

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Факультета авиационной и морской техники

 Красильникова О.А.

«21» 06 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Корабельные (судовые) системы»

Направление подготовки	26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры
Направленность (профиль) образовательной программы	Кораблестроение
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020, 2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Кораблестроение»

Разработчик рабочей программы:


Старший преподаватель

  
Гуменок Н.С.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Кораблестроение»

  
Каменских И.В.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Корабельные (судовые) системы» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации ФГОС ВО, утвержденный приказом Минобрнауки России от 14.08.2020 № 1021, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Кораблестроение» по направлению подготовки «26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 30.001 «СПЕЦИАЛИСТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И КОНСТРУИРОВАНИЮ В СУДОСТРОЕНИИ».

Обобщенная трудовая функция: В Выполнение проектно-конструкторской документации и подготовка документов при техническом сопровождении производства судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей.

ТД-3 Проработка и исполнение технических решений по проектированию судна или плавучего сооружения, его отдельных систем и изделий,

Необходимые знания:

НЗ-7 Основы проектирования, конструирования и производства судов и их составных частей.

Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> <li>- освоение основных понятий в области судовых систем;</li> <li>- формирование знаний по теоретическим основам, устройству, конструкции, испытаниям и работе судовых систем;</li> <li>- освоение практических методов расчетов основных элементов судовых систем;</li> <li>- формирование знаний о совокупности приспособлений, механизмов и машин, судовых систем, обеспечивающих различные потребности корабля (судна) и являющихся важнейшей составной частью кораблей (судов) любого типа и назначения, а также понимания необходимости системного подхода к оснащению судна.</li> </ul>
Основные разделы / темы дисциплины	<p><b>Конструктивные элементы корабельных (судовых) систем:</b> Введение, Состав гидравлической системы и общие требования к ней, Конструктивные элементы судовых систем, Конструктивные элементы корабельных (судовых) систем</p> <p><b>Принципы проектирования корабельных (судовых) систем:</b> Принципы расчета и этапы проектирования судовых систем, Гидравлический расчет трубопроводов, Требования Правил Регистра к судовым системам и их проектированию, Принципы проектирования корабельных (судовых) систем</p> <p><b>Механизмы корабельных (судовых) систем:</b> Механизмы судовых систем, Механизмы корабельных (судовых) систем</p> <p><b>Общекорабельные (общесудовые) системы:</b> Трюмно-балластные системы, Противопожарные системы, Санитарно-бытовые системы, Системы искусственного микроклимата, Системы различного назначения, Общекорабельные (общесудовые) системы</p> <p><b>Специальные системы танкеров:</b> Специальные системы танкеров, Судовая грузовая система</p>

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Корабельные (судовые) системы» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен участвовать в разработке проектов судов и средств океанотехники, энергетических установок и функционального оборудования, судовых систем и устройств, систем объектов морской (речной) инфраструктуры с учетом технико-эксплуатационных, эргономических, технологических, экономических, экологических требований с использованием информационных технологий	<p>ПК-1.1 Знает основные методы и этапы разработки проектов судов и средств океанотехники, функционального оборудования, судовых систем и устройств</p> <p>ПК-1.2 Умеет выполнять расчеты при проектировании судов и средств океанотехники, функционального оборудования, судовых систем и устройств с использованием информационных технологий</p> <p>ПК-1.3 Владеет навыками проектирования судов и средств океанотехники с учетом технико-эксплуатационных, эргономических, технологических, экономических, экологических требований</p>	<p><b>Знать</b> устройство, основы функционирования и проектирования судовых систем с учетом технико-эксплуатационных требований; методы обеспечения технологичности и ремонтпригодности, унификации и стандартизации судовых систем;</p> <p><b>Уметь</b> выполнять проектные расчеты элементов судовых систем с учетом требований технологичности, ремонтпригодности, унификации и стандартизации;</p> <p><b>Владеть навыками</b> выбора элементов судовых систем с учётом требований технологичности, ремонтпригодности, унификации и стандартизации, а также технико-эксплуатационных требований</p>

## 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Корабельные (судовые) системы» изучается на 3 курсе, 5 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Общее устройство судов», «Учебная практика (ознакомительная практика)».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Корабельные (судовые) системы», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Экологическая безопасность», «Теория корабля», «Энергетические комплексы морской техники», «Прочность и вибрация судов различных типов», «Проектирование судов (кораблей)», «Б1.В.ДВ.02.01 Устройство корветов и подводных лодок», «Б1.В.ДВ.02.02 Специальные системы и устройства судна», «Б1.В.ДВ.08.01 Особенности проектирования су-

дов различных типов», «Б1.В.ДВ.08.02 Особенности проектирования объектов океанотехники», «Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика), 6 семестр», «Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика), 8 семестр», «Производственная практика (преддипломная практика)».

Дисциплина «Корабельные (судовые) системы» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения / выполнения практических занятий, самостоятельных работ.

Дисциплина «Корабельные (судовые) системы» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся умения аргументировать, самостоятельно мыслить, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий.

#### **4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 з.е., 108 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	48
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками), в том числе в форме практической подготовки:	32
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки:	16 6
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	60
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой	0

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Конструктивные элементы корабельных (судовых) систем</b>				
<b>Введение</b> <i>Общая характеристика и классификация судовых систем. Обзор развития судовых систем</i>	2			
<b>Состав гидравлической системы и общие требования к ней</b> <i>Бортовая и путевая арматура судовых систем, ее виды и принцип работы. Трубопроводы и путевые соединения. Элементы автоматики судовых систем.</i>	4			
<b>Конструктивные элементы судовых систем</b>		4		
<b>Конструктивные элементы корабельных (судовых) систем</b>				7
<b>Принципы проектирования корабельных (судовых) систем</b>				
<b>Принципы расчета и этапы проектирования судовых систем</b> <i>Гидравлические и тепловые расчёты корабельных систем. Принципиальные схемы размещения механизмов и трассировки трубопроводов</i>	4			
<b>Гидравлический расчет трубопроводов</b>		2		
<b>Требования Правил Регистра к судовым системам и их проектированию</b>	2	2*		

<b>Принципы проектирования корабельных (судовых) систем</b>				7
<b>Механизмы корабельных (судовых) систем</b>				
<b>Механизмы судовых систем</b> <i>Классификация и основные параметры машин, общие требования к ним. Объемные и динамические насосы. Компрессоры, вентиляторы, кондиционеры и холодильные машины. Аккумуляторы систем гидравлики</i>	2	4		
<b>Механизмы корабельных (судовых) систем</b>				7
<b>Общекорабельные (общесудовые) системы</b>				
<b>Трюмно-балластные системы</b> <i>Основные требования. Осушительная и водоотливная системы. Балластная система</i>	3			
<b>Противопожарные системы</b> <i>Способы борьбы с огнем. Классификация систем. Системы водотушения, спринклерная, водяного орошения, водораспыления, и водяных завес. Системы паротушения, углекислого тушения, жидкостного тушения, пенотушения</i> <i>Сравнительный анализ противопожарных систем и их возможностей</i>	3	2*		
<b>Санитарно-бытовые системы</b> <i>Назначение и требования к воде. Система питьевой воды. Системы мытьевой и забортной воды. Сточно-фановая система, в т.ч. подводных лодок. Бортовые системы переработки бытовых отходов.</i>	3			
<b>Системы искусственного микроклимата</b> <i>Микроклимат корабельных помещений. Назначение систем отопления, требования к ним и их расчет. Система парового отопления. Система водяного отопления. Система воздушного отопления. Система вентиляции, ее расчет. Система кондиционирования воздуха</i>	3			
<b>Системы различного назначения</b> <i>Рефрижераторные системы, их классификация. Системы воздуха высокого, среднего и низкого давления. Системы рулевой и судовой гидравлики</i>	3			
<b>Общекорабельные (общесудовые) системы</b>				24
<b>Специальные системы танкеров</b>				
<b>Специальные системы танкеров</b> <i>Требования к системам танкеров. Грузовая и зачистная системы, назначение и устройство хранилищ. Системы орошения палубы, мойки танков, дыхательная (газоотводная), пропаривания</i>	3			15

<b>Судовая грузовая система</b>		2*		
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	32	16		60

\* реализуется в форме практической подготовки

## **6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

<b>Компоненты самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов</b>
Изучение теоретических разделов дисциплины	24
Подготовка опорного конспекта	14
Подготовка к семинару	6
Выполнение отчета и подготовка к защите РГР	16

## **7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

1 Бабич, А.В. Специальные системы нефтеналивных судов : курс лекций / А.В. Бабич. – М. : Московская государственная академия водного транспорта, 2014. – 31 с. // iprbooks : электронно-библиотечная система. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/46840.html> (Дата обращения 20.06.2021). – Режим доступа: по подписке.

2 Бабич, А.В. Судовые вспомогательные механизмы и системы. Раздел «Судовые насосы» : курс лекций / А.В. Бабич. – М. : Московская государственная академия водного транспорта, 2013. – 42 с. // iprbooks : электронно-библиотечная система. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/46847.html> (Дата обращения 20.06.2021). – Режим доступа: по подписке.

3 Косыгин, И.А. Судовые вспомогательные системы и механизмы : курс лекций / И.А. Косыгин, О.А. Тюрина. – М. : Московская государственная академия водного транспорта, 2015. – 80 с. // iprbooks : электронно-библиотечная система. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/46848.html> (Дата обращения 20.06.2021). – Режим доступа: по подписке.

4 Бабич, А.В. Энергетическое оборудование, механизмы и системы судна : курс лекций / А.В. Бабич. – М. : Московская государственная академия водного транспорта, 2014. – 50 с. // iprbooks : электронно-библиотечная система. – URL:



<http://www.iprbookshop.ru/46908.html> (Дата обращения 20.06.2021). – Режим доступа: по подписке.

#### 8.2 Дополнительная литература

1 Жинкин, В.Б. Теория и устройство корабля : учебник для вузов / В.Б. Жинкин. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Судостроение, 2010. – 407 с.

2 Сизов, Г.Н. Судовые насосы и вспомогательные механизмы : учеб. пособие для вузов / Г.Н. Сизов, Ю.К. Аристов, Н.В. Лукин. – М.: Транспорт, 1982. – 303 с.

3 Хордас, Г.С. Расчёты общесудовых систем : справочник / Г.С. Хордас. – Л. : Судостроение, 1983. – 440 с.

4 Чиняев, И.А. Судовые системы : учебник для ин-тов водн.трансп. / И. А. Чиняев. - 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1984. – 216 с.

#### 8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1 Овчинников, И.Д. Судовые системы: сборник заданий и метод. указания для выполнения практических заданий / И.Д. Овчинников. - Комсомольск-на-Амуре : рукопись.

2 Космынин, А.В. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы в примерах и задачах. Учеб. пособие / А.В. Космынин, О.А. Красильникова В.С. Виноградов; Под. ред А.В. Космынина.- Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2002. -199 с.

8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM. Договор № 4997 эбс ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 004 6311 244 от 13 апреля 2021 г.

2 Электронно-библиотечная система IPRbooks. Лицензионный договор № ЕП 44/4 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 003 6311 244 от 05 февраля 2021 г.

3 Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU (периодические издания) Договор № ЕП 44/3 на оказание услуг доступа к электронным изданиям ИКЗ 211 272 7000769 270 301 001 0010 002 6311 244 от 04 февраля 2021 г.

8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Российский морской регистр судоходства. - URL: <http://www.rs-class.org/ru>. - Режим доступа: свободный.

2. Российский речной регистр судоходства. - URL: <https://www.rivreg.ru/>. – Режим доступа: свободный.

8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
OnlyOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.onlyoffice.com/ru/download-desktop.aspx">https://www.onlyoffice.com/ru/download-desktop.aspx</a>
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>

## 9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом иписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

### **9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## **10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **10.1 Учебно-лабораторное оборудование**

Отсутствует

### **10.2 Технические и электронные средства обучения**

#### **Лекционные занятия.**

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой

аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

#### **Практические занятия.**

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

#### **Самостоятельная работа.**

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КНАГУ:

- компьютерные классы (ауд. 228 корпус № 3).

## **11 Иные сведения**

### **Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ****по дисциплине****«Корабельные (судовые) системы»**

Направление подготовки	26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры
Направленность (профиль) образовательной программы	Кораблестроение
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020, 2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Кораблестроение»

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>ПК-1 Способен участвовать в разработке проектов судов и средств океанотехники, энергетических установок и функционального оборудования, судовых систем и устройств, систем объектов морской (речной) инфраструктуры с учетом технико-эксплуатационных, эргономических, технологических, экономических, экологических требований с использованием информационных технологий</p>	<p>ПК-1.1 Знает основные методы и этапы разработки проектов судов и средств океанотехники, функционального оборудования, судовых систем и устройств            ПК-1.2 Умеет выполнять расчеты при проектировании судов и средств океанотехники, функционального оборудования, судовых систем и устройств с использованием информационных технологий            ПК-1.3 Владеет навыками проектирования судов и средств океанотехники с учетом технико-эксплуатационных, эргономических, технологических, экономических, экологических требований</p>	<p><b>Знать</b> устройство, основы функционирования и проектирования судовых систем с учетом технико-эксплуатационных требований; методы обеспечения технологичности и ремонтпригодности, унификации и стандартизации судовых систем;  <b>Уметь</b> выполнять проектные расчеты элементов судовых систем с учетом требований технологичности, ремонтпригодности, унификации и стандартизации;  <b>Владеть навыками</b> выбора элементов судовых систем с учетом требований технологичности, ремонтпригодности, унификации и стандартизации, а также технико-эксплуатационных требований</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Разделы 1 – 5	ПК-1	Задачи практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность анализировать и обобщать информацию;</li> <li>- способность синтезировать новую информацию;</li> <li>- способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения;</li> <li>установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.</li> </ul>
Разделы 1, 3	ПК-1	Доклад, сообщение по тематике	<ul style="list-style-type: none"> <li>- соответствие выступления теме, поставленным целям и задачам;</li> <li>- глубина / полнота рассмотрения темы;</li> </ul>

		практического занятия	<ul style="list-style-type: none"> <li>- логичность / структурированность / целостность выступления;</li> <li>- речевая культура (стиль изложения, ясность, четкость, лаконичность, красота языка, учет аудитории, эмоциональный рисунок речи, доходчивость, пунктуальность, невербальное сопровождение, оживление речи афоризмами, примерами, цитатами и т.д.);</li> <li>- используются ссылки на информационные ресурсы (сайты, литература);</li> <li>- наглядность / презентабельность (если требуется);</li> <li>- самостоятельность суждений / владение материалом / компетентность</li> </ul>
Раздел 4	ПК-1	Расчетно-графическая работа	<ul style="list-style-type: none"> <li>- понимание методики и умение ее правильно применить;</li> <li>- качество оформления (аккуратность, логичность, для чертежно-графических работ - соответствие требованиям единой системы конструкторской документации);</li> <li>- достаточность пояснений.</li> </ul>
Разделы 1 – 5	ПК-1	Опорный конспект	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала);</li> <li>- логическое построение и связность текста;</li> <li>- полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей);</li> <li>- визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки);</li> <li>- оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).</li> </ul>

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<b>Семестр 5</b>			
<b>Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»</b>			
Задачи практики	В течение	20 баллов	<b>5 баллов</b> - задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно



ческих занятий	се-мест-ра	(5 баллов за работу)	<p>ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p><b>4 балла</b> - задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям</p> <p><b>3 балла</b> - студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Не может полностью объяснить полученные результаты.</p> <p><b>0 баллов</b> - не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты</p>
Доклад, сообщение по тематике практического занятия	В течение семестра	15 баллов (5 баллов за работу)	<p><b>5 баллов</b> - доклад выполнен по теме и в полном объеме. Прослеживается логичность и структурная целостность и ясность изложения материалов сообщения. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p><b>4 балла</b> - доклад выполнен по теме и в полном объеме. Не прослеживается логичность и структурная целостность и ясность изложения материалов сообщения. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p><b>3 балла</b> - доклад выполнен по теме не в полном объеме. Не прослеживается логичность, структурная целостность и ясность изложения материалов сообщения. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p><b>0 баллов</b> - студент не подготовил сообщение по тематике практической работы</p>
Расчетно-графическая работа	16-я неделя	20 баллов	<p><b>20 баллов</b> - студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</p> <p><b>15 баллов</b> - студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</p> <p><b>10 баллов</b> - студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</p> <p><b>0 баллов</b> - при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</p>
Опорный	В те-	45 бал-	<b>5 баллов.</b> Студент демонстрирует полноту использования

конспект	чение се- мест- ра	лов (5 бал- лов за тему)	учебного материала, логику изложения (наличие схем, количество смысловых связей между понятиями), наглядность (наличие рисунков, символов и пр.: аккуратность выполнения, читаемость конспекта, грамотность (терминологическая и орфографическая). <b>4 балла.</b> Студент демонстрирует использование учебного материала неполное, недостаточно логично изложенное (наличие схем, количество смысловых связей между понятиями), наглядность (наличие рисунков, символов и пр.: аккуратность выполнения, читаемость конспекта, грамотность (терминологическая и орфографическая), отсутствие связанных предложений. <b>3 балла.</b> Студент демонстрирует использование учебного материала неполное, недостаточно логично изложенное (наличие схем, количество смысловых связей между понятиями), наглядность (наличие рисунков, символов и пр.: аккуратность выполнения, читаемость конспекта, грамотность (терминологическая и орфографическая), прослеживается несамостоятельность при составлении. <b>2 балла.</b> Студент демонстрирует использование учебного материала неполное, отсутствуют схемы, количество смысловых связей между понятиями, отсутствует наглядность (наличие рисунков, символов, и пр.; аккуратность выполнения, читаемость конспекта, допущены ошибки (терминологические и орфографические), несамостоятельность при составлении.
<b>Теку- щий кон- троль</b>	--	<b>100</b>	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b></p> <p>0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов - «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для аттестации по дисциплине);</p> <p>65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов - «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);</p> <p>75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов - «хорошо» (средний уровень);</p> <p>85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов - «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>			

### **3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки**

**знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

#### **3.1 Задания для текущего контроля успеваемости**

##### **Тематика практических (семинарских) занятий**

Практические занятия представляют собой публичное выступление студентов с

сообщениями (докладами) по тематике практического занятия.

Тема 1. Конструктивные элементы судовых систем

- 1 Трубы.
- 2 Путевые соединения трубопроводов (неразъемные и разъемные; фланцевые, штуцерно-торцевые, фитинговые и др.).
- 3 Фасонные части трубопроводов
- 4 Арматура (запорная, запорно-переключающая, предохранительная, регулирующая, специальная).
- 5 Приводы арматуры.

Тема 2. Механизмы судовых систем

- 1 Объемные насосы (поршневые и роторные).
- 2 Лопастные насосы (центробежные, осевые и вихревые).
- 3 Струйные насосы (эжекторы).
- 4 Вентиляторы.
- 5 Компрессоры.

### Задачи практических занятий

Примеры типовых практических задач по дисциплине «Корабельные (судовые) системы» представлены ниже.

**Задание к практической работе «Конструктивные элементы судовых систем»**

**Задача 5.34.** Обратный клапан диаметром  $d = 20$  мм служит для пропуска жидкости ( $\rho = 900$  кг/м<sup>3</sup>) только в одном направлении (рис. 5.29). Определить перепад давления  $\Delta p = p_1 - p_2$  на клапане, если  $p_1 = 1,6$  МПа. Жесткость пружины  $c = 13$  Н/мм, ее предварительное поджатие  $y_0 = 8$  мм, максимальный ход клапана  $l = 3$  мм, коэффициент расхода  $\mu = 0,8$ , объемный расход  $Q = 1$  л/с.

**Задача 5.35.** Редукционный клапан предназначен для обеспечения постоянного давления на выходе из него  $p_2 = 11$  МПа (рис. 5.30). Определить требуемые жесткость пружины и ее предварительное поджатие (при полностью открытом клапане), обеспечивающие изменение давления за клапаном  $\Delta p = \pm 4\% p_2$ , если его диаметр  $d = 12$  мм, максимальный ход  $l = 3$  мм, угол конуса  $\alpha = 60^\circ$ , коэффициент расхода дросселирующей щели  $A \mu = 0,8$ , плотность рабочей жидкости  $\rho = 900$  кг/м<sup>3</sup>. Каков максимальный расход жидкости через клапан, если максимальное давление перед ним  $p_1 = 12$  МПа?

*Указание.* Площадь проходного сечения конусной щели  $A$  определить по упрощенной формуле  $S_{щ} = \pi d h \sin(\alpha/2)$ , где  $h$  - ход клапана.

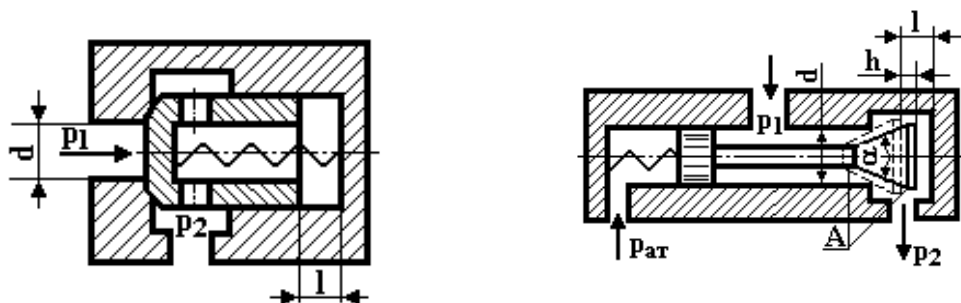


Рис. 5.29. К задаче 5.34

Рис. 5.30. К задаче 5.35

**Задача 5.38.** На рисунке 5.33 представлена конструктивная схема регулятора расхода (клапан, обеспечивающий постоянство расхода). Он состоит из корпуса 1 с дросселирующими отверстиями 4, подвижного плунжера 3 с дросселирующим отверстием 2 и пружины 5. Определить, при каком значении силы пружины  $F_{пр}$  регулятор будет обеспечивать расход  $Q = 5$  л/мин, если диаметры  $D = 20$  мм,  $d = 3$  мм; коэффициенты расхода дросселирующих отверстий  $\mu = 0,8$ ; плотность рабочей жидкости  $\rho = 900$  кг/м<sup>3</sup>. Считать, что в пределах рабочего хода плунжера сила пружины остается постоянной.

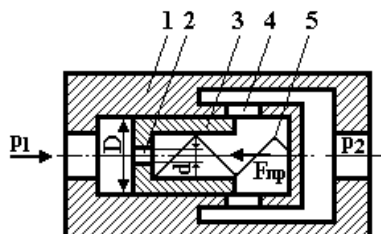


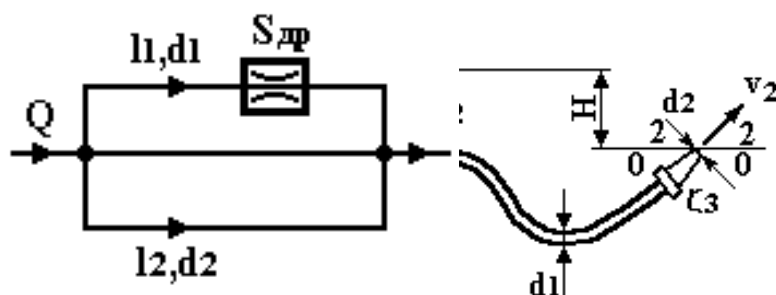
Рис 5.33. К задаче 5.38

### Задание к практической работе «Гидравлический расчет трубопроводов»

*Пример 6.1.* Определить давление в напорном баке  $p$ , необходимое для получения скорости истечения из брандспойта  $V_2 = 20$  м/с. Длина шланга  $l = 20$  м; диаметр  $d_1 = 20$  мм; диаметр выходного отверстия брандспойта  $d_2 = 10$  мм. Высота уровня воды в баке над отверстием брандспойта  $H = 5$  м. Учесть местные гидравлические сопротивления при входе в трубу  $\zeta_1 = 0,5$ ; в кране  $\zeta_2 = 3,5$ ; в брандспойте  $\zeta_3 = 0,1$ , который отнесен к скорости  $V_2$ . Шланг считать гидравлически гладким. Вязкость воды  $\nu = 0,01$  Ст (рис. 6.1).

Рис. 6.1. К примеру 6.1

*Пример 6.2.* Определить, при каком проходном сечении дросселя расходы в па-



раллельных трубопроводах будут одинаковыми, если длины трубопроводов  $l_1 = 5$  м и  $l_2 = 10$  м; их диаметры  $d_1 = d_2 = 12$  мм; коэффициент расхода дросселя ( $\mu = 0,7$ ; вязкость рабочей жидкости  $\nu = 0,01$  Ст; расход жидкости перед разветвлением  $Q = 0,2$  л/с. Трубопровод считать гидравлически гладким.

### Задание к практической работе «Механизмы судовых систем»

**Задача 8.1.** При испытании насоса получены следующие данные: избыточное давление на выходе из насоса  $p_2 = 0,35$  МПа; вакуум перед входом в насос  $h_{\text{вак}} = 294$  мм рт. ст.; подача  $Q = 6,5$  л/с; крутящий момент на валу насоса  $M = 41$  Н·м; частота вращения вала насоса  $n = 800$  об/мин. Определить мощность, развиваемую насосом, потребляемую мощность и к.п.д. насоса. Диаметры всасывающего и напорного трубопроводов считать одинаковыми.

**Задача 8.2.** Центробежный насос системы охлаждения двигателя имеет рабочее колесо диаметром  $D_2 = 200$  мм с семью радиальными лопатками ( $\beta_2 = 90^\circ$ ); диаметр окружности входа  $D_1 = 100$  мм. Какую частоту вращения нужно сообщить валу этого насоса при работе на воде для получения давления насоса  $p = 0,2$  МПа? Гидравлический к.п.д. насоса принять равным  $\eta_2 = 0,7$ .

**Задача 8.3.** Центробежный насос при  $n = 1450$  об/мин подает 75 л/с воды под давлением  $p = 0,5$  МПа.

Определить производительность, напор и мощность насоса при  $n_1 = 1150$  об/мин и  $n_2 = 1750$  об/мин, считая к.п.д. постоянным.

**Задача 8.4.** Определить часовую производительность лопастного насоса, диаметр рабочего колеса которого  $D = 300$  мм, ширина  $b = 50$  мм. Абсолютная скорость на выходе  $c_2 = 50$  м/с, угол  $\alpha_2 = 10^\circ$ . Принять объемный к.п.д. равным  $\eta_o = 0,95$ .

### Задание к практической работе «Судовая грузовая система»

**Задание.** Трубопровод грузовой системы судна для перевозки наливного груза изготавливается из стальных труб диаметром  $d \times t$  и должен обеспечивать передачу  $Q$  м<sup>3</sup>/ч груза с судна на берег. Основной груз – сырая нефть. Трубопровод имеет длину  $l$  метров. На трубопроводе установлены приемные, магистральные клапаны и бобышки контрольно-измерительной аппаратуры. Конструктивно есть возможность применить трубы с внутренним диаметром  $d_{y1}$  и  $d_{y2}$ .

**Требуется** определить, трубы какого диаметра следует применить при изготовлении трубопровода грузовой системы танкера.

**Исходные данные.** На трубопроводе, кроме насоса, устанавливается  $n_1$  единиц запорных клапанов, имеющих коэффициенты местного сопротивления  $\xi_1 = 5,9$ , и  $n_2$  единиц бобышек для установки контрольно-измерительной аппаратуры с коэффициентом местного сопротивления  $\xi_2 = 5,4$ . Плотность сырой нефти  $\rho = 890$  кг/м<sup>3</sup>, кинематический коэффициент вязкости нефти  $\nu = 2,5 \cdot 10^{-5}$  м<sup>2</sup>/с, величина относительной шероховатости трубы  $d_y/\Delta$ , где  $\Delta$  – шероховатость труб,  $\Delta = 0,2$  мм.

Цена электроэнергии на судне 3,9 руб/(кВт·ч), мощность электродвигателя насоса определяется нормативом  $N$ , кВт·см<sup>2</sup>/кгс. Годовая норма амортизации трубопровода 4,6 %. Трубы поставляются длиной 12 метров. Труба меньшего диаметра стоит 11,5 тыс.рублей, большего диаметра на 7 % дороже. Стоимость насосов для трубопроводов обоих сечений считать равной.

Значения остальных исходных данных приведены в таблице 2.

Таблица 2

Варианты										
Данные исходные	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Вариант выбрать по <b>последней</b> цифре номера зачетной книжки</i>										
$l$ , м	1950	1500	1600	1700	1800	1900	1550	1650	1750	1850
$d_1$ , мм*	450	200	250	300	350	450	200	250	300	350
$d_2$ , мм*	500	250	300	350	400	500	250	300	350	400
$n_2$	8	4	5	6	7	8	4	5	6	7
<i>Вариант выбрать по <b>предпоследней</b> цифре номера зачетной книжки</i>										
$Q$ , м <sup>3</sup> /ч	850	200	250	300	450	500	650	700	750	800
$n_1$	20	14	16	18	10	20	14	16	18	10
$N$ , кВт·см <sup>2</sup> /кгс	22,5	2,1	23,27	23,3	23,4	23,5	22,1	22,27	22,3	22,4

\* Для всех диаметров труб считать  $t = 10$  мм.

### Методика решения

1.1 *Скорость жидкости и числа Рейнольдса.* Предварительно вычислите скорость движения груза (нефти) по трубопроводу  $w_i$ , м/с и соответствующие скорости число Рейнольдса  $Re$ , для обоих диаметров труб

$$w_i = \frac{4 \cdot Q}{3600 \cdot \pi \cdot d_{yi}^2}, \quad Re_i = \frac{w_i \cdot d_{yi}}{\nu},$$

где  $Q$  – производительность пожарной системы, м<sup>3</sup>/ч;

$d_{yi}$  – расчетный внутренний диаметр трубы трубопровода, м;

$\nu$  – коэффициент кинематической вязкости жидкости, м<sup>2</sup>/с.

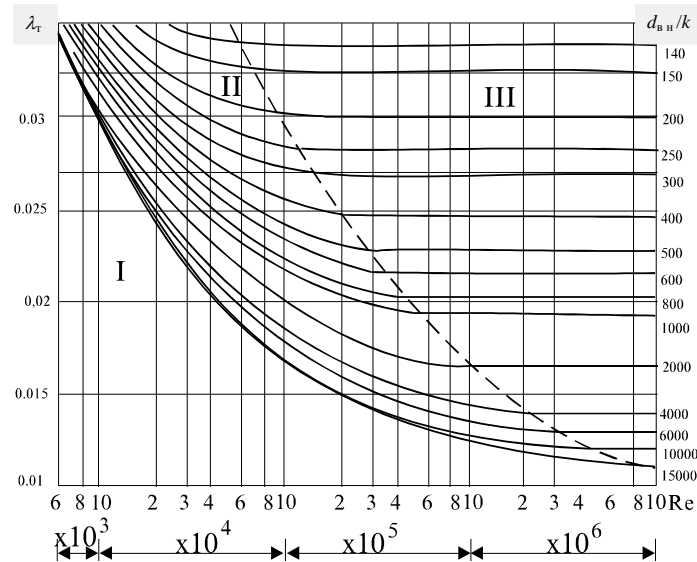
1.2 *Коэффициент трения.* По диаграмме, приведенной на рисунке 1, определите коэффициент сопротивления трения  $\lambda$  по вычисленным значениям числа Рейнольдса и диаметра трубопровода грузовой системы.

1.3 *Потери давления в трубопроводе.* Вычислите величины потери давления  $\Delta h$ , кгс/см<sup>2</sup>, на преодоление сопротивления для обоих диаметров трубопровода

$$\Delta h = \left( \frac{\lambda \cdot l}{d_y} + \sum \xi_i \right) \cdot \frac{w^2}{2g} \cdot \gamma,$$

где  $\sum \xi_i$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений.

1.4 *Оценка решения.* Выбрать, трубы какого диаметра следует применить при изготовлении трубопровода грузовой системы. Для этого нужно выполнить сравнительный расчет месячных эксплуатационных затрат для обоих диаметров труб по статьям «материалы» и «энергия», считая остальные статьи затрат равными между собой.



При нахождении точки в зоне I следует предпринять меры для повышения числа Re  
 Рисунок 1 – График зависимости коэффициента трения от числа Re  
 и относительной шероховатости  $\varepsilon = d_{вн}/k$  ( $k=0.15\text{мм}$ )

### Расчетно-графическая работа (РГР)

#### Задание 1 Судовая система пресной воды

**Задание.** Грузовое судно неограниченного района плавания с ледовыми подкреплениями с высотой борта  $H$  метров имеет кормовую надстройку высотой пять ярусов. На пятом ярусе находится ходовая рубка, вблизи которой расположен гальюн с умывальником, предназначенный для ходовой вахты. к которому подходит трубопровод пресной воды диаметром  $d_y$ . Пресная вода подается к потребителям путем создания давления воздуха в цистернах, расположенных в междудонном пространстве. Трубопровод системы пресной воды длиной  $l$  метров изготавливается из нержавеющей стали по ГОСТ 9941-81.

**Требуется** определить, какое давление воздуха должно быть в цистернах пресной воды для нормального водоснабжения судна.

**Исходные данные.** Высоту одного яруса надстройки принять 2,3 м. На трубопроводе системы пресной воды с  $n_1$  изгибами устанавливается  $n_2$  единиц запорных клапанов. Считать, что клапаны и изгибы размещены по длине  $l$  трубопровода равномерно. Коэффициент местного сопротивления изгиба  $\xi_1 = 1,9$ , у клапана  $\xi_2 = 5,9$ . Кинематический коэффициент вязкости воды  $\nu = 1,56 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$  при температуре  $4^\circ\text{C}$  и  $\nu = 0,80 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$  при температуре  $30^\circ\text{C}$ .

Длина  $l$  трубопровода состоит из труб  $10 \times 1$ ,  $16 \times 1,5$ ,  $22 \times 2$  мм в пропорции  $l_1 - l_2 - l_3$ . Расход среды  $L$  принять  $L = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ .

Значения остальных исходных данных приведены в таблице 1.

Таблица 1

Варианты	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
данные исходные										
<i>Вариант выбрать по последней цифре номера зачетной книжки</i>										
$l$ , м	195	150	160	170	180	190	155	165	175	185
$n_2$	8	4	5	6	7	8	4	5	6	7
<i>Вариант выбрать по предпоследней цифре номера зачетной книжки</i>										

$l_1 - l_2 -$	1,5-1-	1-2-	1,5-2-	1-1-	1-1,5-	1,5-1-	1-2-	1,5-2-	1-1-	1-1,5-
$l_3$	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1
$n_1$	20	14	16	18	10	20	14	16	18	10
$H, \text{ м}$	12,8	20,1	21,2	22,3	23,4	24,5	12,4	12,5	12,6	12,7

### Методика решения

1.1 *Схема системы пресной воды.* Начертите схематичный эскиз системы пресной воды на контурном чертеже судна на виде с боку и виде сверху.

1.2 *Приведенная длина трубопровода.* Рассчитайте приведенную длину трубопровода  $l_{np}$ , м

$$l_{np} = l + \beta \cdot \sum \xi_i,$$

где  $l$  – длина трубопровода системы, м;

$\beta$  – коэффициент, зависящий от расхода, для расхода меньше  $\text{м}^3/\text{ч}$   $\beta = 6$ ;

$\sum \xi_i$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений.

При расчете следует учесть, что клапаны и изгибы размещены по длине трубопровода равномерно.

1.3 *Потери давления в трубопроводе.* Рассчитайте потерю давления  $\Delta p$ , кПа, в каждом отрезке трубопровода, учитывая, что он состоит из труб различного диаметра, используя зависимость

$$\Delta p = B \cdot d^{-5} \cdot l_{np} \cdot L^2 \cdot 10^{-3},$$

где  $B$  – коэффициент;

$d$  – внутренний диаметр трубопровода, м;

$L$  – расход жидкости,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Коэффициент  $B$  для трубопроводов с капельными жидкостями равен

$$B = 22 \cdot \rho_{жс},$$

где  $\rho_{жс}$  – плотность жидкости,  $\text{т}/\text{м}^3$ .

1.4 *Суммарная потеря давления в трубопроводе системы пресной воды.* Рассчитайте величину суммарной потери давления в трубопроводе судовой системы пресной воды, кПа.

1.5 *Давление воздуха в цистернах.* Рассчитайте давление воздуха  $P_{возд}$ , кПа, которое необходимо создать в цистернах пресной воды для её нормального использования во всех точках потребления. При расчете следует учитывать, что истечение воды из расходного запорного клапана должно происходить при давлении не ниже  $1,6 \text{ кгс}/\text{см}^2$ .

### Задание 2 Пожарная система

**Задание.** Трубопровод пожарной системы забортной воды должен изготавливаться из красномедных труб наружным диаметром  $d$ , мм. Длина трубопровода пожарной системы судна составляет  $l$  метров. От насоса до самого отдаленного пожарного рожка на нем установлено  $n_1$  клапанов с коэффициентом местного сопротивления  $\xi_1 = 8,5$  и имеется  $n_2$  сгибов трубы со средним коэффициентом местного сопротивления  $\xi_2 = 2,6$ .

**Требуется** определить напор насоса судовой пожарной системы.

**Исходные данные.** Принять шероховатость внутренней поверхности красномедных труб  $\Delta = 0,09$  мм. Струя воды, исходящая из пожарного рожка, должна бить на расстояние не менее  $L_c = 50$  метров. КПД насоса 0,7.

Значения остальных исходных данных приведены в таблице 3.

Таблица 3



Варианты	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
данные исходные										
<i>Вариант выбрать по последней цифре номера зачетной книжки</i>										
$l, \text{ м}$	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169
$n_1$	31	19	22	24	31	22	24	31	22	24
<i>Вариант выбрать по предпоследней цифре номера зачетной книжки</i>										
$n_2$	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13
$d_y, \text{ м}$	104×2	92×2	92×4	104×2	104×4	92×2	92×4	104×2	104×4	92×4

### Методика решения

1 *Скорость жидкости и числа Рейнольдса.* Предварительно вычислите скорость движения жидкости по трубопроводу  $w_i$ , м/с и соответствующее скорости число Рейнольдса  $Re$

$$w_i = \frac{4 \cdot Q}{3600 \cdot \pi \cdot d_{yi}^2}, \quad Re_i = \frac{w_i \cdot d_{yi}}{\nu},$$

где  $Q$  – производительность пожарной системы, м<sup>3</sup>/ч;

$d_{yi}$  – расчетный внутренний диаметр трубы трубопровода, м;

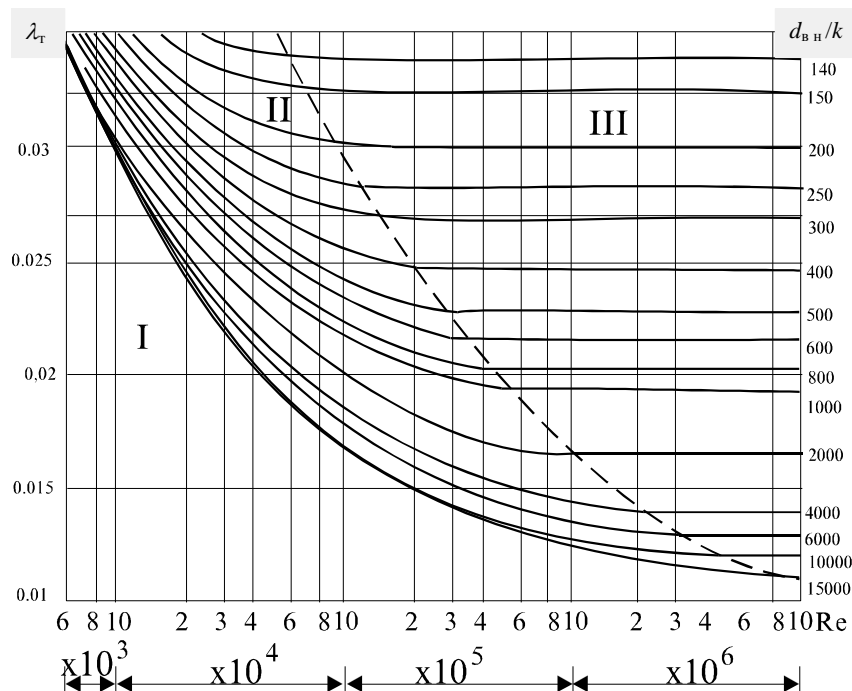
$\nu$  – коэффициент кинематической вязкости жидкости, м<sup>2</sup>/с.

2 *Коэффициент трения.* По диаграмме, приведенной на рисунке 1, определите коэффициент сопротивления трения  $\lambda$  по вычисленным значениям числа Рейнольдса и диаметра трубопровода пожарной системы.

3 *Потери давления в трубопроводе.* Вычислите величины потери давления  $\Delta h$ , кгс/см<sup>2</sup>, на преодоление сопротивления для обоих диаметров трубопровода

$$\Delta h = \left( \frac{\lambda \cdot l}{d_y} + \sum \xi_i \right) \cdot \frac{w^2}{2g} \cdot \gamma,$$

где  $\sum \xi_i$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений.



При нахождении точки в зоне I следует предпринять меры для повышения числа  $Re$

Рисунок 1 – График зависимости коэффициента трения от числа  $Re$  и относительной шероховатости  $\varepsilon = d_{вн}/k$  ( $k=0.15\text{мм}$ )

### **Темы для самостоятельного изучения**

- 1 Конструктивные элементы судовых систем.
- 2 Механизмы судовых систем.
- 3 Требования Правил Регистра к судовым системам и их проектированию.
- 4 Трюмно-балластные системы.
- 5 Противопожарные системы.
- 6 Санитарно-бытовые системы.
- 7 Системы искусственного микроклимата.
- 8 Системы различного назначения.
- 9 Специальные системы танкеров.

