

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра «Кораблестроение»



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

И.В. Макурин

29 » 01 2018 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА


**дисциплины «Прочность и вибрация судов различных типов»**

основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров  
по направлению 26.03.02 «Кораблестроение, океанотехника  
и системотехника объектов морской инфраструктуры»  
направленность (профиль) – Кораблестроение

Форма обучения                    Заочная  
Технология обучения            Традиционная


Комсомольск-на-Амуре 2018

Автор рабочей программы  
доцент каф. «Кораблестроение»,  
канд. физ.-мат. наук

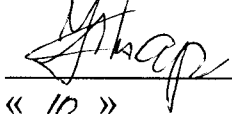
  
И.Н. Журбина  
« 08 » 03 2017 г.

### СОГЛАСОВАНО


Директор библиотеки

  
И.А. Романовская  
« 08 » 03 2017 г.

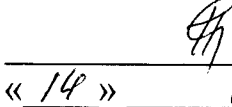
Заведующий кафедрой  
«Кораблестроение»

  
Н.А. Тарануха  
« 10 » 03 2017 г.

Декан факультета заочного  
и дистанционного обучения

  
М.В. Семибратова  
« 10 » 03 2017 г.

Начальник учебно-методического  
управления

  
Е.Е. Поздеева  
« 14 » 03 2017 г.

## Введение

Рабочая программа дисциплины «Прочность и вибрация судов различных типов» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 03.09.2015 № 960, и основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 26.03.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры».

### 1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	Прочность и вибрация судов различных типов							
Цель дисциплины	Формирование у студентов основных знаний в области расчета плавучих сооружений на прочность, жесткость и вибрацию соответственно требованиям квалификационной характеристики.							
Задачи дисциплины	- формирование теоретических и практических знаний по основам понимания поведения конструкции при действии на нее статических и динамических нагрузок, возникающих в процессе эксплуатации; - формирование умений, навыков и компетенций в области расчета общей и местной прочности, жесткости и вибрации корпуса судна.							
Основные разделы дисциплины	- Общая и местная прочность корпуса судна; - Колебание системы с одной степенью свободы; - Колебание системы с несколькими степенями свободы; - Колебания балок; - Общая и местная вибрация корпуса судна.							
Общая трудоемкость дисциплины	3 з.е. / 108 академических часов							
	Семестр	Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промежуточная аттестация, ч	Всего за семестр, ч
		Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование			
9 семестр	4	6	-	-	94	4	108	
ИТОГО:		4	6	-	-	94	4	108



## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Прочность и вибрация судов различных типов» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
<b>ПК-1</b> готовностью 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	<b>ЗЗ(ПК-1-7)</b> Знать теорию, принципы и методы расчётов прочности и вибрации конструкций судов различных типов	<b>УЗ(ПК-1-7)</b> Уметь выполнять расчёты прочности и вибрации конструкций судов различных типов	<b>НЗ(ПК-1-7)</b> Владеть навыками расчётов прочности и вибрации конструкций судов различных типов
<b>ПК-10</b> способностью применять методы организации и проведения диагностирования, исследования и испытаний морской (речной) техники современными техническими средствами	<b>З1(ПК-10-4)</b> Знать методы организации и проведения диагностирования, исследования и испытаний прочности и вибрации конструкций судов различных типов современными техническими средствами	<b>У1(ПК-10-4)</b> Уметь выполнять диагностирование, исследование и испытания прочности и вибрации конструкций судов различных типов современными техническими средствами	<b>Н1(ПК-10-4)</b> Владеть навыками выполнения диагностирования, исследования и испытаний прочности и вибрации конструкций судов различных типов современными техническими средствами

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

Дисциплина «Прочность и вибрация судов различных типов» изучается на 5 курсе в 9 семестре.

Дисциплина является обязательной, входит в состав блока Б1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные на предыдущих этапах освоения компетенции ПК-1 «Готовностью 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» и компетенции ПК-10 «Способностью применять методы организации и проведения диагностирования, исследования и испытаний морской (речной) техники современными техническими средствами».

Формирование ПК-1 осуществляется в рамках семи последовательных этапов:

**1 этап - код этапа: ПК-1-1** Объекты морской техники;

**2 этап - код этапа: ПК-1-2** Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно исследовательской деятельности);

**3 этап - код этапа: ПК-1-3** Детали машин и основы конструирования; Гидромеханика; Экология // Экологическая безопасность;

**4 этап - код этапа: ПК-1-4** Конструкция корпуса судов (кораблей);

**5 этап - код этапа: ПК-1-5** Теория корабля; Технология создания морской техники; Корабельные (судовые) системы; Конструкции корветов и подводных лодок // Конструкция кораблей различных типов;

**6 этап - код этапа: ПК-1-6** Теория корабля; Технология создания морской техники; Устройство корветов и подводных лодок// Специальные системы и устройства судна; Производственная практика (по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности);

**7 этап - код этапа: ПК-1-7** Корабельные (судовые) устройства; Энергетические комплексы морской техники; Прочность и вибрация судов различных типов; Особенности эксплуатации океанотехники // Морская инфраструктура.

Формирование ПК-10 осуществляется в рамках четырех последовательных этапов:

**1 этап - код этапа: ПК-10-1** Основы научных исследований // Основы экспериментальных исследований; Производственная практика (научно-исследовательская работа);

**2 этап - код этапа: ПК-10-2** Технология создания морской техники;

**3 этап - код этапа: ПК-10-3** Технология создания морской техники; Производственная практика (по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности);

**4 этап - код этапа: ПК-10-4** Прочность и вибрация судов различных типов; Диагностика, испытания и оценка качества морской техники.

Результаты освоения дисциплины «Прочность и вибрация судов различных типов» используются при прохождении государственной итоговой аттестации, а также при прохождении производственной практики (преддипломная практика).

Входной контроль не проводится.

**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 зачетных единиц, 108 академических часов.

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

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

<b>Объем дисциплины</b>	<b>Всего академических часов</b>
Общая трудоемкость дисциплины	108
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	10
В том числе:	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	4
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	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	94
Промежуточная аттестация обучающихся	4

## 5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
<p><b>Тема 1 «Общая и местная прочность корпуса судна»:</b></p> <p>- Проверка прочности корпуса по предельному состоянию на изгиб и на срез; Проверка местной прочности днищевого перекрытия.</p> <p>- Расчет прочности поперечных водонепроницаемых переборок.</p>	Лекции	1	Интерактивная (презентация)	ПК-1; ПК-10	33(ПК-1-7); 31(ПК-10-4)
	Практические занятия	1	Традиционная	ПК-1; ПК-10	У3(ПК-1-7) Н3(ПК-1-7); У1(ПК-10-4) Н1(ПК-10-4)
<p><b>Тема 2 «Колебание системы с одной степенью свободы»:</b></p> <p>- Дифференциальное уравнение движения системы и его интегрирование; Свободные колебания; Вынужденные колебания.</p> <p>- Колебания призматической консольной балки с грузом на конце;</p> <p>- Колебания системы с одной степенью свободы под действием внезапно приложенной силы.</p>	Лекции	1	Традиционная	ПК-1; ПК-10	33(ПК-1-7); 31(ПК-10-4)
	Практические занятия	2	Интерактивная	ПК-1; ПК-10	У3(ПК-1-7) Н3(ПК-1-7); У1(ПК-10-4) Н1(ПК-10-4)
<b>Тема 3 «Колебание системы с несколькими</b>	Практические занятия	2	Традиционная	ПК-1;	У3(ПК-1-7) Н3(ПК-1-7);

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
<p><i>степенями свободы»:</i></p> <p>- Решение задачи о свободных колебаниях системы с несколькими степенями свободы.</p>				ПК-10	У1(ПК-10-4) Н1(ПК-10-4)
<p><b>Тема 4 «Колебания балок»:</b></p> <p>- Дифференциальное уравнение колебаний балки; Свободные колебания балок.</p>	Лекции	1	Традиционная	ПК-1; ПК-10	33(ПК-1-7); 31(ПК-10-4)
<p>- Расчет свободно опертой по концам балки;</p> <p>- Расчет жестко заделанного консольного стержня.</p>	Практические занятия	1	Традиционная	ПК-1; ПК-10	У3(ПК-1-7) Н3(ПК-1-7); У1(ПК-10-4) Н1(ПК-10-4)
<p><b>Тема 5 «Общая и местная вибрация корпуса судна»:</b></p> <p>- Силы, вызывающие вибрацию; Меры борьбы с вибрацией.</p>	Лекции	1	Интерактивная (презентация)	ПК-1; ПК-10	33(ПК-1-7); 31(ПК-10-4)
Самостоятельная работа обучающихся	Самостоятельное изучение теоретического материала	30	Чтение основной и дополнительной литературы	ПК-1; ПК-10	33(ПК-1-7); 31(ПК-10-4)
	Подготовка к практическим занятиям	30	Ознакомиться с тематикой практического занятия	ПК-1; ПК-10	33(ПК-1-7) У3(ПК-1-7); 31(ПК-10-4) У1(ПК-10-4)



Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
	Выполнение РГР	34	Выполнение расчетно-графической части РГР по разделу. Оформление	ПК-1;  ПК-10	У3(ПК-1-7) Н3(ПК-1-7);  У1(ПК-10-4) Н1(ПК-10-4)
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине – зачет</b>		<b>4</b>			
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	Лекции	<b>4</b>	-	-	-
	Практические занятия	<b>6</b>	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	<b>94</b>	-	-	-
<b>ИТОГО:</b> общая трудоемкость дисциплины 108 часов, в том числе с использованием активных методов обучения 3 часа					

## **6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Прочность и вибрация судов различных типов», состоит из следующих компонентов: изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка к практическим занятиям; подготовка, оформление и защита расчетно-графической работы.

Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

1. Справочник по строительной механике корабля. В 3 т. Т. 3. Динамика и устойчивость корпусных конструкций / под ред. О. М. Палий, В. С. Чувиковский. – Л. : Судостроение, 1982. – 317 с.

2. Постнов, В. А. Вибрация корабля : учеб. пособие для вузов / В. А. Постнов, В. С. Калинин, Д. М. Ростовцев. – Л. : Судостроение, 1983. – 148 с.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.

### ***Общие рекомендации по организации самостоятельной работы:***

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них – это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая – внеаудиторная самостоятельная рабо-

та. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Правила оформления студенческих текстовых в РД 013-2016 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления» ([https://knastu.ru/media/files/page\\_files/page\\_425/omk/rd/RD\\_013-16\\_izm.1.pdf](https://knastu.ru/media/files/page_files/page_425/omk/rd/RD_013-16_izm.1.pdf)).

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 4-6 часов в неделю. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе – это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха.

При выполнении самостоятельной работы необходимо перед практическим занятием выполнить обзор и анализ литературы и источников из интернет по теме занятия и текущего раздела работы, определить вопросы к преподавателю.

Важно выполнять, закреплять и оформлять рассмотренные на практическом занятии вопросы и разделы самостоятельной работы, а также рекомендации преподавателя непосредственно после занятия (в течение 1-2 дней). В этом случае исключается забывание информации. На последней стадии работы (в конце семестра) следует выполнить анализ разделов самостоятельной работы, скорректировать их и сделать выводы.

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут – работа, 5-10 минут – перерыв; после 3 часов работы перерыв – 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

Таблица 4 – Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																	Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Изучение теоретических разделов дисциплины	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	30
Подготовка к практическим занятиям	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	30
Подготовка, оформление и защита РГР	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	34
<b>ИТОГО в 9 семестре</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>94</b>

**7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля  
и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
<b>Темы 1 – 5</b>	33(ПК-1-7); 31(ПК-10-4)	Собеседование	<ul style="list-style-type: none"> <li>- понимание вопросов;</li> <li>- информированность по теме собеседования;</li> <li>- глубина, систематичность знаний;</li> <li>- способность технически грамотно изложить свои знания;</li> <li>- способность грамотно рассуждать и формулировать свои представления;</li> <li>- рациональность используемых подходов;</li> <li>- правильность логических построений;</li> <li>- степень проявления необходимых профессиональных качеств.</li> </ul>
<b>Тема 1</b> «Общая и местная прочность корпуса судна»: - Расчет прочности поперечных водонепроницаемых переборок.	У3(ПК-1-7) Н3(ПК-1-7); У1(ПК-10-4) Н1(ПК-10-4)	Практическая работа № 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность анализировать и обобщать информацию;</li> <li>- способность синтезировать новую информацию;</li> </ul>
<b>Тема 2</b> «Колебание системы с одной степенью свободы»: - Колебания призматической консольной балки с грузом на конце; - Колебания системы с одной степенью свободы под действием внезапно приложенной силы.	У3(ПК-1-7) Н3(ПК-1-7); У1(ПК-10-4) Н1(ПК-10-4)	Практическая работа № 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения;</li> </ul>
	У3(ПК-1-7) Н3(ПК-1-7); У1(ПК-10-4) Н1(ПК-10-4)	Практическая работа № 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.</li> </ul>

<p><b>Тема 3 «Колебание системы с несколькими степенями свободы»:</b></p> <p>- Решение задачи о свободных колебаниях системы с несколькими степенями свободы.</p>	<p>У3(ПК-1-7) Н3(ПК-1-7);</p> <p>У1(ПК-10-4) Н1(ПК-10-4)</p>	<p>Практическая работа № 4</p>	
<p><b>Тема 4 «Колебания балок»:</b></p> <p>- Расчет свободно опертой по концам балки;</p>	<p>У3(ПК-1-7) Н3(ПК-1-7);</p> <p>У1(ПК-10-4) Н1(ПК-10-4)</p>	<p>Практическая работа № 5</p>	
<p>- Расчет жестко заделанного консольного стержня.</p>	<p>У3(ПК-1-7) Н3(ПК-1-7);</p> <p>У1(ПК-10-4) Н1(ПК-10-4)</p>	<p>Практическая работа № 6</p>	
<p><b>Темы 2 – 4</b></p>	<p>У3(ПК-1-7) Н3(ПК-1-7);</p> <p>У1(ПК-10-4) Н1(ПК-10-4)</p>	<p>Расчётно-графическая работа</p>	<p>- понимание методики и умение ее правильно применить;</p> <p>- качество оформления (аккуратность, логичность, для чертежно-графических работ - соответствие требованиям единой системы конструкторской документации);</p> <p>- достаточность пояснений.</p>

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<b>Промежуточная аттестация в форме зачета</b>				
1	Собеседование (3 вопроса)	В течение семестра	5 баллов	<p>5 баллов – студент правильно ответил на все вопросы; показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала;</p> <p>4 балла – студент ответил на все во-</p>

	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Сроки выполнения</b>	<b>Шкала оценивания</b>	<b>Критерии оценивания</b>
				<p>просы с неточностями; показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала;</p> <p>3 балла – студент ответил на вопросы с существенными неточностями или не ответил на один вопрос; показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала;</p> <p>2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний, не ответил на два вопроса;</p> <p>0 баллов – студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний и не ответил на три вопроса.</p>
2	Практическая работа № 1	В течение семестра	5 баллов	<p>5 баллов – студент правильно выполнил задание; показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала;</p> <p>4 балла – студент выполнил задание с небольшими неточностями; показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала;</p> <p>3 балла – студент выполнил задание с существенными неточностями; показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала;</p> <p>2 балла – при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала;</p> <p>0 баллов – задание не выполнено.</p>
3	Практическая работа № 2	В течение семестра	5 баллов	
4	Практическая работа № 3	В течение семестра	5 баллов	
5	Практическая работа № 4	В течение семестра	5 баллов	
6	Практическая работа № 5	В течение семестра	5 баллов	
7	Практическая работа № 6	В течение семестра	5 баллов	
8	Расчётно-графическая работа	В течение семестра	65 баллов	<p>65 баллов - студент полностью выполнил задание РГР, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, РГР оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями;</p> <p>50 баллов - студент выполнил основные разделы РГР, показал хорошие знания и умения, но не смог в полной мере проявить навыки при</p>



	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				её решении, есть недостатки в оформлении работы; 25 баллов - студент выполнил РГР частично, не смог проявить навыки моделирования, допустил существенные неточности или ошибки в работе, не смог сделать выводы по работе, есть недостатки в оформлении работы; 0 баллов - студент не выполнил основные разделы РГР, не способен пояснить выполненные разделы и полученный результат.
ИТОГО:		-	100 баллов	-
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b> Пороговый (минимальный) уровень для аттестации в форме зачета – 75 баллов.				

### Задания для текущего контроля

#### Вопросы для собеседования

1. Дифференциальное уравнение колебаний системы с одной степенью свободы и его интегрирование.
2. Свободные колебания системы с одной степенью свободы без сопротивления движению.
3. Свободные колебания системы с одной степенью свободы с сопротивлением движению.
4. Вынужденные колебания. Действие гармонической возмущающей силы.
5. Вынужденные колебания. Действие сил малой продолжительности (удар).
6. Вынужденные колебания. Действие силы, изменяющейся по произвольному закону.
7. Дифференциальные уравнения движения системы с несколькими степенями свободы.
8. Свободные колебания системы с несколькими степенями свободы.
9. Дифференциальные уравнения колебаний системы с несколькими степенями свободы и их решение.
10. Частоты свободных колебаний системы с несколькими степенями свободы.
11. Главные колебания, главные координаты, формы главных колебаний системы с несколькими степенями свободы.
12. Вынужденные колебания системы с несколькими степенями свободы.
13. Дифференциальное уравнение колебаний балки.
14. Свободные колебания призматических балок.
15. Колебания свободно опертой по концам балки.
16. Колебания свободной (безопорной) балки.
17. Колебания жестко заделанного консольного стержня.
18. Вынужденные колебания балок.

19. Дифференциальное уравнение свободных поперечных колебаний пластины.
20. Колебания свободно опертой прямоугольной пластины.
21. Общая вибрация корпуса судна. Свободные вертикальные колебания корпуса судна.
22. Местная вибрация судовых конструкций. Причины местной вибрации.
23. Проверка прочности корпуса по предельному состоянию на изгиб и на срез.
24. Расчет местной прочности днищевых перекрытий.
25. Расчет местной прочности днищевых ребер жесткости.
26. Расчет местной прочности пластин днища.
27. Расчет прочности поперечных водонепроницаемых переборок.

### Задачи практических занятий

*Практическая работа № 1.* Расчет прочности поперечных водонепроницаемых переборок.

*Задача.* Провести расчет стоек водонепроницаемой переборки при следующих данных. Пролет стоек в верхнем твиндеке  $l_1 = 2,7$  м. Профиль стойки – полособульб № 10. Момент сопротивления с присоединенным пояском обшивки  $W_1 = 44$  см<sup>3</sup>. Концы стоек срезаны «на ус». Стойка в трюме выполнена из сварного таврового профиля – стенка  $200 \times 8$ , пояс  $120 \times 10$  мм. Момент инерции сечения с присоединенным пояском  $J = 9100$  см<sup>4</sup>; момент сопротивления  $W = 405$  см<sup>3</sup>.

Пролет стойки от нижней палубы до внутреннего дна  $l = 6,1$  м. Нижний конец стойки крепится кницей, доходящей до ближайшего к переборке флора, а верхний – кницей, доходящей до ближайшего бимса (днище и нижняя палуба имеют поперечную систему набора). Расстояние между стойками –  $a = 620$  мм. Расчетная нагрузка – гидростатический напор по уровень верхней палубы. Материал стоек – сталь Ст. 4,  $\sigma_T = 2400$  кг/см<sup>2</sup>.

*Практическая работа № 2.* Колебания призматической консольной балки с грузом на конце.

*Задача.* Рассмотреть колебания призматической консольной балки с закрепленным на конце грузом массой  $m$ . Масса самой балки –  $m_0$ , жесткость –  $EJ$ . Принять форму изгиба балки, как при нагружении сосредоточенной силой  $P$  (рисунок 1).

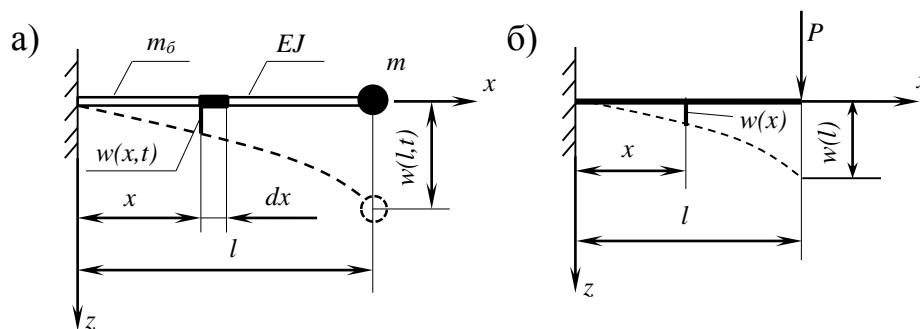


Рисунок 1 – Консольная балка с грузом

Определить: закон движения сечения балки; скорость этого сечения; кинетическую энергию элементарного участка балки в положении равновесия; полную кинетическую энергию; полную потенциальную энергию; учет массы балки.

*Практическая работа № 3. Колебания системы с одной степенью свободы под действием внезапно приложенной силы.*

*Задача.* К системе внезапно приложена сила, все время сохраняющая величину  $Q$  (рисунок 2). Сопротивление движению отсутствует.

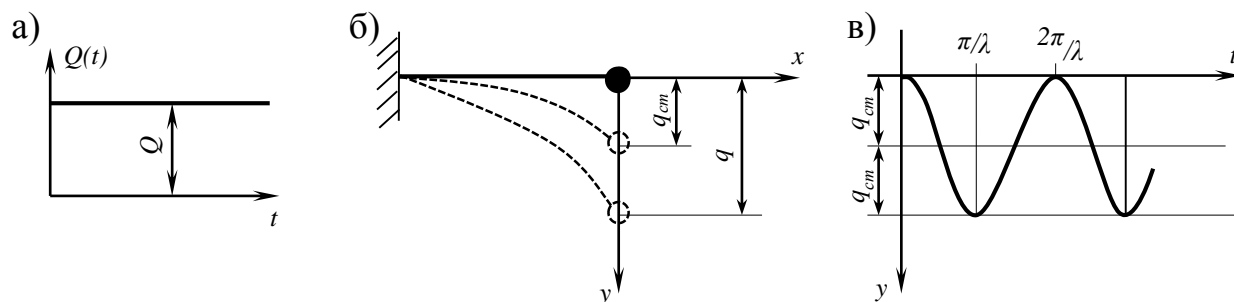


Рисунок 2 – Колебания системы с одной степенью свободы под действием внезапно приложенной силы: а) график изменения силы; б) перемещение системы; в) график движения

Определить: перемещение, сообщенное системе нагрузкой  $Q(t)$  к моменту времени  $t$ ; коэффициент динамичности.

*Практическая работа № 4. Решение задачи о свободных колебаниях системы с несколькими степенями свободы.*

*Задача.* Дана невесомая балка с двумя сосредоточенными массами  $m$  (рисунок 3). Длина балки  $l$ , жесткость на изгиб –  $EI$ . Эта система имеет две степени свободы; в качестве обобщенных перемещений выберем перемещения масс по оси  $z$ :  $q_1$  и  $q_2$ . Основные дифференциальные уравнения могут быть записаны двумя формами:

$$1) \begin{cases} a_{11}m\ddot{q}_1 + a_{12}m\ddot{q}_2 + q_1 = 0, \\ a_{21}m\ddot{q}_1 + a_{22}m\ddot{q}_2 + q_2 = 0; \end{cases} \quad \text{или} \quad 2) \begin{cases} c_{11}q_1 + c_{12}q_2 + m\ddot{q}_1 = 0, \\ c_{21}q_1 + c_{22}q_2 + m\ddot{q}_2 = 0. \end{cases}$$

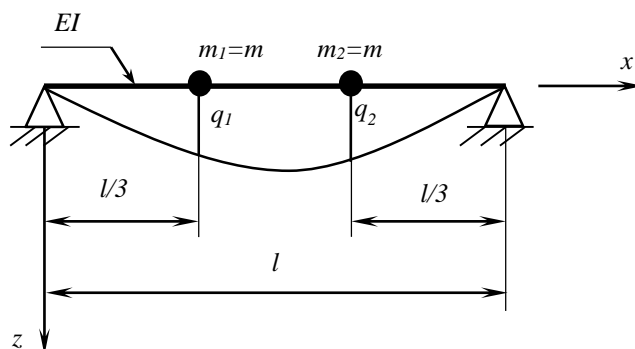


Рисунок 3 – Невесомая балка с двумя сосредоточенными массами

Определить: коэффициент податливости; коэффициент жесткости; частоты колебаний; формы колебаний; перемещения.

*Практические работы № 5, 6.* Определение форм свободных колебаний балки для некоторых частных случаев.

*Задача.* Определить формы свободных колебаний балок для некоторых частных случаев: 1) свободно опертая по концам балка (рисунок 4, а); 2) жестко заделанный консольный стержень (рисунок 4, б). Длина балки  $l$ .

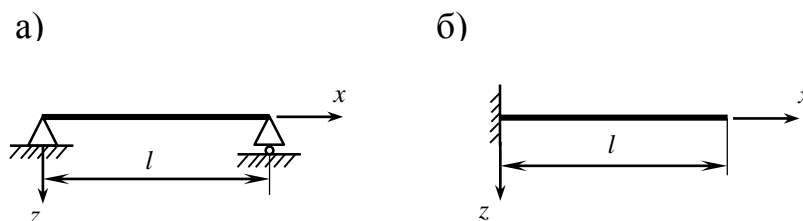


Рисунок 4 – Расчетные схемы

Для трех вариантов закрепления балки необходимо: записать граничные условия; определить частоты колебаний; найти формы свободных колебаний; записать закон движения перемещения балки; построить эпюры трех первых форм колебаний (для каждого случая).

### Расчетно-графическая работа (РГР)

Задание для РГР с указанием варианта выдает преподаватель.

**Тема РГР:** Динамический расчет прочности палубного перекрытия.

**Задание:** Расчет свободных колебаний простейшего палубного перекрытия, проверка прочности перекрытия при выстреле артиллерийской установки. Схема перекрытия с артиллерийской установкой представлена на рисунке 5.

Тематика разделов РГР:

1. Выбор расчетной модели и обобщенных перемещений;
2. Определение характеристик расчетной модели;
3. Определение коэффициента влияния;
4. Определение частот, периодов и форм свободных колебаний;
5. Определение обобщенных сил и коэффициента динамичности;
6. Выбор расчетной величины нагрузки;
7. Проверка прочности.



№ варианта	Момент сечения балки с учетом присоединенного пояска		Закрепление концов		
	$J_{кар}, [M^4]$	$J_{бимс}, [M^4]$	карлингс		бимс
			левый	правый	оба
1	$2 \cdot 10^{-3}$	$0,1 \cdot 10^{-3}$	жесткая заделка	жесткая заделка	жесткая заделка
2	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$0,55 \cdot 10^{-3}$			
3	$1,75 \cdot 10^{-3}$	$0,4 \cdot 10^{-3}$			
4	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$0,2 \cdot 10^{-3}$			
5	$1,70 \cdot 10^{-3}$	$0,35 \cdot 10^{-3}$			
6	$2 \cdot 10^{-3}$	$0,1 \cdot 10^{-3}$			
7	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$0,55 \cdot 10^{-3}$			
8	$1,75 \cdot 10^{-3}$	$0,4 \cdot 10^{-3}$			
9	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$0,2 \cdot 10^{-3}$			
10	$1,70 \cdot 10^{-3}$	$0,35 \cdot 10^{-3}$			

### Контрольные вопросы для защиты РГР

1. Как определяется число степеней свободы системы?
2. Что такое обобщенные перемещения?
3. Что характеризует коэффициент жесткости?
4. Запишите суммарный коэффициент жесткости для вашей расчетной модели.
5. Назовите физический смысл коэффициента податливости.
6. Что такое колебание?
7. Назовите основные характеристики колебаний.
8. Какие нагрузки считаются динамическими?
9. Как влияет на величину коэффициента динамичности учет веса деформируемого тела?
10. Действие динамических нагрузок.
11. Какими параметрами определяется амплитуда свободных колебаний механической системы с одной степенью свободы?
12. Зависит ли период и частота колебаний от начальных условий?
13. Назовите способы уменьшения амплитуд колебаний.
14. Какие гасители колебаний вы знаете?
15. Меры борьбы с колебаниями: конструктивные и технологические.

### 8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### 8.1 Основная литература

1. Короткин, Я. И. Прочность корабля / Я. И. Короткин, Д. М. Ростовцев, Н. Л. Сиверс. – Л. : Судостроение, 1974. – 432 с.
2. Постнов, В. А. Вибрация корабля : учеб. пособие для вузов / В. А. Постнов, В. С. Калинин, Д. М. Ростовцев. – Л. : Судостроение, 1983. – 148 с.



3. Справочник по строительной механике корабля. В 3 т. Т. 3. Динамика и устойчивость корпусных конструкций / под ред. О. М. Палий, В. С. Чувиковский. – Л. : Судостроение, 1982. – 317 с.

## 8.2 Дополнительная литература

1. Волков, В. М. Прочность корабля : учебник для вузов / В. М. Волков. – Нижний Новгород : НГТУ, 1994. – 260 с.

2. Гаврилов, М. Н. Вибрация на судне / М. Н. Гаврилов. – М. : Транспорт, 1970. – 125 с.

3. Гладких, П. А. Борьба с шумом и вибрацией в судостроении / П. А. Гладких. – Л. : Судостроение, 1971. – 176 с.

4. Жесткая, В. Д. Вибрация корабля : учеб. пособие / В. Д. Жесткая. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2006. – 84 с.

## **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

1. Каталог электронных образовательных ресурсов ФГБОУ ВО «КнАГУ» [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://knastu.ru/page/538>, свободный. – Загл. с экрана;

2. Elibrary.ru : научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – М. : Интра-Плюс, 1997 - . – Режим доступа : <http://www.elibrary.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Промежуточной аттестацией по дисциплине в 9-м семестре является **зачёт**. Общая оценка «Зачтено» выставляется студенту по сумме баллов текущего контроля знаний, умений и навыков в семестре: результатов выполненного в объёме учебной программы практикума, отработанного конспекта лекций, результатов собеседования, результатов выполнения и защиты расчетно-графической работы (РГР).

Изучение дисциплины «Прочность и вибрация судов различных типов» осуществляется в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студента. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций и практических занятий. Разделы дисциплин следует изучать последовательно, начиная с первого. Каждый раздел, формирует необходимые условия для создания системного представления о предмете дисциплины. Рекомендации по отдельным видам деятельности студентов приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Методические указания к отдельным видам деятельности

Вид занятия	Организация деятельности студента
Лекции	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, формулировки, выводы. Помечать важные мысли. Выделять ключевые слова, термины. Делать пометки на вопросах, терминах, блоках в тексте, которые вызывают затруднения, после чего постараться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если ответ не найден, то на консультации обратиться к преподавателю.
Практические занятия	Знакомство с темой и целью практического занятия. Актуализация знаний по теме с помощью рекомендованной литературы. Выполнение индивидуальных или групповых практических заданий. Обобщение наиболее важных результатов практического занятия.
Самостоятельная работа	Для более глубокого изучения разделов дисциплины предусмотрены отдельные виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям; - изучение теоретических разделов дисциплины; - выполнение и защита РГР.

Текущий контроль качества освоения дисциплины осуществляется на основе рейтинговой системы. Этот контроль осуществляется в течение семестра и качество усвоения материала (выполнения заданий) оценивается в баллах, в соответствии с таблицей 6. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра. Максимальный балл текущего контроля составляет 100 баллов – «зачет», менее 75 баллов – «незачет».

РГР – самостоятельное практическое занятие, ориентированное на формирование и развитие у студентов умений и навыков расчета напряжений и перемещений, возникающих в сооружении при действии на него динамических сил.

В РГР выполняются: 1) расчет внешних сил, действующих на палубное перекрытие во время его эксплуатации; 2) расчет частот и форм колебаний; 3) оценка прочности палубного перекрытия.

РГР студенты выполняют самостоятельно. Дополнительно преподаватель назначает консультации для контроля работы студентов, подведения итогов и оказания помощи при выполнении РГР.

**11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Освоение дисциплины «Прочность и вибрация судов различных типов», при выполнении графической части и расчетов, основывается (по согласованию с руководителем) на активном использовании Microsoft Office (в части оформления результатов работы) и Mathcad или SMath- Studio (в части расчетов и графических построений). SMath- Studio – это бесплатная математическая программа с графическим редактором и полной поддержкой единиц измерения. В КнАГУ имеется академическая плавающая лицензия бессроч-

ного действия для Mathcad на 25 рабочих мест (Сервисный контракт # 2A1820328, лицензионный ключ, договор № 106-АЭ120 от 27.11.2012), а также студенты самостоятельно могут получить полнофункциональную 30-дневную версию на сайте [www.ptc.com](http://www.ptc.com).

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://knastu.ru/students>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий.

## **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для реализации программы дисциплины «Прочность и вибрация судов различных типов» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 8.

Таблица 8 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Используемое оборудование	Назначение оборудования
Аудитория с мультимедийной установкой	Персональный компьютер + проектор с экраном	Проведение лекционных занятий с помощью мультимедийных технологий

