\mathrm{m}\cdot k_\sigma\cdot\sigma_n \qquad (49)$$

где Q – поперечная нагрузка на рассматриваемую балку, кН,

$$\mathrm{Q}=p\cdot a\ l \qquad (50)$$

где p – расчетное давление на конструкции двойного дна, кПа, согласно [5, ф. 1.3.2.1-1], формуле 17; l – расчетная длина пролета продольной балки (расстояние между флорами, м;

m=12, согласно [5, п. 2.4.4.5]

$k_\sigma\leq 0{,}75$ – для продольных балок второго дна, [5, п. 2.4.4.5]

$$\omega_к=1+\alpha_к\cdot\Delta s, \qquad (51)$$

где $\alpha_к$ – согласно формулам:

$$\alpha_к=0{,}07+6/W'\leq 0{,}25 \quad \text{при } W'<200\text{см}^3 \qquad (52)$$

$$\alpha_к=(1/0{,}15)\cdot(0{,}01+1/W') \quad \text{при } W'\geq 200\text{см}^3 \qquad (53)$$

U – согласно [5, табл.1.1.5.2, п. 8.1], (см. Приложение А).

По вычисленным моментам сопротивления необходимо выбрать по справочнику продольные балки катаного профиля для днища и второго дна.

Определение подкрепляющих рёбер жёсткости продольных рамных балок

Для обеспечения устойчивости вертикального киля и днищевых стрингеров при сжатии их напряжениями от общего изгиба, если их высота превышает 900 мм, посередине высоты стенки устанавливают *горизонтальные рёбра жёсткости,* размер поперечного сечения которых определяют из *условия устойчивости.*

Определение площади поперечного сечения горизонтального ребра жёсткости

Площадь поперечного сечения горизонтального ребра жёсткости f, см^2, определяется по [5, ф. 2.4.4.7.1]

$$f=(5\cdot p\ a\cdot l/k_\sigma\cdot\sigma_n)+0,1\cdot h\cdot\Delta s \qquad (54)$$

где p – расчетное давление, кПа, согласно формуле (46);

a – расстояние между рёбрами жёсткости, см;

l – длина пролета подкрепляемой балки, м; k_σ=0,6;

h – высота поперечного сечения ребра жёсткости, см.

Определение момента инерции горизонтального ребра жёсткости

Момент инерции горизонтального ребра жёсткости $i,$ см^4 должен быть не менее определяемого по [5, ф. 1.6.5.6-2]

$$i=2,35\cdot(f+0,1\cdot a\cdot s)\cdot l^2/\eta, \qquad (55)$$

где f –площадь поперечного сечения ребра жёсткости, см^2;

a – расстояние между рёбрами жёсткости, см;

s – фактическая толщина стенки, мм;

l – длина пролета ребра жёсткости, м.

По вычисленному моменту инерции необходимо выбрать по справочнику продольное горизонтальное ребро жёсткости катаного профиля для подкрепления вертикального киля и днищевых стрингеров.

Определение подкрепляющих ребер жесткости сплошных флоров

Согласно [5, 2.4.2.6-1 и 2.4.2.6-2], при продольной системе набора вертикальные рёбра жёсткости по сплошным флорам должны быть установлены в плоскости продольных балок днища и второго дна на расстоянии не более 0,9 м друг от друга. Рёбра жёсткости должны быть доведены до продольных балок и приварены к ним.

При поперечной системе набора и высоте сплошных флоров более 900 мм должны быть установлены вертикальные рёбра жёсткости, расстояние между которыми должно быть не более 1,5 м. Расстояние между вертикальными рёбрами жёсткости по облегчённым флорам не должно превышать 2,2 м.

Согласно [5, п. 1.7.3.2] стенки рамных балок при

$$h/s_c>60\sqrt{\eta} \qquad (56)$$

где h и s_c – высота и толщина, мм, стенок рамных балок, должны быть

подкреплены рёбрами жёсткости и кницами.

Момент инерции рёбер жёсткости по стенкам балок рамного набора *i,* см^4, нормальных к свободному пояску рамной балки, должен быть не менее определяемого по [5, ф. 1.6.5.6-1]

$$i=\gamma \cdot a \cdot s^3 \cdot 10^{-3} \quad (57)$$

где γ – коэффициент, определяемый по таблице 7, [5, табл. 1.6.5.6];

Таблица 7 - Коэффициент γ, [5, табл. 1.6.5.6]

h/a_1	1,0 и менее	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
γ	0,3	0,6	1,3	2,0	2,9	4,1	8,0	12,4	16,8	21,2

a – расстояние между рёбрами жёсткости, см;

s – толщина стенки флора, мм.

По вычисленному моменту инерции необходимо выбрать по справочнику вертикальные рёбра жёсткости катаного профиля для подкрепления сплошных флоров.

Вывод

составить таблицу 8 Конструктивные элементы днищевого перекрытия;

начертить схему поперечного сечения корпуса судна с указанием размеров связей днищевого перекрытия.

Таблица 8 - Конструктивные элементы днищевого перекрытия

№ поз.	**Наименование конструктивного элемента**	**Обозначение**	**Размер**
	Количество балок основного набора	$n_б$	
	Расстояние между балками основного набора	$a_о$	
	Количество стрингеров на ½ ширины судна	$n_{стр}$	
	Расстояние между стрингерами	$b_{стр}$	
	Расстояние между вертикальным килем и стрингером	$b_{вк}$	
	Расстояние между наружным и внутренним бортами	$b_{2б}$	
1	Вертикальный киль	$S_{вк}$× $h_{вк}$	
2	Днищевой стрингер	$S_{стр}$	
3	Проницаемый флор	$S_{п.ф.}$	
	Непроницаемый флор	$S_{н.ф.}$	
4	Бракеты открытых флоров	$S_{бр}$× $l_{бр}$	
5	Продольные балки днища		
6	Продольные балки второго дна		
7	РЖ вертикального киля и стрингеров		
8	РЖ сплошных флоров		

Для чего необходимо определять минимальную толщину элементов корпусных конструкций?

От чего зависит величина поперечной нагрузки на балку?

Как определить длину пролёта балки?

Какие виды флоров входят в днищевое перекрытие?

3.4 Определение нагрузки на бортовое перекрытие

Задание

Определить расчётную нагрузку на наружный борт судна.

Определить расчётную нагрузку на внутренний борт судна.

Сделать вывод о проделанной работе.

Методические указания и порядок выполнения работы

Определение расчётной нагрузки на наружный борт судна

Расчётное давление $p_б$, кПа, действующее на корпус судна со стороны моря

определяется по формулам:

для точек приложения нагрузок, расположенных *ниже* летней грузовой ватерлинии – по [5, ф. 1.3.2.1-1], формуле 17.

$p=p_{st}+p_w$ для точек приложения нагрузок, расположенных *выше* летней грузовой ватерлинии – по [5, ф. 1.3.2.1-2]

$$p=p_w \quad (58)$$

расчетное статическое давление, кПа, определяемое по формуле 18

p_w – расчетное волновое давление, кПа

$$p_{st}=10\cdot z_i$$

где z_i – отстояние точки приложения нагрузки от летней грузовой ватерлинии

$$z_i=d-h_{вк}-0,4$$

где 0,4 – расстояние между настилом второго дна и бортовым монтажным стыком, м.

Расчетное волновое давление p_w, кПа, обусловленное перемещениями корпуса относительно профиля волны, определяется по формулам:

для точек приложения нагрузок, расположенных *ниже* летней грузовой ватерлинии – по [5, 1.3.2.2-1], формуле 19.

$p_w=p_{w0}-1,5\cdot c_{w}\cdot z_i/d$

для точек приложения нагрузок, расположенных *выше* летней грузовой ватерлинии – по [5, ф. 1.3.2.2-2]

$$p_w=p_{w0}-7,5\ a_x\cdot z_i \quad (59)$$

где p_{w0} определяется по формуле (3.20)

$p_{w0}=5\cdot c_w\cdot a_v\ a_x$

c_w – определяется по [5, ф. 1.3.1.4], формуле 21.

a_v и a_x – коэффициенты, учитывающие влияние скорости, длины судна и положение рассматриваемого сечения.

Произведение $a_v\ a_x$ принимается не менее 0,6.

$$a_x\geq 0,267$$

Давление p_w, кПа, выше летней грузовой ватерлинии должно быть не менее p_{min}, кПа, определяемого по [5, ф. 2.2.3-3]:

$$p_{min}=0,03\cdot L+5 \quad (60)$$

При L>250 м принимается L=250 м.

Определение расчётной нагрузки на внутренний борт судна

Расчётное давление на обшивку и набор внутреннего борта $p_{2б}$, кПа,

определяется согласно [5, 1.3.4.2-5], формуле 46 в зависимости от вида перевозимого груза и использования междубортного пространства в качестве цистерн

$$p=p_{2б}=\rho_r\cdot g\cdot z_i+p_к$$

где z_i – отстояние рассматриваемой связи от уровня палубы, м.

$$z_i=(D-h_{в.к.}):2 \quad (61)$$

Кроме того, *p,* кПа, должно быть не менее расчётного давления на конструкции водонепроницаемых переборок согласно [5, 2.7.3.1]

$$p=\alpha\cdot z_n \quad (62)$$

где α=7,5 – для всех переборок, кроме форпиковой;

z_n – расстояние, измеренное в ДП от точки приложения расчётной нагрузки до палубы переборок

$$z_n=D-h_{в.к}, \text{ м} \quad (63)$$

В любом случае расчётное давление на конструкции водонепроницаемых переборок должно быть не менее 12 кПа.

3.5 Определение толщины обшивки корпуса наружного и внутреннего бортов и размеров утолщенных поясьев

Задание

Определить минимальную толщину наружной обшивки борта.

Определить расчётную толщину наружной обшивки борта.

Определить минимальную толщину обшивки внутреннего борта.

Определить расчётную толщину обшивки внутреннего борта.

Определить размеры утолщённых поясьев обшивки наружного и внутреннего бортов.

Сделать вывод о проделанной работе, составить таблицу и начертить схему поперечного сечения корпуса судна с указанием размеров утолщённых поясьев наружного и внутреннего бортов.

Методические указания и порядок выполнения работы

Определение минимальной толщины наружной обшивки борта

Толщина наружной обшивки борта $S_б$, мм, должна быть не менее определяемой по [5, ф. 2.2.4.8], формулам 27, 28:

$$S_{min}=3,1+0,12\cdot L \text{ при } L<30\text{м}$$

$$S_{min}=(5,5+0,04\cdot L)\cdot\sqrt{\eta} \text{ при } L\geq 30\text{м}$$

При L>300м принимается L=300м.

Определение расчётной толщины наружной обшивки борта

Для судов с минимальным надводным бортом

Толщина листов наружной обшивки борта $S_б$, мм, загруженных поперечной нагрузкой, должна быть не менее определяемой по [5, ф. 1.6.4.4], формуле 24:

$$S_{б.}=m\cdot a\cdot k\cdot\sqrt{(p/k_\sigma\cdot\sigma_n)}+\Delta s$$

где *m* – коэффициент изгибающего момента;

m=15,8 согласно [5, 2.2.4.1];

$a=a_0$ – шпация, м;

k – коэффициент, зависящий от отношения сторон опорного контура пластины;

k=1,2-0,5*a/b*, но не более 1 (принимается *k*=1);

p – расчетная нагрузка, кПа, на наружную обшивку борта, определённая по формуле 17;

k_σ – коэффициент допускаемых напряжений;

k_σ=0,6 в средней части судна при продольной и поперечной системах набора, согласно [5, 2.4.4.1];

σ_n – расчетный нормативный предел текучести по нормальным напряжениям, МПа, определяемый по [5, ф. 1.1.4.3], формуле 25;

Δs – запас на износ, мм, определяемый по [5, ф. 1.1.5.1], формуле 26;

U – согласно [5, табл.1.1.5.2, п.2.2], (смотри Приложение А).

Расчётная толщина листов наружной обшивки борта, определённая по [5, 1.6.4.4], формуле 24 должна быть не менее минимальной толщины, s_{min}, мм, определяемой по [4, ф. 2.2.4.8], формулам 27 или28).

Для судов с избыточным надводным бортом:

Толщина листов наружной обшивки надводной части борта $S_б$, мм, загруженных поперечной нагрузкой, должна быть не менее определяемой по [5, ф. 1.6.4.4], формуле 24,

где p=p_w – расчетное волновое давление, кПа, определяемое по формулам (3.58…3.60).

Определение минимальной толщины обшивки внутреннего борта

Толщина обшивки внутреннего борта $S_{2б}$, мм, определяется также, как толщина обшивки водонепроницаемых переборок, и должна быть не менее минимальной толщины s_{min}, мм, определяемой по [5, ф. 2.7.4.1-1]

$$S_{min}=4+0,02\cdot L \qquad (64)$$

При L>150м принимается L=150м.

Для наливных судов в районе грузовых и балластных танков S_{min}, мм, определяется по [5, ф. 3.5.4]

$$S_{min}=5,5+0,035\cdot L \text{ при } L<80\text{м}$$
$$S_{min}=6,7+0,02\cdot L \text{ при } L\geq 80\text{м} \qquad (65)$$

Определение расчётной толщины обшивки внутреннего борта

Толщина обшивки внутреннего борта $S_{2б,}$ мм, должна быть не менее определяемой по [5, ф. 1.6.4.4], формуле (24). При этом:

m=15,8 согласно [5, 2.7.4.1];

$a=a_0$ – шпация, м;

k=1;

p – расчетная нагрузка на внутренний борт, кПа, согласно [5, ф. 1.3.4.2-5 или 2.7.3.1], формулам (46 или 62), (принимается большее значение);

k_σ=0,8 – в районе (0,4…0,5)D от основной плоскости;

σ_n – по [5, ф. 1.1.4.3], формуле (25);

Δs – по [5, ф. 1.1.5.1], формуле (26);

U – согласно [5, табл.1.1.5.2, п. 2.2] (смотри Приложение А).

Определение размеров утолщённых поясьев обшивки наружного и

внутреннего бортов

Толщина ширстрека $S_ш$, мм, в средней части судна должна быть не менее толщины прилегающих листов обшивки борта или палубного стрингера в зависимости от того, что больше согласно [5, 2.2.4.5].

Ширина ширстрека $b_ш$, мм, должна быть не менее определяемой по формуле [5, 2.2.4.4], (33), но не более 2000 мм.

Толщина нижнего пояса внутреннего борта $S_{н.п.}$, мм, согласно [5, 2.7.4.1] должна быть на 1мм больше, чем $S_{2б}$.

Ширина верхнего и нижнего поясьев обшивки внутреннего борта согласно [5, 2.7.5.1] должна быть не менее 0,1D, но не более 1,8 м.

Для танкеров толщина верхнего пояса продольных переборок должна быть не менее толщины нижнего пояса. Ширина верхнего и нижнего поясьев, согласно [5, 2.7.5], должна быть не менее 0,1D, но не более 1,8 м.

Вывод:

– составить таблицу 9 Размеры поясьев обшивки наружного и внутреннего бортов;

–начертить схему поперечного сечения корпуса судна с указанием размеров поясьев обшивки наружного и внутреннего бортов.

Таблица 9 – Размеры поясьев обшивки наружного и внутреннего бортов

Позиция	Наименование пояса	Толщина пояса, мм	Ширина пояса, мм
1	Наружная обшивка борта		
2	Ширстрек		
3	Обшивка внутреннего борта		
4	Верхний пояс внутреннего борта		
5	Нижний пояс внутреннего борта		

3.6 Определение размеров связей бортового перекрытия по «Правилам…» Регистра

Задание

Определить местоположение и количество палуб, платформ, продольных балок набора по высоте борта судна.

Определить размеры трюмных шпангоутов наружного и внутреннего боров при поперечной системе набора борта.

Определить размеры диафрагм и платформ.

Определить размеры рёбер жёсткости, подкрепляющих диафрагмы и платформы.

Определить размеры продольных балок набора наружного и внутреннего бортов при продольной системе набора борта.

Сделать вывод о проделанной работе, составить таблицу и начертить

схему поперечного сечения корпуса судна с указанием размеров связей бортового перекрытия.

Методические указания и порядок выполнения работы

Определение местоположения и количества палуб, платформ, продольных балок набора по высоте борта судна

Борта и нижние палубы расположены ближе к нейтральной оси, чем верхняя палуба и днище судна, поэтому степень их участия в общем продольном изгибе меньше. Кроме того, они испытывают большие поперечные и местные нагрузки (давление воды, груза, ледовые усилия), определяющие размеры прочных связей перекрытия. Поэтому для бортовых перекрытий сухогрузных судов наиболее распространена поперечная система набора.

Согласно [5, 3.5.2.3], борта и продольные переборки наливных судов в районе грузовых танков могут иметь продольную или поперечную системы набора. На судах длиной более 180 м рекомендуется продольная система набора бортов и продольных переборок.

Необходимо выбрать и указать систему набора бортового перекрытия проектируемого судна, наличие двойного борта, расстояние между наружным и внутренним бортами

При поперечной системе набора борта определяют местоположение по высоте борта платформ и палуб.

Сухогрузные суда обычно – двухпалубные, контейнеровозы, навалочники, танкеры – однопалубные.

Для сухогрузных судов расстояние между платформами не должно превышать 2,5м, а для танкеров – 3,5м. На танкерах платформы могут не устанавливаться.

При продольной системе набора борта определяют местоположение по высоте борта продольных балок и платформ.

При поперечной системе набора борта количество промежутков между платформами по высоте борта судна определяется по формуле

$$n=(D-h_{в.к.}):a_{п} \quad (66)$$

где $a_{п}$ – максимальное расстояние между платформами, м.

Для сухогрузных судов $a_{пл}$=2,5 м, для наливных судов $a_{пл}$=3,5 м. Количество промежутков п округляется до ближайшего целого числа. Количество платформ принимается равным п-1.

Необходимо указать принятое расстояние между всеми платформами, а также между платформой и верхней палубой, платформой и вторым дном.

При продольной системе набора борта количество продольных шпаций по высоте борта судна определяется по формуле

$$n=(D-h_{в.к.}):a_{0} \quad (67)$$

где a_{0} – величина нормальной шпации, м.

Количество шпаций п округляется до ближайшего целого числа.

Производится проверка, при наличии остатка Δ п распределяется между

шпациями.

Количество продольных балок принимается равным п-1.

Определение размеров трюмных шпангоутов наружного и внутреннего бортов при поперечной системе набора борта

Согласно [5, 2.5.2.1], при поперечной системе набора борта могут устанавливаться, а при продольной системе – должны устанавливаться рамные шпангоуты. Плоскость их установки должна совпадать с плоскостью установки сплошных флоров и рамных бимсов.

Согласно [5, 2.5.2.2-1], при одинаковой системе набора наружного и внутреннего бортов, рекомендуется располагать шпангоуты или продольные балки обоих бортов в одной плоскости.

Момент сопротивления трюмных шпангоутов W, $см^3$, сухогрузных и наливных судов при поперечной системе набора должен быть не менее определяемого по [5, ф. 1.6.4.1]

$$W=W'\cdot\omega_к \qquad (68)$$

где W′ - момент сопротивления рассматриваемой балки, $см^3$, без учета запаса на износ, определяемый по [5, ф. 1.6.4.2];

$\omega_к$ – множитель, учитывающий поправку на износ балок катаного профиля, определяемый по [5, ф. 1.1.5.3].

$$W'=Q\cdot l\cdot 10^3/m\cdot k_\sigma\cdot\sigma_n \qquad (69)$$

где Q – поперечная нагрузка на рассматриваемую балку, кН

$$Q=p\cdot a\, l \qquad (70)$$

где $p=p_б$ – расчетное давление на конструкции наружного борта, кПа, определяемое по [5, ф. 1.3 2 1-1], формуле 17;

$p=p_{2б}$ – расчетное давление на конструкции внутреннего борта, кПа, определяемое по [5, ф. 1.3 4 2-5], формуле 46.

При этом величина p, кПа, для наружного борта должна быть не менее определяемой по [5, ф. 2.5.4.1-2]

$$_{min}=10\cdot z+0{,}15\cdot L+10 \qquad \text{при } L\geq 60м \qquad (71)$$

где z – отстояние середины пролёта шпангоута от КВЛ, м, определяемое по
формуле

$$z=(d-h_{в.к.})-0{,}5(D-h_{в.к.}) \qquad (72)$$

l – длина пролета между соседними опорами шпангоута (расстояние между
платформами), м

m – коэффициент изгибающего момента;

m=12 – для сухогрузов [5, 2.5.4.2];

m=11 – для танкеров [5, 2.5.4.5];

k_σ для сухогрузов:

k_σ=0,65 – для шпангоутов наружного борта;

k_σ=0,75 – для шпангоутов внутреннего борта;

k_σ для танкеров: k_σ=0,7

$\omega_к$ – определяется по [5, ф. 1.1.5.3], формуле 51:

$\omega_к=1+\alpha_к\cdot\Delta s$

где $\alpha_к$ - определяется по формулам 52, 53:

$$\alpha_к=0{,}07+6/W'\leq 0{,}25 \quad \text{при } W'<200 \text{ см}^3$$

$$\alpha_к=(1/0{,}15)\cdot(0{,}01+1/W') \quad \text{при } W'\geq 200\text{см}^3$$

U – согласно [5, табл.1.1.5.2, п.7.1], (смотри Приложение А).

По вычисленным моментам сопротивления необходимо выбрать по справочнику балки катаного профиля для наружного и внутреннего бортов.

Примечание:

Для мелкосидящих судов, т.е. судов с малой осадкой, особенно имеющих более одной палубы, необходимо определить размеры твиндечного шпангоута согласно [5, 2.5.4.2].

Определение размеров диафрагм и платформ

При поперечной системе набора диафрагмы устанавливают в плоскости рамных шпангоутов на расстоянии $4\cdot a_0$ друг от друга.

Ширина диафрагм и платформ определяется расстоянием между наружным и внутренним бортами.

$$B_{д.}=B_{пл.}=B_{2б}$$

Толщина диафрагм и платформ, мм, должна быть не менее определяемой по [5, ф. 2.5.4.8]

$$S_{min}=0{,}018\cdot L+6{,}2 \qquad (73)$$

Толщину диафрагм и платформ принимают более S_{min}, мм, округляя эту величину до ближайшего целого числа миллиметров.

Определение размеров рёбер жёсткости, подкрепляющих диафраг- мы и платформы

Диафрагмы или платформы должны быть подкреплены рёбрами жёсткости согласно [5, 1.7.3.2]. При этом меньшая сторона панели подкрепляемой диафрагмы или платформы b_1, мм, не должна превышать

$$b_1=100\cdot s\cdot\sqrt{\eta} \qquad (74)$$

где s – толщина диафрагмы или платформы, мм.

Момент сопротивления рёбер жёсткости, подкрепляющих непроницаемые участки диафрагм и платформ W, $см^3$, согласно [5, 2.5.4.8-5] должен быть не менее определяемого по [5, ф. 1.6.4.1], формуле 68.

При этом:

p – нагрузка на внутренний борт, кПа, определяемого по формуле 46;

l – длина пролёта ребра жёсткости, м.

Для ребра жёсткости платформы l – расстояние между диафрагмами. Для ребра жёсткости диафрагмы l – расстояние между платформами.

m=12 – для неразрезных рёбер жёсткости, параллельных бортовой обшивке;

$k_\sigma=0{,}75$.

По вычисленным моментам сопротивления необходимо выбрать по справочнику балки катаного профиля для рёбер жёсткости диафрагм и платформ.

Определение размеров продольных балок наружного и внутреннего

бортов при продольной системе набора

При продольной системе набора бортовых перекрытий основными балками являются горизонтальные балки, опирающиеся на рамные шпангоуты и поперечные переборки.

Для уменьшения числа типоразмеров балки группируют по три штуки, а на крупнотоннажных судах – по 5 штук, а расчётную нагрузку определяют на уровне средней из них. Для трёх верхних балок нагрузку вычисляют на уровне нижней из них, учитывая её большую динамичность вверху танков.

Момент сопротивления продольных бортовых балок всех судов W, $см^3$, согласно [5, 2.5.4.3] должен быть не менее определяемого по [5, 1.6.4.1], формуле 68. При этом:

p – нагрузка на конструкции борта, кПа, согласно [5, 2.5.3], определяемая по формулам 17, 46);

a – расстояние между продольными балками, м;

l – расстояние между рамными шпангоутами или диафрагмами, м;

m=12;

k_σ=0,65 – для продольных балок наружного борта; k_σ=0,75 – для продольных балок внутреннего борта. Для танкеров:

k_σ=0,45 – для балок в верхней части борта на 0,25D от палубы и в нижней части на 0,25D от днища;

k_σ=0,5 – для продольных балок посередине высоты борта.

Вывод:

– составить таблицу 10 Конструктивные элементы бортового перекрытия;

– начертить схему поперечного сечения корпуса судна с указанием размеров связей бортового перекрытия.

Таблица 10 - Конструктивные элементы бортового перекрытия

№поз	**Наименование конструктивного элемента**	**Обозначение**	**Размер**
	Количество бортовых платформ	$n_{пл.}$	
	Расстояние между платформами	$a_{пл.}$	
	Расстояние между диафрагмами	$4a_0$	
1	Размеры платформ	S× $B_{пл.}$	
2	Размеры диафрагм	S× $B_д$	
3	Шпангоуты наружного борта		
4	Шпангоуты внутреннего борта		
5	Рёбра жёсткости диафрагм и платформ		
	Количество продольных балок борта	$n_б$.	

	Продольные балки наружного борта	.	
	Продольные балки наружного борта		
	Продольные балки наружного борта		
	Продольные балки внутреннего борта		
	Продольные балки внутреннего борта		
	Продольные балки внутреннего борта		

3.7. Определение нагрузки на палубное перекрытие Определение толщины настила палубы и размеров утолщенных поясьев

Задание

Определить расчётную нагрузку на верхнюю палубу судна.

Определить расчётную нагрузку на нижние палубы и платформы судна.

Определить минимальную толщину настила палуб и платформ судна.

Определить расчётную толщину настила палуб и платформ судна.

Определить размеры утолщённых поясьев настила верхней палубы.

Сделать вывод о проделанной работе.

Методические указания и порядок выполнения работы

Определение расчётной нагрузки на верхнюю палубу судна

Для судов, не перевозящих груз на верхней палубе

Расчётное давление $p_{вп}$, кПа, действующее на верхнюю палубу судна со стороны моря определяется по [5, ф. 1.3.2.1-2], формуле 58

$$p_{вп}=p_w$$

где p_w – расчетное волновое давление, кПа, определяемое по формуле 59:

$$p_w=p_{w0}-7{,}5\, a_x \cdot z_i$$

где p_{w0} определяется по формуле 20

$$p_{w0}=5\cdot c_w \cdot a_v\, a_x$$

где c_w – определяется по [5, ф. 1.3.1.4], формуле 21.

a_v и a_x – коэффициенты, учитывающие влияние скорости, длины судна и положение рассматриваемого сечения;

Произведение $a_v\, a_x$ принимается не менее 0,6;

$$a_x \geq 0{,}267;$$

z_i - отстояние точки приложения нагрузки от КВЛ; м

$$z_i=D-d$$

Расчётное давление $p_{вп}$, кПа, на открытых участках верхней палубы должно быть не менее определяемого по [5, ф. 2.6.3.1]

$$p_{вп}=0{,}7p_w \geq p_{min} \quad (75)$$

где $p_{min}=0{,}015\cdot L+7$ (76)

Для судов, перевозящих груз на верхней палубе

Для верхних открытых палуб, предназначенных для перевозки палубного груза, расчётное давление принимается равным давлению груза $p_{вп}=p_г$, опреде- лённому с учётом сил инерции, высоты укладки груза, плотности груза и т.д., но не менее 20 кПа.

Определение расчётной нагрузки на нижние палубы и платформы

Для нижних палуб и платформ расчётное давление следует принимать согласно [5, ф. 1.3.4.2-5], формуле 46 в зависимости от вида перевозимого груза

$$p=p_{нп}=\rho_г \cdot g \cdot z_i + p_к$$

где z_i – отстояние рассматриваемой связи от уровня палубы, м;

$p_к$ – не менее 15 кПа.

Определение минимальной толщины настила палуб и платформ судна

Толщина листов настила палуб и платформ S_{min}, мм, должна быть не менее:

– для верхней палубы между бортом и линией больших вырезов сухогрузных

судов, палубы танков наливных судов в средней части судна согласно [5, ф. 2.6.4.1.5-1, ф. 2.6.4.1.5-2]

$$S_{min}=(4+0{,}05 \cdot L)\cdot\sqrt{\eta} \quad \text{при } L<100\text{м} \qquad (77)$$

$$S_{min}=(7+0{,}02 \cdot L)\cdot\sqrt{\eta} \quad \text{при } L\geq 100\text{м} \qquad (78)$$

для верхней палубы в оконечностях судна и внутри линии больших вырезов, для второй палубы согласно формулам [5, 2.6.4.1.5-3, 2.6.4.1.5-4]

$$S_{min}=(4+0{,}04 \cdot L)\cdot\sqrt{\eta} \quad \text{при } L<100\text{м} \qquad (79)$$

$$S_{min}=(7+0{,}01 \cdot L)\cdot\sqrt{\eta} \quad \text{при } L\geq 100\text{м} \qquad (80)$$

для третьей и других нижележащих палуб и платформ согласно [5, ф. 2.6.4.1.5-5]

$$S_{min}=(5+0{,}01 \cdot L)\cdot\sqrt{\eta} \qquad (81)$$

При L>300 м принимается L=300 м.

Во всех случаях минимальная толщина должна быть не менее 5,5 мм.

Определение расчётной толщины настила палуб и платформ судна

Толщина настила палуб и платформ S_n, мм, должна быть не менее определяемой по [5, ф. 1.6.4.4], формуле 24. При этом:

m=15,8;

p – нагрузка на палубные конструкции, кПа, определяемая по [5, ф. 2.6.3.1], формуле 75;

для верхней палубы

k_σ=0,6 – в средней части судна при продольной системе набора;

k_σ=0,7 – в оконечностях судна;

для второй палубы, расположенной выше 0,7D от основной плоскости средней части судна при продольной системе набора

k_σ=0,8 – в средней части судна при продольной системе набора;

k_σ=0,9 – в оконечностях судна;

для остальных нижних палуб и платформ

k_σ=0,9;

σ_n – по [5, ф. 1.1.4.3], формуле 25;

Δs – по [5, ф. 1.1.5.1], формуле (26);

U – согласно [5, табл.1.1.5.2, п. 1], (смотри Приложение А).

Проектная толщина настила палуб и платформ, определённая по [5, ф. 1.6.4.4], формуле 24 должна быть не менее минимальной толщины s_{min}, мм, определённой по формулам 77…81.

Определение размеров утолщённых поясьев настила верхней палубы

Согласно [5, 2.6.4.1.4], если толщина настила расчётной палубы принимается

меньше толщины обшивки борта, должен быть предусмотрен палубный стрингер – крайний, примыкающий к борту, пояс.

Ширина палубного стрингера $b_{п.стр}$, мм, должна быть не менее определяемой по [5, ф. 2.6.4.1-4]

$$b_{п.стр.}=5\cdot L+800\leq 1800 \qquad (82)$$

Толщина палубного стрингера $S_{п.стр}$, мм, должна быть не менее толщины бортовой обшивки.

Толщина среднего палубного пояса $S_{ср.п.}$, мм, в средней части судна должна быть на 1…2 мм больше толщины листов настила верхней палубы.

Ширина среднего палубного пояса $b_{ср.п.п}$, мм, принимается равной ширине горизонтального киля.

Вывод:

– составить таблицу 11 Размеры поясьев настила верхней палубы;

– начертить схему поперечного сечения корпуса судна с указанием размеров поясьев настила верхней палубы.

Таблица 11 – Размеры поясьев настила верхней палубы

Позиция	Наименование пояса	Толщина пояса, мм	Ширина пояса, мм
1	Настил верхней палубы		
2	Палубный стрингер		
3	Средний палубный пояс		
4	Настил нижней палубы		

3.8 Определение размеров связей палубного перекрытия по «Правилам…» Регистра

Задание

1. Распределить продольные балки набора по ширине судна.
2. Определить размеры продольных подпалубных балок.
3. Определить размеры бимсов, рамных бимсов.
4. Определение размеров карлингсов, комингсов грузовых люков.
5. Определить размеры люковых вырезов

6. Сделать вывод о проделанной работе, составить таблицу и начертить схему поперечного сечения корпуса судна с указанием размеров связей палубного перекрытия.

Методические указания и порядок выполнения работы

Распределение продольных балок набора по ширине судна

Указать систему набора палубного перекрытия.

Продольные подпалубные балки располагают на расстоянии шпации друг от друга в плоскости днищевых продольных балок.

Количество шпаций на половине ширины судна определяется по формуле 35.

$$n=B/2:a_0$$

Определение размеров продольных подпалубных балок

Момент сопротивления продольных подпалубных балок $W_{р.ж}$, см^3, должен быть не менее определяемого по [5, ф. 1.6.4.1], формуле 48.

$$W_{р.ж.}=W'\cdot\omega_к$$

где W' - момент сопротивления рассматриваемой балки, см^3, без учета запаса на износ, определяемый по [5, ф. 1.6.4.2], формуле 49;

$\omega_к$ – множитель, учитывающий поправку на износ балок катаного профиля, определяемый по [5, ф. 1.1.5.3], формуле 51;

$$W_{р.ж.}'=Q\cdot l\cdot 10^3/m\cdot k_\sigma\cdot\sigma_n$$

где Q – поперечная нагрузка на рассматриваемую балку, кН, определяемая по формуле 50:

$$Q=p\cdot a\ l$$

где p – расчетное давление на конструкции палубы, кПа, определяемое по [5, ф.2.6.3.1], формуле 75;

l – расчетная длина пролета балки (расстояние между рамными бимсами, м;

$$m=12;$$

k_σ=0,65 для – для верхней палубы в средней части;

k_σ=0,75 – для остальных палуб;

$$\omega_к=1+\alpha_к\cdot\Delta s$$

где $\alpha_к=0,07+6/W'\leq 0,25$ при $W'<200$см^3

$\alpha_к=(1/0,15)\cdot(0,01+1/W')$ при $W'\geq 200$см^3

ΔS – запас на износ, мм, определяемый по [5, ф. 1.1.5.1], формуле 26.

$$\Delta S=U(T-12)$$

где U – среднегодовое уменьшение толщины связи, мм/год, согласно [5, таблица 1.1.5.2, п.1], (смотри Приложение А).

По вычисленному моменту сопротивления необходимо выбрать по

справочнику балки катаного профиля для палубного перекрытия.

Определение размеров бимсов, рамных бимсов

При поперечной системе набора палубы бимсы устанавливают на расстоянии шпации друг от друга.

Момент сопротивления бимса $W_б$, см^3, должен быть не менее определяемого по формуле [5, 1.6.4.1], 48. При этом:

p – согласно [5, ф. 2.6.3.1], формуле 75, кПа;

a – расстояние между бимсами, м;

l – расчетная длина пролета бимса (расстояние между карлингсами), м;

m=10 – согласно [5, 2.6.4.3-1].

k_σ=0,65.

При продольной системе набора палубы рамные бимсы устанавливают в плоскости проницаемых флоров на расстоянии 3…4 шпаций друг от друга.

Момент сопротивления рамного бимса и концевого люкового бимса $W_б$, см^3, должен быть не менее определяемого по [5, ф. 1.6.4.1], формуле 48.

При этом:

p – согласно [5, ф. 2.6.3.1], формуле 75, кПа;

a – расстояние между рамными бимсами, м;

l – расчетная длина пролета бимса (расстояние между карлингсами), м;

m=10 – согласно [5, 2.6.4.3-1];

k_σ=0,65 – для верхней палубы;

k_σ=0,7 – для остальных палуб и платформ.

Для однопалубных судов момент сопротивления рамных бимсов, $W_б$, см^3, определённый по формуле 48, должен быть увеличен на 20%.

По вычисленному моменту сопротивления необходимо выбрать по справочнику балку катаного профиля для бимсов или рамных бимсов.

При поперечной системе набора палубы бимсы устанавливают на расстоянии шпации друг от друга.

Момент сопротивления бимса $W_б$, см^3, должен быть не менее определяемого по формуле [5, 1.6.4.1], 48. При этом:

p – согласно [5, ф. 2.6.3.1], формуле 75, кПа;

a – расстояние между бимсами, м;

l – расчетная длина пролета бимса (расстояние между карлингсами), м;

m=10 – согласно [5, 2.6.4.3-1].

k_σ=0,65.

При продольной системе набора палубы рамные бимсы устанавливают в плоскости проницаемых флоров на расстоянии 3…4 шпаций друг от друга.

Момент сопротивления рамного бимса и концевого люкового бимса $W_б$, см^3, должен быть не менее определяемого по [5, ф. 1.6.4.1], формуле 48.

При этом:

p – согласно [5, ф. 2.6.3.1], по формуле 75, кПа;

a – расстояние между рамными бимсами, м;

l – расчетная длина пролета бимса (расстояние между карлингсами), м;

m=10 – согласно [5, 2.6.4.3-1];

k_σ=0,65 – для верхней палубы;

k_σ=0,7 – для остальных палуб и платформ.

Для однопалубных судов момент сопротивления рамных бимсов, $W_б$, см^3, определённый по формуле 48, должен быть увеличен на 20%.

По вычисленному моменту сопротивления необходимо выбрать по справочнику балку катаного профиля для бимсов или рамных бимсов.

Определение размеров карлингсов, комингсов грузовых люков

Карлингсы располагают вдоль судна в диаметральной плоскости и в плоскости днищевых стрингеров.

Расстояние между карлингсами не должно превышать 5м при продольной системе набора и 4,2м – при поперечной системе набора согласно [5, 2.4.2.4].

Момент сопротивления карлингса должен быть не менее определяемого по [5, ф. 1.6.4.1], формуле 48. При этом:

a - расстояние между карлингсом и вторым бортом или между карлингсами, м;

l – расчетная длина пролета карлингса (расстояние между бимсами), м;

m=10;

k_σ=0,65 –для верхней палубы;

k_σ=0,7 –для остальных палуб и платформ.

У наливных судов с продольной системой набора при наличии двух продольных переборок и отсутствии карлингсов в среднем танке в диаметральной плоскости, согласно [5, 2.6.4.5, 2.6.4.6], устанавливают отбойный лист, момент сопротивления которого $W_{о.л}$, см3, должен быть не менее

$$W_{о.л.}=W_б/\alpha \qquad (83)$$

где α – задаётся произвольно, но не более 0,6.

По свободной кромке отбойный лист должен быть подкреплён пояском, имеющим площадь сечения не менее площади сечения свободного пояска рамного бимса.

По вычисленному моменту сопротивления необходимо выбрать по справочнику балку катаного профиля для карлингса или отбойного листа. Карлингсы, совпадающие с продольными комингсами люков, должны быть подкреплены кницами, которые приваривают к стенке и свободному пояску карлингса и доводят до ближайшей подпалубной балки согласно [5, 2.6.2.4].

Высота стенки комингсов должна быть не менее 600 мм.

Толщина книц S_k ,мм, должна быть не менее

$$S_k=0,8\cdot S_c\text{, мм} \quad (84)$$

где S_c – толщина стенки карлингса, мм.

В местах соединения карлингсов с обыкновенными бимсами стенка карлингса должна быть подкреплена вертикальными рёбрами жёсткости согласно [5, 2.6.2.4].

Если продольные комингсы люков верхней палубы оканчиваются кницами, протяжённость кницы по палубе l_k, м, согласно [5, 2.6.4.7-3], должна быть

$$l_k \geq 0,75\cdot h_k \quad \text{при } R_{eH} \leq 315 \text{ МПа}$$
$$l_k \geq 1,5\cdot h_k \quad \text{при } R_{eH}=390 \text{ МПа}, \quad (85)$$

где h_k – высота комингса над палубой, м.

Для промежуточных значений R_{eH} протяжённость кницы определяется линейной интерполяцией.

В местах соединения рамных бимсов с карлингсами при разной высоте их стенок, согласно [5, 2.6.2.4], стенка карлингса должна быть подкреплена кницами, устанавливаемыми в плоскости рамного бимса. Кницы должны быть приварены к свободному пояску рамного бимса, стенке и свободному пояску карлингса.

Дополнительные требования к конструкции палуб и платформ судов, имеющих большое раскрытие палуб, приведены в [5, 3.1], накатных судов – в [5, 3.2], судов для перевозки навалочных грузов – в [5, 3.3, 3.4].

Определение размеров люковых вырезов

Длина люкового выреза $L_л$,м, не должна превышать

$$L_л = l_{отс.} - 2\cdot 4a_0$$

где $l_{отс}$ – принятая длина отсека, м;

$4a_0$ – расстояние между люковым вырезом и поперечной переборкой, м.

Ширину люкового выреза $B_л$, м, принимают равной расстоянию между карлингсами – на сухогрузных судах, расстоянию между внутренними бортами – на контейнеровозах.

Согласно [5, 2.6.5.1.1], для расчётной палубы в средней части судна радиус скругления углов вырезов грузовых люков, r , м, определяется по [5, ф. 2.6.5.1.1-1]

$$r \geq 0,1\cdot a\cdot b_1 \quad (86)$$

где a=1, если углы выреза не подкреплены утолщёнными вварными листами;

a=0,7, если углы выреза подкреплены утолщёнными вварными листами;

b_1 – расстояние между смежными кромками последовательно расположенных вырезов, м.

Согласно [5, 2.6.5.2], если толщина настила палубы меньше 10 мм, в районе комингса должен быть установлен вварной или накладной лист толщиной не менее 10 мм. Размеры утолщённых вварных листов, подкрепляющих углы вырезов, должны соответствовать указанным на рисунке 3.4, [5, 2.6.5.1.1]

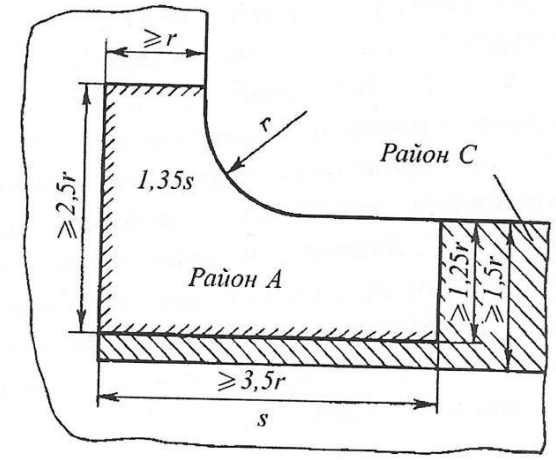


Рисунок 4 - Размеры вварных листов

Для контейнеровозов характерно большое раскрытие палубы.

Радиус скругления углов вырезов грузовых люков r , м, при большом раскрытии верхней палубы должен быть не менее определенного по [5, ф. 3.1.2.9.1]

$$r=k\cdot b \qquad (87)$$

где k=0,025 при c/b≤0,04;

k=0,05 при c/b≥0,2;

c – расстояние между поперечными кромками смежных вырезов, м; $c=8a_0$, м;

b – ширина люкового выреза, м.

Минимальный радиус скругления углов вырезов у палубного тринге$ра r_{min}$=300мм

Вывод:

- составить таблицу 3.12 Конструктивные элементы палубного перекрытия;

- начертить схему поперечного сечения корпуса судна с указанием размеров связей палубного перекрытия.

Таблица 3.12 - Конструктивные элементы палубного перекрытия

№поз.	Наименование конструктивного элемента	Обозначение	Размер
	Количество продольных подпалубных балок на ½ ширины судна	n	
	Расстояние между продольными подпалубными балками	a_0	
	Расстояние между бимсами	$4a_0$	
	Количество карлингсов	$n_к$	
	Расстояние между карлингсами	b_1	
	Расстояние между карлингсом и внутренним бортом	b_2	
1	Продольные подпалубные балки		
2	Рамные бимсы		
3	Карлингсы		
4	Комингс грузового люка	.	
5	Кница комингса грузового люка		
6	Кница концевого карлингса		
7	Грузовой люковый вырез		
8	Отбойный лист (для танкеров)		

3.9 Определение нагрузки на поперечную переборку и толщины обшивки поперечной переборки. Определение размеров связей поперечной переборки по «Правилам…» Регистра

Задание

1. Определить расчётную нагрузку на поперечную переборку судна.

2. Определить минимальную толщину обшивки поперечной переборки судна

3. Определить расчётную толщину обшивки поперечной переборки судна. Сделать вывод о проделанной работе, составить таблицу и начертить схему поперечной переборки судна.

4. Определить общее число поперечных переборок.

5. Определить размеры балок основного набора поперечной переборки.

6. Определить размеры балок рамного набора поперечной переборки.

7. Определить размеры крепления концов балок основного и рамного набора.

8. Сделать вывод о проделанной работе, составить таблицу и начертить

схему поперечного сечения корпуса судна с указанием размеров связей поперечной переборки.

Методические указания и порядок выполнения работы

Определение нагрузки на поперечную переборку

Расчётное давление P_n, кПа, на конструкции водонепроницаемых переборок определяется по [5, ф. 2.7.3.1]

$$P_n=\alpha \cdot z_n \quad (88)$$

где α=7,5 – для всех переборок, кроме форпиковой.

z_n - расстояние, измеренное в диаметральной плоскости, от точки приложения расчётной нагрузки до палубы переборок, м, определяемое по формуле

$$z_n=D-h_{в.к.} \quad (89)$$

В любом случае расчётное давление для конструкций водонепроницаемых переборок должно быть не менее 12 кПа.

Расчётное давление на переборки цистерн, грузовых и балластных танков p, кПа, определяется согласно [5, 1.3.4.2], формуле 46.

$$p=p_r=\rho_r \cdot g \cdot z_i+p_к$$

Расчётное давление на отбойный лист должно быть не менее 25 кПа.

Расчётное давление на переборки, ограничивающие трюмы для тяжёлого навалочного груза определяется согласно [5, 1.3.4.3], но не менее 20 кПа.

Определение минимальной толщины обшивки поперечной переборки.

Толщина обшивки водонепроницаемых переборок должна быть не менее минимальной толщины s_{min}, мм, определяемой по [5, ф. 2.7.4.1-1]

$$S_{min}=4+0,02 \cdot L \quad (90)$$

Для танкеров в районе грузовых и балластных танков, s_{min} , мм, обшивки переборки и элементов, находящихся внутри этих танков должна быть не менее требуемой в [5, 3.5.4]

$$s_{min}=5,5+0,035 \cdot L \quad \text{при } L \leq 80\text{м} \quad (91)$$

$$s_{min}=6,7+0,002 \cdot L \quad \text{при } L \geq 80\text{м} \quad (92)$$

Определение толщины обшивки поперечной переборки

Толщина обшивки переборок $S_{n.}$, мм, должна быть не менее определяемой по [5, ф. 1.6.4.4], формуле 24:

$S_{n.}=m \cdot a \cdot k \cdot \sqrt{(p/k_\sigma \cdot \sigma_n)}+\Delta s$

где m=15,8;

p – расчетное давление на конструкции поперечной переборки, кПа, определённой по [5, ф. 2.7.3.1], формуле 83, согласно [5, 2.7.4.1];

k_σ=0,9

U - согласно [5, таблица 1.1.5.2, п.5.1], (смотри Приложение А).

При этом толщину обшивки непроницаемых переборок не принимают больше толщины соответствующих по высоте поясьев бортовой обшивки.

Согласно [5, 2.7.4.1], толщина нижнего пояса поперечной переборки вследствие повышенной коррозии должна быть на 1мм больше S_n, но не менее 6 мм.

Ширина нижнего пояса переборки, считая от второго дна, должна быть не менее 0,9 м.

Вывод:

– указать величину расчётной нагрузки P_n на обшивку поперечной переборки;

– составить таблицу 13 Размеры поясьев обшивки поперечной переборки, указать габаритные размеры поперечной переборки;

– начертить схему поперечной переборки судна с указанием размеров поясьев обшивки.

Таблица 13 - Размеры поясьев обшивки поперечной переборки

Позиции	**Наименование пояса**	**Толщина пояса, мм**	**Ширина пояса, мм**
1	Обшивка поперечной переборки		
2	Нижний пояс поперечной переборки		
	Габаритные размеры поперечной переборки:		
	Ширина $B_п$=		
	Высота $H_п$=		

Определение размеров связей поперечной переборки по «Правилам…» Регистра

Определение общего числа поперечных переборок

Общее число поперечных водонепроницаемых переборок, включая переборки форпика и ахтерпика, должно быть не менее указанного в [5, табл.2.7.1.3].

Указать количество принятых на судне поперечных водонепроницаемых переборок с учётом данных, указанных в таблице 1.

Указать конструкцию переборки – плоская или гофрированная.

Определение размеров балок основного набора поперечной переборки

Указать, какие балки – вертикальные стойки или горизонтальные балки являются балками основного набора.

Указать количество балок основного набора.

Указать количество шельфов, устанавливаемых в горизонтальной плоскости бортовых платформ и расстояние между ними, м.

Указать количество рамных стоек, устанавливаемых в вертикальной плоскости днищевых стрингеров и карлингсов, и расстояние между ними.

Момент сопротивления вертикальных стоек или горизонтальных балок переборок W, $см^3$ должен быть не менее определяемого по [5, ф. 1.6.4.1], по формуле 47. При этом:

p - расчетное давление на конструкции поперечной переборки, кПа, определённое по [5, ф. 2.7.3.1], формуле 83;

a - шпация, расстояние между стойками либо горизонтальными балками, м, согласно [5, 2.7.4.1];

l - расчетная длина пролета балки, м;

– для вертикальной стойки расчетная длина пролета равна расстоянию между шельфами, устанавливаемыми в горизонтальной плоскости бортовых платформ, м;

– для горизонтальной балки расчетная длина пролета равна расстоянию между рамными стойками, устанавливаемыми в вертикальной плоскости днищевых стрингеров и карлингсов, м;

m – согласно [5, табл. 2.7.4.2, 2.7.4.3-1], таблицы 14, 15;

k_σ=0,75 согласно [5, 2.7.4.3-1];

U – согласно [5, табл. 1.1.5.2, п.5.1] (смотри Приложение А).

Таблица 14 - Значение коэффициента *m*

Элементы набора	*m*
Однопролетные стойки:	
оба конца срезаны «на ус»	8
верхний конец срезан «на ус», а нижний приварен к опорной конструкции	9
оба конца приварены к опорной конструкции	10
верхний конец приварен к опорной конструкции, а нижний подкреплен кницей[1]	14
оба конца подкреплены кницами[1]	18
Многопролетные стойки:	
в пролете	18
в промежуточном опорном сечении, если стойка проходит через опорную конструкцию, не разрезаясь[2]	12
Горизонтальные балки	12

[1]Дополнительно выполняется проверка прочности в опорном сечении с учетом кницы в его составе при *m* = 12.

[2]С учетом кницы в опорном сечении, если она установлена.

Таблица 15 -Значение коэффициента *m*

Балка набора	Параметр	Число распорок			
		0	1	2	3
Рамная стойка	*m*	11	24	24	24
	n	0,5	0,325	0,3	0,275
Горизонтальная рама	*m*	18	36	36	36
	n	0,5	0,35	0,3	0,3

По вычисленному моменту сопротивления необходимо выбрать по справочнику балки катаного профиля для вертикальных стоек или горизонтальных балок поперечной переборки.

Определение размеров балок рамного набора поперечной переборки

Определение размеров рамных стоек поперечной переборки

Момент сопротивления рамных стоек W, см^3, должен быть не менее определяемого по [5, ф. 1.6.4.1], по формуле 47. При этом:

a – расстояние между рамными стойками, м;

l – расчетная длина пролета рамной стойки, равная расстоянию между верхней палубой и вторым дном, м;

m– согласно [5, табл. 2.7.4.3-1];

k_σ=0,75 согласно [5, 2.7.4.3-1];

По вычисленному моменту сопротивления необходимо выбрать по справочнику балки катаного профиля для рамных стоек поперечной переборки.

Определение размеров шельфов поперечной переборки

Момент сопротивления шельфа, W, см^3, определяется аналогично по [5, ф. 1.6.4.1], по формуле 47. При этом:

a – расстояние между шельфами, м;

l – расчетная длина пролета шельфа, равная расстоянию между рамными стойками, м;

m– согласно [5, табл. 2.7.4.3-1];

k_σ=0,75 согласно [5, 2.7.4.3-1];

U - согласно [5, табл. 1.1.5.2, п.5.1], (смотри Приложение А).

По вычисленному моменту сопротивления необходимо выбрать по справочнику балки катаного профиля для шельфов поперечной переборки.

Определение размеров крепления концов балок основного и рамного набора

Соединение балок основного набора

Верхние и нижние концы вертикальных стоек поперечной переборки соединены с продольными подпалубными балками и настилом 2-го дна при помощи книц, размеры которых определяют согласно [5, 1.7.2.2].

Размеры книц, *C*, см, измеренные в соответствии с рисунком 5, [5,

1.7.2.2.1] должны определяться по [5, ф. 1.7.2.2.1]

$$C=5\cdot\sqrt{W/S} \qquad (93)$$

где W – момент сопротивления сечения закрепляемой балки, см^3; S – толщина кницы, мм.

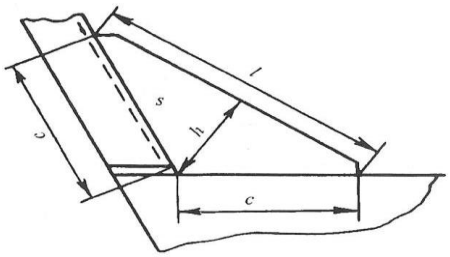


Рисунок 5-Размеры книц

Толщина кницы принимается равной толщине стенки закрепляемой балки. Она может быть уменьшена на 1 мм, если толщина стенки больше 7 мм; на 2 мм, если толщина стенки больше 12 мм.

Если кница соединяет две балки разного профиля, при определении размеров кницы используются характеристики меньшего профиля.

Высота кницы, *h*, см, должна быть не менее 0,7 требуемого размера *C*:

$$h\geq 0,7\cdot C$$

При длине свободной кромки кницы *l*, мм, больше 45S необходимо наличие фланца (пояска). Ширина фланца должна быть не менее 50 мм, ширина пояска – не менее 75 мм. Толщина пояска не должна быть меньше толщины кницы.

Соединение балок рамного набора

Верхние и нижние концы рамных стоек поперечной переборки соединены с продольными рамными балками палубы и днища (карлингсами, вертикальным килем и днищевыми стрингерами) при помощи книц, размеры которых определяют согласно [5, 1.7.2.3].

Высота и ширина книц, соединяющих балки рамного набора между собой или с переборками, должны быть не менее высоты стенки рамной балки или меньшей из соединяемых рамных балок.

Толщина кницы принимается равной меньшей толщине стенки соединяемых рамных балок.

Соединения балок рамного набора рекомендуется выполнять скруглёнными кницами, радиус которых не должен быть меньше высоты меньшей из соединяемых рамных балок.

В соединениях балок рамного набора кницы должны иметь по свободной кромке поясок шириной не менее 75 мм или отогнутый фланец шириной не менее 50 мм.

Указать размеры книц, установленных на поперечной переборке:

- в плоскости шельфов в районе внутренних бортов;
- в плоскости вертикальных стоек под шельфами.

В плоскости шельфов рамные стойки с обеих сторон подкрепляют бракетами, если размеры рамных стоек больше размеров шельфов.

В плоскости рамных стоек шельфы подкрепляют снизу бракетами, если размеры шельфов больше размеров рамных стоек.

Вывод

- составить таблицу 16 Конструктивные элементы поперечной переборки;
- начертить схему поперечного сечения корпуса судна с указанием габаритных размеров и размеров связей поперечной переборки.

Таблица 16 - Конструктивные элементы поперечной переборки

№поз.	**Наименование конструктивного элемента**	**Обозначение**	**Размер**
	Количество поперечных переборок на судне	$n_п$	
	Количество балок основного набора	$n_б$	
	Расстояние между балками основного набора	a_0	
	Количество рамных стоек	$n_р$	
	Расстояние между рамными стойками	b_1	
	Количество шельфов	$n_ш$	
	Расстояние между шельфами	$h_ш$	
1	Балки основного набора		
2	Рамные стойки		
3	Шельфы	.	
4	Кницы основного набора		
5	Кницы рамных стоек		
6	Кницы шельфов		
7	Бракеты		

1. Графическая часть

Используя полученные расчеты начертить схему поперечного сечения корпуса судна с указанием габаритных размеров и размеров связей поперечной переборки.

Чертеж выполняется на компьютере и распечатываются на листах

бумаги стандартного размера ГОСТ 2.301-68 «Форматы»

- формат А3.

Линии рамки и основной надписи должны быть выполнены в соответствии с ГОСТ 2.303-68 «Линии». Шрифт в основной надписи и на поле чертежа должен соответствовать ГОСТ 2.304-68 «Шрифты чертёжные». Размеры должны быть указаны размерными числами и размерными линиями и проставлены в соответствии с правилами ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений».

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1 Горячев А. Устройство и основы теории морских судов / А. Горячев – Л: Судостроение, 2012 – 260 с.

2 Жинкин, В.Б. Теория и устройство корабля: учебник для среднего профессионально- го образования / В.Б. Жинкин.- 5-е изд., испр. и доп.- Москва: Издательство Юрайт, 2020. - 379с. https://urait.ru/viewer/teoriya-i-ustroystvo-korablya-448749#page/3

3 Окунев М. М. Краткое руководство теории кораблестроения / М.М. Окунев Издательство: Гангут, 2012 – 280 с.

4 Окунев М. М. Теория и практика кораблестроения / М.М. Окунев – Издательство: Книга по требованию, 2012 – 300 с.

5 Правила классификации и постройки морских судов. Часть 2 Корпус, РМРС- Л: Транспорт, 2020 - 294 с.

6 Шугалеева Т.И., Сейлева А.А., Кудрявцева Е.К. Методические рекомендации к выполнению письменных работ для курсантов (студентов) обучающихся по программам среднего профессионального образования – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2025. – 52 с.

Дополнительная литература

7 Проектирование судов. Ашик В.В. – Л: Судостроение, 1985 – 320 с.

8 Антонов А.А. Устройство морского судна / А.А.Антонов, Р.Ф. Недра – М: Транспорт, 1968 – 222 с.

9 Ваганов Н.В. Общее устройство судов / Н.В. Ваганов, Н.С. Карпов - Л: Су- достроение, 1986 – 268 с.

10 Гажиев А. В. Судостроительное черчение / А. В. Гажиев, Н. В. Кошкалда.- Л.: Судостроение, 1979.-184с.

11 Гурович А.Н. Судовые устройства и внутреннее оборудование судов / А.Н. Гурович – Л: Судостроение, 1970 – 185 с.

12 Журналы «Судостроение», «Судоходство», «Морской флот» и др.

13 Лазарев В.Н. Проектирование конструкций судового корпуса и основы прочности / В.Н. Лазарев, Н.В. Юношева – Л: Судостроение, 1989 – 314 с.

14 Ситченко Н.К. Общее устройство судов / Н.К. Ситченко, Л.С. Ситченко – Л: Судостроение, 1987 – 328 с.

15 Фрид Е.Г. Устройство судов / Е.Г. Фрид - Л: Судостроение, 1982 – 360 с.

16 Чайников Н.Г. Общее устройство судна / Н.Г. Чайников – М:

Транспорт, 1989 – 208 с.

Приложение А

Таблица А.1 - Среднегодовое уменьшение толщины элементов конструкций корпуса, [5, табл.1.1.5.2]

Среднегодовое уменьшение толщины элементов конструкций корпуса

№ п/п	Элемент конструкции корпуса	*u*, мм/год	
		группа I	группа II
1	**Настил палуб и платформ**		
1.1	Верхняя палуба	0,1	0,2[1,2]
1.2	Нижняя палуба	0,11	—
1.3	Палуба в жилых и производственных помещениях	0,14	0,14
2	**Бортовая обшивка**		
2.1	Борт при отсутствии второго борта:		
2.1.1	надводный	0,1	0,13[2]
2.1.2	в районе переменных ватерлиний	0,17	0,19[2]
2.1.3	ниже района переменных ватерлиний	0,14	0,16
2.2	Борт при наличии второго борта (отсеки двойного борта не предназначены для заполнения):		
2.2.1	надводный	0,1	0,1
2.2.2	в районе переменных ватерлиний	0,17	0,17
2.2.3	ниже района переменных ватерлиний	0,14	0,14
2.3	Борт при наличии второго борта (отсеки двойного борта предназначены для груза, топлива или балласта):		
2.3.1	надводный:		
	.1 цистерна заполнена топливом	0,19	0,19
	.2 цистерна для приема балласта	0,21	0,21
2.3.2	в районе переменных ватерлиний:		
	.1 цистерна заполнена топливом	0,18	0,18
	.2 цистерна для приема балласта	0,21	0,21
2.3.3	ниже района переменных ватерлиний:		
	.1 цистерна заполнена топливом	0,17	0,17
	.2 цистерна для приема балласта	0,18	0,18
3	**Днищевая обшивка**		
3.1	Днище при отсутствии второго дна:		
3.1.1	включая скулу	0,14	—
3.1.2	в районе грузовых танков	—	0,17
3.1.3	в районе топливных цистерн	0,17	0,17
3.1.4	в районе балластных отсеков	0,2	0,2
3.2	Днище при наличии второго дна:		
3.2.1	включая скулу	0,14	0,14
3.2.2	в районе топливных цистерн	0,15	0,15
3.2.3	в районе балластных отсеков	0,2	0,2
4	**Настил второго дна, скуловых цистерн и трапецеидальные опоры под поперечными переборками**		
4.1	Второе дно в районе грузовых трюмов (танков):		
4.1.1	в районе топливных цистерн	0,12	0,17
4.1.2	в районе балластных отсеков	0,15	0,2
4.1.3	в районе котельного отделения	0,3	0,3
4.1.4	в районе машинного отделения	0,2	0,2
4.1.5	без деревянного настила в трюмах, если предусматривается выполнение грузовых операций грейферами	0,3	0,3
4.2	Скуловые цистерны, трапецеидальные опоры под поперечными переборками, междудонный лист:		
4.2.1	обшивка скуловых цистерн и трапецеидальных опор:		
	нижний пояс	0,25	0,3
	прочие поясья	0,12	0,17
4.2.2	междудонный лист (наклонный и горизонтальный)	0,2	0,22
4.2.3	междудонный лист в котельном отделении:		
	наклонный	0,28	0,3
	горизонтальный	0,23	0,28
5	**Обшивка продольных и поперечных переборок второго борта**		
5.1	Водонепроницаемые переборки:		
5.1.1	верхний пояс	0,1	—
5.1.2	средний пояс	0,12	—
5.1.3	нижний пояс	0,13	—
5.2	Переборки между трюмами для навалочных грузов:		
5.2.1	верхний пояс (0,1*D* от верхней палубы)	—	0,13
5.2.2	прочие поясья	—	0,18
5.3	Переборки между трюмами для комбинированных грузов:		
5.3.1	верхний пояс (0,1*D* от верхней палубы)	—	0,16
5.3.2	прочие поясья	—	0,18

Продолжение таблицы А.1, [4, табл.1.1.5.2]

№ п/п	Элемент конструкции корпуса	u, мм/год	
		группа I	группа II
5.4	Переборки между грузовыми танками:		
5.4.1	верхний пояс (0,1D от верхней палубы)	—	0,2[2]
5.4.2	средний пояс	—	0,13[2]
5.4.3	нижний пояс	—	0,18
5.5	Переборки между грузовыми и балластными отсеками:		
5.5.1	верхний пояс (0,1D от верхней палубы)	0,13	0,3
5.5.2	средний пояс	0,15	0,25
5.5.3	нижний пояс	0,16	0,2
5.6	Подпалубные цистерны	0,12	0,2
6	**Набор палуб и платформ**		
6.1	Продольные подпалубные балки и бимсы палуб и платформ, ограничивающих:		
6.1.1	трюмы для генеральных грузов	0,12	—
6.1.2	трюмы для навалочных грузов	—	0,15
6.1.3	трюмы для комбинированных грузов	—	0,18
6.1.4	грузовые танки	—	0,25[2]
6.1.5	топливные цистерны	0,15	0,17
6.1.6	балластные отсеки	0,18	0,2
6.2	Карлингсы, рамные бимсы палуб и платформ, ограничивающих:		
6.2.1	трюмы для генеральных грузов	0,12	—
6.2.2	трюмы для навалочных грузов	—	0,13
6.2.3	трюмы для комбинированных грузов	—	0,15
6.2.4	грузовые танки	—	0,2[2]
6.2.5	топливные цистерны	0,19	0,19
6.2.6	балластные отсеки	0,21	0,21
6.3	Комингсы грузовых люков	0,1	0,12
7	**Набор бортов и переборок**		
7.1	Продольные балки, основные и рамные шпангоуты, распорки, вертикальные стойки и горизонтальные рамы бортов и переборок, ограничивающих:		
7.1.1	трюмы для генеральных грузов	0,1	—
7.1.2	трюмы для навалочных грузов	—	0,13
7.1.3	трюмы для комбинированных грузов	—	0,15
7.1.4	грузовые танки	—	0,2[2,3]
7.1.5	топливные цистерны	0,18[3]	0,18[3]
7.1.6	балластные отсеки	0,21	0,21
8	**Набор днища и второго дна**		
8.1	Вертикальный киль, днищевые стрингеры, флоры и продольные балки днища при отсутствии второго дна:		
8.1.1	в отсеках для генеральных грузов	0,14	—
8.1.2	в грузовых танках	—	0,2
8.1.3	в балластных отсеках	0,2	0,2
8.1.4	в районе под котлами	0,3	0,3
8.2	Вертикальный киль, днищевые стрингеры, флоры и продольные балки днища и второго дна в отсеках двойного дна:		
8.2.1	не предназначенных для заполнения	0,14	0,14
8.2.2	в топливных цистернах	0,15	0,15
8.2.3	в балластных цистернах	0,2	0,2
8.2.4	в районе под котлами	0,25	0,25
9	**Надстройки, рубки и фальшборт**		
9.1	Обшивка	0,1	0,1
9.2	Набор	0,1	0,1

[1] Для комбинированных судов и судов для навалочных грузов u = 0,15 мм/год.
[2] При заполнении отсеков инертным газом u увеличивается на 10 %.
[3] Для горизонтальных балок, расположенных на верхнем участке шириной 0,1 высоты отсека, u = 0,25 мм/год.

Приложение Б

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

№ варианта	Тип судна	Материал корпуса	Главные размерения судна, м			
			$L_{пп}$	B	D	d
1	Контейнеровоз	РСА 32	143,0	20,0	12,5	7,5
2	Танкер	РСА 32	113,0	16,7	8,3	7,0
3	Танкер	РСА	104,5	15,0	7,5	6,0
4	Контейнеровоз	РСА 32	138,0	19,2	10,4	8,5
5	Универсальный сухогруз	РСА 32	131,5	19,0	11,5	7,6
6	Лесовоз	РСА	102,0	15,3	7,2	6,0
7	Универсальный сухогруз	РСА 32	118,0	16,8	9,5	7,0
8	Универсальный сухогруз	РСА	96,4	14,4	8,4	6,0
9	Универсальный сухогруз	РСА 32	126,0	17,9	10,8	7,0
10	Лесовоз	РСА 32	114,0	16,1	8,25	7,0
11	Универсальный сухогруз	РСА	94,0	14,6	6,0	3,2
12	Навалочное судно	РСА	104,5	15,2	7,5	6,2
13	Танкер	РСА 36	188,0	25,8	13,7	10,35
14	Грузовое судно	РСА	62,0	9,6	4,4	4,0
15	Грузо-пассажирское судно	РСА	42,0	8,4	3,6	3,25
16	Буксир	РСА	43,7	9,6	5,0	3,8
17	Контейнеровоз	РСА 32	114,0	16,1	8,25	7,0
18	Универсальный сухогруз	РСА 32	150,5	21,0	13,0	8,0
19	Танкер	РСА 32	128,0	18,0	9,2	7,8
20	Танкер	РСА 32	140,0	20,6	11,0	8,7
21	Танкер	РСА 32	142,0	22,4	12,15	8,25
22	Контейнеровоз	РСА 32	108,0	15,4	7,3	5,8
23	Танкер	РСА 40	273,6	38,62	21,6	15,0

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 009B2066B13EC6BD3AC9D4657D6DE2BAFF
Владелец Левков Сергей Андреевич
Действителен с 21.02.2025 по 17.05.2026