

АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

ДИСЦИПЛИНЫ

«Прочность и вибрация корабля»

Направление подготовки: 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры

(шифр и наименование направления)

Направленность (профиль) программы Технология производства судов и судового оборудования (ТПС-Б)

Квалификация: бакалавр

1 Цели, задачи и результаты освоения дисциплины, ее место в структуре основной образовательной программы

1.1 Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Прочность и вибрация корабля» входит в часть Блока 1 формируемую участниками образовательных отношений, составляющую основу общеинженерной подготовки студентов в соответствии с требованиями, установленными ФГОС ВО по направлению подготовки 26.03.02; ориентирует на использование дисциплины в профессиональной деятельности на промышленных предприятиях и организациях региона.

В процессе изучения дисциплины студенты знакомятся с теоретическими основами проектирования судов, плавучих конструкций и их составных частей. При этом им даются основные сведения об основных стадиях создания проекта, об основных устройствах и элементах судов, а также нагрузках, которым они подвержены, об основных характеристиках судов и методах их расчёта. Дисциплиной закладываются основы технологического проектирования судов, плавучих конструкций и их составных частей.

Целью преподавания дисциплин является формирование на базе усвоенной системы знаний у студентов творческого и технического мышления и подготовка их к осуществлению дальнейшего прогресса в области проектирования судов.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- ознакомить с последовательностью разработки проекта судна;
- ознакомить с основными гипотезами деформирования пластин различных форм под действием внутренних и внешних сил;
- ознакомить с нормативными методами расчёта элементов корпуса и судовых конструкций
- подготовить студентов к участию в разработке расчётной части проектов судов (прочность, устойчивость и вибрация).

1.2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Категория	Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций	
Расчёты при организации производства и ремонта	ПК-5 Способен применять результаты расчётов прочности и вибрации при организации производства и ремонта судна	знать	ИПК – 5.1 Нормативные методы расчёта на прочность и вибрацию корпусных элементов судна
		уметь	ИПК – 5.2 Выполнять расчёты для пластин различного типа, а также судовых конструкций на прочность и виброустойчивость
		владеть	ИПК – 5.3 Нормативными методами расчёта судовых конструкций от действия внутренних и внешних сил

1.3 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина опирается на ранее изученные дисциплины: «детали машин и основы конструирования», «сопротивление материалов», «взаимозаменяемость и нормирование точности», «судовые устройства» и используется при изучении дисциплин («технология судостроения», «общесудовые устройства», «проектирование маломерных судов»), а также в период прохождения производственной практики и выполнения выпускной квалификационной работы (в зависимости от предложенной студенту темы ВКР).

2 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам аудиторных занятий

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Трудоемкость, час.			
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Всего аудиторных занятий
Семестр 5					
1	Изгиб и устойчивость пластин	8	12	6	26
1.1	Введение. Классификация пластин. Основные определения, гипотезы и зависимости теории изгиба тонких прямоугольных пластин	2	-	-	2
1.2	Изгиб жёстких пластин	2	4	2	8
1.3	Устойчивость прямоугольных пластин	2	4	2	8
1.4	Сложный изгиб пластин по цилинд-	2	4	2	8

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Трудоемкость, час.			
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Всего аудиторных занятий
	рической поверхности				
2	Расчёт прочности судовых конструкций	6	-	8	14
2.1	Внешние силы, действующие на корпус судна	2	-	4	6
2.2	Внутренние силы и деформации в конструкциях корпуса судна	2	-	4	6
2.3	Нормирование прочности корпуса	2	-	-	2
3	Вибрация корабля	6	-	2	8
3.1	Свободные и вынужденные колебания систем с одной и несколькими степенями свободы	2	-	-	2
3.2	Колебания призматических балок и пластин	2	-	-	2
3.3	Общая вибрация корпуса судна	2	-	2	4
	Всего в семестре 5	20	12	16	48
	Итого	20	12	16	48

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Ярославский государственный технический университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор ЯГТУ

В.А. Голкина

(подпись, И. О. Фамилия)

" 8 " августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ

«Прочность и вибрация корабля»

Направление подготовки: 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры

(шифр и наименование направления)

Направленность (профиль) программы: Технология производства судов и судового оборудования (ТПС-Б)

Квалификация: бакалавр

Блок программы: Дисциплины (модули)

Часть программы: формируемая участниками образовательных отношений

(обязательная, формируемая участниками образовательных отношений, элективные дисциплины)

Форма обучения: очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Семестр(ы) 5

Институт (обеспечивающий) Инженерии и машиностроения

Кафедра Технологические машины и оборудование

Институт (выпускающий) Инженерии и машиностроения

Реквизиты рабочей программы

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавра, а также в соответствии с рабочим учебным планом (регистрационный номер 26.03.02 ТПС-Б – 2022).

Программу разработал(и) преподаватель(и) кафедры
канд. техн. наук, доцент / И.С. Гуданов /
(ученая степень, должность, (подпись, (расшифровка подписи)(ученая степень, должность, (подпись, (расшифровка подписи)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании кафедры технологические машины и оборудование
(кафедра-разработчик)
" 29 " марта 2022 г., протокол № 7.
Заведующий кафедрой Гуданов И.С.
(подпись) (расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой Гуданов И.С.
(подпись) (расшифровка подписи)
" 29 " марта 2022 г.
Заведующий выпускающей кафедрой Павлов А.А.
(подпись) (расшифровка подписи)
" 29 " марта 2022 г.
Заведующий выпускающей кафедрой Побегалова Е.О.
(подпись) (расшифровка подписи)
" 29 " марта 2022 г.

Директор института В.А. Иванова
(подпись) (расшифровка подписи)
" 8 " апреля 2022 г.

Регистрационный код программы 9722

Отдел контроля и мониторинга учебного процесса ЯГТУ
К.Г. Зарина / К.Г. Зарина /
(подпись) (расшифровка подписи)

1 Цели, задачи и результаты освоения дисциплины, ее место в структуре основной образовательной программы

1.1 Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Прочность и вибрация корабля» входит в часть Блока 1 формируемую участниками образовательных отношений, составляющую основу общеинженерной подготовки студентов в соответствии с требованиями, установленными ФГОС ВО по направлению подготовки 26.03.02; ориентирует на использование дисциплины в профессиональной деятельности на промышленных предприятиях и организациях региона.

В процессе изучения дисциплины студенты знакомятся с теоретическими основами проектирования судов, плавучих конструкций и их составных частей. При этом им даются основные сведения об основных стадиях создания проекта, об основных устройствах и элементах судов, а также нагрузках, которым они подвержены, об основных характеристиках судов и методах их расчёта. Дисциплиной закладываются основы технологического проектирования судов, плавучих конструкций и их составных частей.

Целью преподавания дисциплин является формирование на базе усвоенной системы знаний у студентов творческого и технического мышления и подготовка их к осуществлению дальнейшего прогресса в области проектирования судов.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- ознакомить с последовательностью разработки проекта судна;
- ознакомить с основными гипотезами деформирования пластин различных форм под действием внутренних и внешних сил;
- ознакомить с нормативными методами расчёта элементов корпуса и судовых конструкций
- подготовить студентов к участию в разработке расчётной части проектов судов (прочность, устойчивость и вибрация).

1.2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Категория	Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций	
Расчёты при организации производства и ремонта	ПК-5 Способен применять результаты расчётов прочности и вибрации при организации производства и ремонта судна	знать	ИПК – 5.1 Нормативные методы расчёта на прочность и вибрацию корпусных элементов судна
		уметь	ИПК – 5.2 Выполнять расчёты для пластин различного типа, а также судовых конструкций на прочность и виброустойчивость

Категория	Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций	
		владеть	<i>ИПК – 5.3</i> Нормативными методами расчёта судовых конструкций от действия внутренних и внешних сил

1.3 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина опирается на ранее изученные дисциплины: «детали машин и основы конструирования», «сопротивление материалов», «взаимозаменяемость и нормирование точности», «судовые устройства» и используется при изучении дисциплин («технология судостроения», «общесудовые устройства», «проектирование маломерных судов»), а также в период прохождения производственной практики и выполнения выпускной квалификационной работы (в зависимости от предложенной студенту темы ВКР).

2 Содержание дисциплины

2.1 Распределение общей трудоемкости дисциплины по семестрам, видам занятий и формам контроля¹

Общие сведения				Форма контроля					Контактная работа с преподавателем, час.							Самостоятельная работа, час.		
									Всего контактной работы	Инд. работа с преподавателем	Экзамен, включая консультации	Аудиторная работа				Всего	Подготовка к экзамену	Текущая самостоятельная работа
Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия															
Курс	Семестр	ЗЕТ (зачетные единицы)	Всего, часов (неделя для практики)	Экзамен	Зачет	Курс. проект	Курс. работа	РЗ, РГР, реф., контр. работа	57		9	48	20	16	12	51	27	24
3	5	3	108	+				+										

2.2 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам аудиторных занятий

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Трудоемкость, час.			
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Всего аудиторных занятий
Семестр 5					
1	Изгиб и устойчивость пластин	8	12	6	26
1.1	Введение. Классификация пластин. Основные определения, гипотезы и зависимости теории изгиба тонких прямоугольных пластин	2	-	-	2
1.2	Изгиб жёстких пластин	2	4	2	8
1.3	Устойчивость прямоугольных пластин	2	4	2	8
1.4	Сложный изгиб пластин по цилиндрической поверхности	2	4	2	8
2	Расчёт прочности судовых конструкций	6	-	8	14
2.1	Внешние силы, действующие на корпус судна	2	-	4	6
2.2	Внутренние силы и деформации в конструкциях корпуса судна	2	-	4	6

¹ Таблица 2.1 заполняется в соответствии с учебным планом

2.3	Нормирование прочности корпуса	2	-	-	2
3	Вибрация корабля	6	-	2	8
3.1	Свободные и вынужденные колебания систем с одной и несколькими степенями свободы	2	-	-	2
3.2	Колебания призматических балок и пластин	2	-	-	2
3.3	Общая вибрация корпуса судна	2	-	2	4
	Всего в семестре 5	20	12	16	48
	Итого	20	12	16	48

2.3 Матрица соответствия разделов дисциплины и осваиваемых компетенций

Шифр компетенции по ФГОС/ матрице компетенций	Содержание компетенции	Номер раздела или темы		
		1	2	3
ПК-5	Способен применять результаты расчётов прочности и вибрации при организации производства и ремонта судна	+	+	+

2.4 Содержание лекционных занятий

Номер раздела и темы	Содержание	Трудоемкость, час	
		Лекционных занятий	Самостоятельное изучение темы (для заочной формы обучения)*
Семестр 5			
1	Изгиб и устойчивость пластин	8	-
1.1	Основные определения и гипотезы. Зависимости между перемещениями и деформациями. Уравнение совместности деформаций. Усилия и моменты в сечениях пластины. Зависимости между напряжениями, деформациями и перемещениями. Уравнения равновесия элемента пластины. Система дифференциальных уравнений и граничные условия. Классификация пластин.	2	-
1.2	Решение Л. Навье для свободно опертой пластины. Решение М. Леви. Понятие о приближенных методах решения задачи об изгибе пластин.	2	-
1.3	Основные положения. Устойчивость свободно опертой пластины. Влияние отступлений от закона Гука на устойчивость пластин. Устойчивость пластин, подкрепленных ребрами жесткости.	2	-
1.4	Основные положения и зависимости теории. Оценка влияния цепных напряжений на суммарные напряжения пластины. Определение статически неопределимых продольных усилий. Редукционный коэффициент пластин,	2	-

Номер раздела и темы	Содержание	Трудоемкость, час	
		Лекционных занятий	Самостоятельное изучение темы (для заочной формы обучения)*
	участвующих в общем изгибе корпуса судна. Влияние начальной погиби и поперечной нагрузки на величину редуцированного коэффициента.		
2	Расчёт прочности судовых конструкций	6	-
2.1	Внешние силы, действующие на корпус судна на тихой воде. Нагрузка сил веса. Удифферентовка судна. Определение общих изгибающих моментов и перерезывающих сил. Упругая линия корпуса при общем изгибе и влияние гибкости корпуса на величину общих изгибающих моментов. Основные сведения из теории вероятностей и теории случайных процессов. Описание морского волнения. Морское волнение - случайный процесс. Корпус судна как динамическая система на нерегулярном волнении. Вероятностно-статистические способы определения общих изгибающих моментов и перерезывающих сил. Общие изгибающие моменты при ударе корпуса о волну. Понятие о волновой вибрации.	2	-
2.2	Общий и местный изгиб корпуса судна. Схема преобразования конструкцией корпуса внешних сил во внутренние. Эквивалентный брус корпуса и его элементы. Качественный анализ работы пластин в составе эквивалентного бруса. Категории продольных связей и суммирование напряжений в связях корпуса. Касательные напряжения при изгибе корпуса. Предельный момент корпуса судна. Фибровая текучесть. Редуцирование продольных ребер жесткости по устойчивости и деформативности. Прерывистые связи корпуса. Схема работы прерывистых связей в составе корпуса при его изгибе, концентрация напряжений и методы борьбы с ней. Местная прочность конструкций корпуса.	2	-
2.3	Общие принципы нормирование прочности. Методы допускаемых напряжений и предель-	2	-

Номер раздела и темы	Содержание	Трудоемкость, час	
		Лекционных занятий	Самостоятельное изучение темы (для заочной формы обучения)*
	ных нагрузок. Нормирование напряжений. Вязкое, хрупкое и усталостное разрушения конструкций. Выбор опасных напряжений. Изменение характеристик прочности корпуса в процессе эксплуатации судна. Эксплуатационные повреждения конструкций корпуса. Элементы эквивалентного бруса как случайные функции.		
3	Вибрация корабля	6	-
3.1	Системы с одной степенью свободы. Уравнение движения. Свободные колебания системы с сопротивлением. Виды сопротивлений. Вынужденные колебания при действии гармонической силы на систему с сопротивлением. Явление резонанса. Движение системы при действии произвольной возмущающей силы. Понятие об амортизации и виброизоляции. Системы с несколькими степенями свободы. Дифференциальные уравнения свободных и вынужденных колебаний в обобщенных координатах. Применение уравнений Лагранжа второго рода. Главные координаты и их формы. Теоремы Релея.	4	-
3.2	Свободные колебания балок. Свободные колебания пластин. Учет присоединенных масс жидкости. Учет влияния продольной силы и упругого основания на свободные колебания балок. Вынужденные колебания однопролетных балок. Понятие о приближенных методах расчета свободных и вынужденных колебаний балок.	2	-
3.3	Силы, вызывающие вибрацию корпуса судна. Присоединенная масса воды. Свободные колебания корпуса. Метод Релея-Папковича. Учет сдвига и инерции вращения на частоты свободных колебаний. Учет неупругого сопротивления. Понятие о расчете вынужденных колебаний корпуса судна.	2	-
	Всего в семестре 5	20	-
	Итого	20	-

* Объем часов на самостоятельное изучение темы (для заочной формы обучения) должен совпадать с объемом часов в строке 2 таблицы 2.7

2.5 Содержание лабораторного практикума

Номер раздела	Номер и наименование лабораторных работ	Трудо-емкость, час
	Семестр 5	
1.2	Оценка напряжённо деформированного состояния толстой пластины под действием внутренних и внешних сил.	4
1.3	Оценка устойчивости свободно опертой прямоугольной пластины.	4
1.4	Исследование влияния начальной погиби и поперечной нагрузки на величину редуцированного коэффициента.	4
	Всего в семестре 5	12
-	Итого	12

2.6 Содержание практических занятий (семинаров)

Номер раздела	Номер и тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость, час
	Семестр 5	
1.2	Изгиб жёстких пластин.	2
1.3	Устойчивость пластин. Устойчивость пластин, подкреплённых рёбрами жёсткости.	2
1.4	Сложный изгиб пластин по цилиндрической поверхности.	2
2.1	Учёт влияния гибкости на величину изгибающего момента на тихой воде. Определение изгибающих моментов и перерезывающих сил по Правилам Российского Речного Регистра.	4
2.2	Включение прерывистых связей в состав эквивалентного бруса. Местная прочность днищевого перекрытия и суммирование напряжений. Расчёт бортового перекрытия. Расчёт поперечных переборок.	4
3.3	Расчёты вибрации по Правилам Речного Регистра. Общая вибрация корпуса судна.	2
	Всего в семестре 5	16
-	Итого	16

2.7 Содержание текущей самостоятельной работы²

Содержание работы	Примерная норма трудоемкости, час.	К-во часов или единиц	К-во часов текущей самостоятельной работы
1. Изучение лекционного материала	0,5 часа на 1 час лекц.	20	10
2. Самостоятельное изучение темы (для заочной формы обучения) ³			
3. Подготовка к лабораторным занятиям, оформление отчетов по лабораторным работам	0,5 часа на 1 час лабор. зан.		
4. Подготовка к практическим (семинарским) занятиям	0,5 часа на 1 час практ. зан.	10	5
5. Выполнение, оформление и подготовка к защите курсового проекта	54 / 72		
6. Выполнение, оформление и подготовка к защите курсовой работы	36		
7. Выполнение, оформление и подготовка к защите расчетного задания, реферата	9	1	9
8. Выполнение домашних заданий	0,25 ч. на 1 задачу		
9. Подготовка к текущим контрольным работам, тестированию по теме (разделу)	2 ч. на тему		
10. Работа с учебной и научной литературой (самостоятельное изучение, конспектирование источников, подготовка обзоров и т.п.)	**		
11. Самообучение и самоконтроль с помощью педагогических программных средств	**		
12. СРС под руководством преподавателя	**		
13. Другие виды СРС (указать)	**		
В с е г о	-	-	24

** объем устанавливается кафедрой.

² Объем текущей самостоятельной работы (всего, час.) должен соответствовать таблице 2.1 рабочей программы

³ Объем часов на самостоятельное изучение темы (для заочной формы обучения) должен совпадать с объемом часов в таблице 2.4

3 Технологическое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

3.1 Структурная матрица используемого технологического и учебно-методического обеспечения

Номер раздела дисциплины	Технологическое обеспечение		Учебно-методическое обеспечение дисциплины																											
			Средства лекционного преподавания			Учебная (печатная) литература для студентов				Электронные ресурсы																				
	Традиционные технологии	Инновационные технологии	Раздаточный материал	Плакаты, стенды, натуральные образцы	Кодопозитивы (фолии)	Видеофрагменты (видеофильмы)	Материалы для мультимедийных средств	Другие средства	Конспект лекций	Учебники, учебные пособия	Методические указания	Задачники	Материалы для самоконтроля	Справочная литература	Другая учебная литература	Электронный практикум	Виртуальные лабораторные работы	Мультимедийные презентации	Обучающие программы	Контролирующие программы	Расчетные программы	Моделирующие программы	Другие электронные ресурсы	Электронные копии						
1	+		+			+		+									+						+					+		
2	+		+			+		+									+							+					+	
3	+		+			+		+									+						+					+		

3.2 Перечень печатных и электронных изданий, информационных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины приводится в документе «Учебно-методическое обеспечение дисциплины», который является неотъемлемой частью данной рабочей программы.

4 Оценочные средства контроля освоения компетенций

4.1 Структурная матрица оценочных средств по дисциплине

Вид и форма контроля, оценочные средства по дисциплине	Шифр компетенции по ФГОС ВО/ матрице компетенций
	ПК-5
1. Текущий контроль по дисциплине	
Собеседование	+
Контрольная работа	
Выполнение домашних заданий	
Тестирование по разделам (темам)	
Индивидуальные (групповые) творческие задания	
Защита лабораторных работ	+
Работа на практических занятиях, семинарах	+
Выполнение расчетно-графических работ	+
Реферат, эссе, доклад	
Другие формы текущего контроля (указать) _____	
2. Итоговый контроль по дисциплине	
Зачет	
Экзамен	+
Курсовая работа (защита)	
Курсовой проект (защита)	
Тестирование итоговое	
Другие формы итогового контроля по дисциплине (указать) _____	

Соответствие видов контроля и оценочных средств осваиваемым компетенциям отмечается в таблице знаком «+»

5 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Номер	Наименование и местоположение оборудованных учебных аудиторий, лабораторий	Укрупненный перечень оборудования и технических средств обучения
1.	Общий аудиторный фонд (корпус А), аудитория А-10	Доска аудиторная ДО 1,2×4,0 Мультимедийный комплект
2.	Учебная лаборатория А-03	Лабораторная установка, включающая в себя тензометрическую систему оценки прочности толстой пластины. Лабораторная установка, включающая в себя тензометрическую систему оценки устойчивости прямоугольной пластины. Лабораторная установка, включающая в себя тензометрическую систему оценки деформаций пластины при сложном изгибе.

6 Перечень информационных технологий (включая программное обеспечение)

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине лицензионное программное обеспечение не используется.

7 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Деятельность обучающегося
Лекция	<p>Обучающемуся рекомендуется:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Вести конспект лекций: кратко излагая содержание материала, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, приводить графики и схемы; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.2. При записи лекционного материала правильно применять термины, понятия, проверять их с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований.3. Вопросы, термины, материалы лекции, которые вызывают трудности, рассмотреть самостоятельно (поиск ответов в рекомендуемой литературе).4. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на текущих консультациях или после лекции.
Лабораторные занятия	<p>Обучающийся должен:</p> <ol style="list-style-type: none">1. При подготовке к выполнению лабораторных работ изучить конспект лекций, ознакомиться с объемом и учебной целью лабораторной работы.2. При выполнении лабораторной работы изучить объем, последовательность выполнения работы и продумать порядок своих действий; изучить технические условия для выполнения каждой работы; ознакомиться с комплектом инструментов, приборов, приспособлений и оборудования для каждой лабораторной работы и порядком их использования при выполнении работ.3. Изучить требования по технике безопасности, которые необходимо выполнять на каждой лабораторной работе.4. При выполнении лабораторной работы следовать указаниям преподавателя и(или) лаборанта, вести соответствующие записи.5. После выполнения лабораторной работы оформить отчет и подготовиться к защите лабораторной работы.

Вид учебных занятий	Деятельность обучающегося
Практические занятия	<p>Обучающийся должен:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. При подготовке к практическим занятиям изучить конспект лекций, соответствующие учебники и учебно-методические пособия. 2. На практическом занятии следовать указаниям преподавателя, вести соответствующие записи. 3. Завершить выполнение задания на практическом занятии или самостоятельно после его окончания.
Выполнение курсовых работ (проектов), РГР, контрольных работ	<p>Обучающийся должен:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Получить задание на курсовую работу (проект), контрольную работу, РГР у преподавателя в начале семестра. 2. При подготовке к выполнению работы изучить конспект лекций, соответствующие учебники и учебно-методические пособия, ознакомиться с объемом и учебной целью работы; продумать порядок своих действий, распределить время на выполнение работы, консультирование у преподавателя. 3. Выполнить работу в соответствии с выданным заданием, при необходимости консультируясь с преподавателем. 4. Оформить курсовую работу (проект), контрольную работу, РГР в соответствии с требованиями стандартов ЯГТУ. 5. Защитить выполненную работу в установленные сроки.
Самостоятельная работа	<p>Обучающемуся рекомендуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Самостоятельно изучить (повторить) конспект лекций, соответствующие учебники и учебно-методические пособия, записи лабораторных и практических занятий. 2. Изучить темы, выданные на самостоятельное изучение, по рекомендованным источникам (раздел 3.2 настоящей рабочей программы) 3. Выполнять все виды текущей самостоятельной работы, указанные в таблице 2.7 настоящей рабочей программы.
Подготовка к зачету, экзамену	<p>Обучающемуся рекомендуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. При подготовке к зачету, экзамену изучить (повторить) конспект лекций, соответствующие учебники и учебно-методические пособия, записи лабораторных и практических занятий. 2. Внимательно ознакомиться с вопросами к зачету, экзамену, распределить время на подготовку, консультирование у преподавателя. 3. По вопросам, вызвавшим затруднение, проконсультироваться с преподавателем (для экзамена – явка на экзаменационную консультацию обязательна).

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Ярославский государственный технический университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор ЯГТУ

В.А. Голкина

(подпись, И. О. Фамилия)

" 8 " августа 2022 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДИСЦИПЛИНЫ

«Прочность и вибрация корабля»

Направление подготовки: 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника
и системотехника объектов морской инфраструктуры

(шифр и наименование направления)

Направленность (профиль) программы Технология производства
судов и судового оборудования (ТПС-Б)

Квалификация (степень): бакалавр

Блок программы: Дисциплины (модули)

Часть программы: формируемая участниками образовательных отношений
(обязательная, формируемая участниками образовательных отношений, элективные дисциплины)

Форма обучения: очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Семестр(ы) 5

Институт (обеспечивающий) Инженерии и машиностроения

Кафедра Технологические машины и оборудование

Институт (выпускающий) Инженерии и машиностроения

Реквизиты

Учебно-методическое обеспечение разработано к рабочей программе, составленной в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки _____, а также в соответствии с рабочим учебным планом (регистрационный номер 26.03.02 ТПС-Б – 2022).

Учебно-методическое обеспечение разработал(и) преподаватель(и) кафедры _____ / _____ /
канд. техн. наук, доцент / И.С. Гуданов /
(ученая степень, должность, подпись, расшифровка подписи)
_____/ _____ /
(ученая степень, должность, подпись, расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой _____ / Гуданов И.С. /
(подпись) (расшифровка подписи)

Директор НТБ ЯГТУ _____ / Фуникова Т.Н. /
(подпись) (расшифровка подписи)
" 8 " апреля 2022г.

Регистрационный код рабочей программы 9722

Отдел контроля и мониторинга учебного процесса ЯГТУ

_____/ _____ /
(подпись) (расшифровка подписи)

1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

1 Перечень печатных и электронных изданий, информационных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины:

1.1 Обязательные издания, имеющиеся в НТБ ЯГТУ (печатные¹, электронные издания²):

1. Бадаева, Н.В. Расчеты на прочность и жесткость при сложных видах нагружения: учеб. пособие / Н.В. Бадаева, И.С. Шеронина; Яросл. гос. техн. ун-т. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2022. – 71 с.: ил. – (3984). (148 экз.)

2. Проворов, А.В. Основы расчета на прочность методом конечных элементов: учеб.-метод. пособие / А.В. Проворов; Яросл. гос. техн. ун-т. – Ярославль: ИД ЯГТУ, 2019. – 111 с.: ил. – (3837). (27 экз.) + ЭВ <http://www.ystu.ru:39445/megapro/Web/Search/Simple> 3837

3. Чижиумов, С. Д. Особенности проектирования и производства надводных кораблей : учебное пособие / С. Д. Чижиумов. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 86 с. — ISBN 978-5-4497-1018-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/105710.html>

1.2 Профессиональные базы и информационно-справочные системы (например, e-Library, Техэксперт, Консультант плюс и др.)

1. ЭБС «ibooks.ru»: <http://ibooks.ru/>

2. ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru>

3. eLibrary <http://www.elibrary.ru>

1.3 Рекомендуемые для самостоятельного изучения (не обязательные) издания и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

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.

¹ Необходимо указать количество экземпляров печатных из числа имеющихся в НТБ ЯГТУ. Норматив книгообеспеченности 25 книг на 100 человек. Поиск изданий в электронном каталоге библиотеки: <http://www.ystu.ru:39445/megapro/Web>

² Перечень электронных изданий в ЭБС, на которые есть подписка ЯГТУ, можно посмотреть по адресу: <http://www.ystu.ru:39445/marc/ebs.php>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ярославский государственный технический университет»

Кафедра Технологические машины и оборудование

«УТВЕРЖДАЮ»:

Заведующий кафедрой

И.С. Гуданов / И.С. Гуданов /
29 марта 2022г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДИСЦИПЛИНЫ

«Прочность и вибрация корабля»

Направление подготовки: 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника
и системотехника объектов морской инфраструктуры

(код и наименование направления)

Направленность (профиль) программы:

Технология производства судов и судового оборудования (ТПС-Б)

Форма обучения очная

Авторы/разработчики ФОСД:

ФИО, ученая степень, ученое звание

И.С. Гуданов / И.С. Гуданов / 29.03.2022
(подпись) (дата)

Рассмотрено на заседании кафедры технологические машины и оборудование,
протокол № 7 от "29" марта 2022г.

Рег. код рабочей программы 9722

Рег. код ФОСД 8774

Отдел контроля и мониторинга учебного процесса ЯГТУ

Зорина КС / Зорина КС
(подпись)

Ярославль 2022 г.

1 Общие сведения о дисциплине¹

1.1 Распределение общей трудоемкости дисциплины по семестрам, видам занятий и формам контроля²

Общие сведения				Форма контроля					Контактная работа с преподавателем, час.							Самостоятельная работа, час.		
									Всего контактной работы	Инд. работа с преподавателем	Экзамен, включая консультации	Аудиторная работа				Всего	Подготовка к экзамену	Текущая самостоятельная работа
Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия															
3	5	3	108	+				+	57		9	48	20	16	12	51	27	24

1.2 Перечень разделов (тем) дисциплины³

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины
Семестр 5	
1	Изгиб и устойчивость пластин
1.1	Введение. Классификация пластин. Основные определения, гипотезы и зависимости теории изгиба тонких прямоугольных пластин
1.2	Изгиб жёстких пластин
1.3	Устойчивость прямоугольных пластин
1.4	Сложный изгиб пластин по цилиндрической поверхности
2	Расчёт прочности судовых конструкций
2.1	Внешние силы, действующие на корпус судна
2.2	Внутренние силы и деформации в конструкциях корпуса судна
2.3	Нормирование прочности корпуса
3	Вибрация корабля
3.1	Свободные и вынужденные колебания систем с одной и несколькими степенями свободы
3.2	Колебания призматических балок и пластин
3.3	Общая вибрация корпуса судна

¹ Раздел заполняется в соответствии с учебным планом и рабочей программой по учебной дисциплине

² Таблица заполняется в соответствии с п.2.1 рабочей программы

³ Таблица заполняется в соответствии с п.2.2 рабочей программы

1.3 Матрица соответствия разделов дисциплины и осваиваемых компетенций⁴

Шифр компетенции по ФГОС (матрица компетенций)	Содержание компетенции	Индикаторы (шифр, содержание)	Номер раздела или темы		
			1	2	3
ПК-5	Способен применять результаты расчётов прочности и вибрации при организации производства и ремонта судна	<i>ИПК – 5.1</i> Знать нормативные методы расчёта на прочность и вибрацию корпусных элементов судна	+	+	+
		<i>ИПК – 5.2</i> Уметь выполнять расчёты для пластин различного типа, а также судовых конструкций на прочность и виброустойчивость	+	+	+
		<i>ИПК – 5.3</i> Владеть нормативными методами расчёта судовых конструкций от действия внутренних и внешних сил	+	+	+

Данная таблица отражает перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины.

⁴ Таблица заполняется в соответствии с п.2.3 рабочей программы

2 Контрольно-измерительные и оценочные материалы

2.1 Перечень используемых форм контроля, контрольно-измерительных и оценочных материалов

Номера разделов	Формы контроля, контрольно-измерительные и оценочные материалы												
	Оценочные материалы для собеседования	Оценочные материалы для контрольных работ	Оценочные материалы для самостоятельной (домашней) работы	Тестовые задания	Оценочные материалы для практических занятий	Оценочные материалы для лабораторных работ	Оценочные материалы для индивидуальных (групповых) творческих работ	Оценочные материалы для курсовых работ (проектов)	Оценочные материалы для РГР	Оценочные материалы для рефератов, эссе	Оценочные материалы для зачета	Оценочные материалы для экзамена	Прочие виды оценочных материалов
Компетенция ПК-5													
1	+				+	+			+			+	
2	+				+				+			+	
3	+				+				+			+	

В Таблице знаком «+» указываются применяемые преподавателем формы контроля и оценочные средства, указанные в п.4.1 рабочей программы

2.2 Контрольно-измерительные и оценочные материалы

Далее приводится описание указанных в таблице 2.1 контрольно-измерительных и оценочных материалов, применяемых критериев оценки и оценочных шкал.

Вопросы для защиты лабораторных и практических работ

Раздел (тема) 1 Изгиб и устойчивость пластин

Компетенция ПК-5 Способен применять результаты расчётов прочности и вибрации при организации производства и ремонта судна

(шифр, содержание)

Индикатор компетенции ИПК – 5.1 Знать нормативные методы расчёта на прочность и вибрацию корпусных элементов судна

(шифр, содержание)

Вопросы:

1. Изгиб жестких пластин.
2. Устойчивость пластин.
3. Устойчивость пластин, подкреплённых ребрами жесткости.
4. Сложный изгиб пластин по цилиндрической поверхности.
5. Учет влияния гибкости на величину изгибающего момента на тихой воде.

Индикатор компетенции ИПК – 5.2 Уметь выполнять расчёты для пластин различного типа, а также судовых конструкций на прочность и виброустойчивость

(шифр, содержание)

Вопросы:

1. Какая пластина называется абсолютно жёсткой?
2. Что такое свободные колебания?
3. Чему равна максимальная ширина присоединенного пояска ребра?
4. Назовите теории и критерии прочности.
5. Как производится определение волновых изгибающих моментов при статической постановке судна на волну?

Индикатор компетенции ИПК – 5.3 Владеть нормативными методами расчёта судовых конструкций от действия внутренних и внешних сил

(шифр, содержание)

Вопросы:

1. Кратко изложите суть проектирования туннелей гребного вала.
2. Как оценивается местная прочность бортового перекрытия?

3. Назовите методы определения вибраций корпуса судна.
4. В чем заключаются особенности проектирования специализированных судов?
5. Каковы последствия вибраций?

Раздел (тема) 2 Расчёт прочности судовых конструкций

Компетенция ПК-5 Способен применять результаты расчётов прочности и вибрации при организации производства и ремонта судна

(шифр, содержание)

Индикатор компетенции ИПК – 5.1 Знать нормативные методы расчёта на прочность и вибрацию корпусных элементов судна

(шифр, содержание)

Вопросы:

1. Каковы требования к конструктивным элементам надстроек?
2. Что относится к общим характеристикам переборок?
3. Начертить варианты соединения карлингсов с поперечной переборкой.
4. Укажите конструктивные особенности туннеля гребного винта.
5. Что такое универсальный сухогруз?

Индикатор компетенции ИПК – 5.2 Уметь выполнять расчёты для пластин различного типа, а также судовых конструкций на прочность и виброустойчивость

(шифр, содержание)

Вопросы:

1. Включение прерывистых связей в состав эквивалентного бруса.
2. Что понимается под местной прочностью?
3. Что такое «ось сравнения» и «нейтральная ось»?
4. В чем практический смысл критерия усталостной прочности?
5. Какие нагрузки действуют на днищевое перекрытие?

Индикатор компетенции ИПК – 5.3 Владеть нормативными методами расчёта судовых конструкций от действия внутренних и внешних сил

(шифр, содержание)

Вопросы:

1. Расчёт поперечных переборок.
2. Расчёт бортового перекрытия.
3. Местная прочность днищевое перекрытия и суммирование напряжений.
4. Определение изгибающих моментов и перерезывающих сил по Правилам Российского Речного Регистра.
5. Устойчивость палубных конструкций.

Раздел (тема) 3 Вибрация корабля

Компетенция ПК-5 Способен применять результаты расчётов прочности и вибрации при организации производства и ремонта судна

(шифр, содержание)

Индикатор компетенции ИПК – 5.1 Знать нормативные методы расчёта на прочность и вибрацию корпусных элементов судна

(шифр, содержание)

Вопросы:

1. Теорема Клайперона и определение потенциальной энергии балки и упругих опор при изгибе, сдвиге и кручении.
2. Теорема Кастильяно и определение перемещений точек балки.
3. Теорема Лагранжа и определение перемещений точек балки.
4. Уравнение совместности деформаций.
5. Метод начальных параметров.

Индикатор компетенции ИПК – 5.2 Уметь выполнять расчёты для пластин различного типа, а также судовых конструкций на прочность и виброустойчивость

(шифр, содержание)

Вопросы:

1. Определение предельной нагрузки для многопролетной балки.
2. Расчёты вибрации по Правилам Речного Регистра.
3. Расчет бортового перекрытия.
4. Расчет поперечных переборок.
5. Расчетное проектирование связей корпуса.

Индикатор компетенции ИПК – 5.3 Владеть нормативными методами расчёта судовых конструкций от действия внутренних и внешних сил

(шифр, содержание)

Вопросы:

1. Общая вибрация корпуса судна.
2. Свободные колебания пластин.
3. Вынужденные колебания балок.
4. Свободные колебания балок. Определение частот и форм собственных колебаний.
5. Свободные и вынужденные колебания системы с одной и несколькими степенями свободы. Принципиальные схемы вибрографа и виброгасителя.

Критерии оценки:

- владение терминологией дисциплины;
- умение грамотно интерпретировать теоретический материал, давать по-

- яснения (примеры), использовать различные формы мыслительной деятельности (анализ, синтез, оценивание, сравнение, обобщение и т.п.);
- грамотная, лаконичная, доступная и понятная речь и др.

Оценочная шкала

Оценка "**Зачтено**" выставляется студенту, если студент даёт правильный ответ, отличающийся понятностью, точностью и лаконичностью формулировок. Высказанные утверждения обосновываются, сопровождаются примерами и при необходимости поясняются рисунками и схемами.

Оценка "**Не зачтено**" выставляется студенту, если ответ по своему смыслу неверен, отсутствуют объяснения, нет ясности, наблюдается явное незнание терминологии и определений.

Вопросы для экзамена

Типовые вопросы:

1. Внешние силы, действующие на корпус судна на тихой воде. Нагрузка сил веса.
2. Удифферентовка судна на тихой воде. Силы поддержания.
3. Определение общих изгибающих моментов и перерезывающих сил на тихой воде.
4. Упругая линия корпуса при общем изгибе на тихой воде.
5. Влияние гибкости корпуса на величину общих изгибающих моментов на тихой воде.
6. Описание морского волнения. Морское волнение – случайный процесс.
7. Качка судна на регулярном волнении и волновые нагрузки на корпус судна.
8. Определение волновых изгибающих моментов и перерезывающих сил в корпусе при качке судна на регулярном волнении.
9. Практические способы определения общих изгибающих моментов и перерезывающих сил на волнении.
10. Понятие об общих изгибающих моментах при ударе корпуса о волну.
11. Понятие о волновой вибрации.
12. Общий и местный изгиб корпуса судна.
13. Эквивалентный брус корпуса и условия включения связей в его состав.
14. Расчет эквивалентного бруса в первом приближении.
15. Качественный анализ работы пластин в составе эквивалентного бруса.
16. Определение редуцированных коэффициентов.
17. Расчет эквивалентного бруса во втором и последующих приближениях.
18. Категории продольных связей и суммирование напряжений в связях корпуса.
19. Касательные напряжения при изгибе корпуса.
20. Определение предельного момента корпуса судна.
21. Предельный момент корпуса судна, имеющего износы и повреждения.
22. Прерывистые связи корпуса. Схема работы прерывистых связей в составе корпуса при его изгибе.
23. Концентрация напряжений и методы борьбы с ней.
24. Расчетные местные нагрузки. Гидростатические нагрузки.
25. Расчетные местные нагрузки. Нагрузки от сил тяжести груза, регламентируемые Правилами Речного Регистра.
26. Схема расчета пластин днища, загруженных давлением воды.
27. Расчетные схемы холостого набора днища.
28. Расчетные схемы перекрытия днища.
29. Расчетные схемы холостого шпангоута борта.
30. Расчетные схемы бортовых стрингеров.
31. Расчетные схемы рамных шпангоутов борта.
32. Расчетные схемы пластин палубы.
33. Расчетные схемы балок холостого набора палубы.

34. Расчетная схема палубного перекрытия.
35. Суммирование общих и местных напряжений.
36. Опасные и допускаемые напряжения.
37. Проверка прочности по предельным моментам.
38. Критерии достаточной общей прочности.
39. Колебания системы с одной степенью свободы. Уравнение движения.
40. Свободные колебания системы с одной степенью свободы с сопротивлением.
41. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы и с сопротивлением под действием гармонической силы. Явление резонанса.
42. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы при гармоническом перемещении точки подвеса. Понятия о виброметрии.
43. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы при наличии сопротивления под действием произвольной возмущающей силы.
44. Малые колебания системы с n степенями свободы. Основные положения. Обобщенные координаты и обобщенные силы. Силы сопротивления, консервативные силы.
45. Кинетическая и потенциальная энергии, функция рассеивания при малых колебаниях.
46. Свободные колебания системы с n степенями свободы при отсутствии сопротивления.
47. Определение частот и форм свободных колебаний.
48. Главные координаты системы с n степенями свободы. Формы главных координат и их свойства ортогональности.
49. Вынужденные колебания системы с n степенями свободы при отсутствии сопротивления.
50. Основные положения малых колебаний упругих тел. Уравнения движения.
51. Свободные колебания призматических балок.
52. Уравнение движения свободных колебаний призматических балок и его интегрирование.
53. Определение частот и форм свободных колебаний призматических балок.
54. Влияние упругого основания на частоты свободных колебаний балок.
55. Ортогональность форм главных свободных колебаний балок.
56. Динамический изгиб балок. Уравнение движения вынужденных колебаний балок.
57. Определение обобщенных сил.
58. Вынужденные колебания балок при отсутствии сопротивления при воздействии гармонической возмущающей силы.
59. Схема расчета вынужденных колебаний балок при наличии сопротивления под воздействием гармонической возмущающей силы.
60. Свободные колебания пластин.
61. Влияние жидкости на частоты свободных колебаний пластин.
62. Приближенные методы расчета упругих тел.
63. Силы, вызывающие вибрацию корпуса судна.

64. Влияние заборной воды на вибрацию корпуса судна.
65. Силы внутреннего и внешнего сопротивлений при общей вибрации корпуса судна.
66. Определение частот свободных колебаний корпуса судна. Метод Релея – Папковича.
67. Учет влияния сдвига и инерции вращения на частоты свободных колебаний корпуса судна.
68. Меры по уменьшению вибрации судовых конструкций.
69. Нормирование допустимой вибрации.
70. Общая вибрация корпуса судна.

Шифр и содержание компетенции	Индикатор компетенции (шифр, содержание)	Номера вопросов (из представленного списка)
ПК-5 Способен применять результаты расчётов прочности и вибрации при организации производства и ремонта судна	ИПК – 5.1 Знать нормативные методы расчёта на прочность и вибрацию корпусных элементов судна	1-3; 7-12; 16; 19; 20; 23; 26; 30-34; 36; 38-46; 49-52; 58; 60; 61
	ИПК – 5.2 Уметь выполнять расчёты для пластин различного типа, а также судовых конструкций на прочность и виброустойчивость	4; 5; 13; 14; 18; 21; 24; 25; 28; 37; 47; 48; 53-57; 67-70
	ИПК – 5.3 Владеть нормативными методами расчёта судовых конструкций от действия внутренних и внешних сил	6; 15; 17; 22; 27; 29; 30; 35; 59; 62-66

Критерии оценки:

- владение терминологией дисциплины;
- умение грамотно интерпретировать теоретический материал, давать пояснения (примеры), использовать различные формы мыслительной деятельности (анализ, синтез, оценивание, сравнение, обобщение и т.п.);
- грамотная, лаконичная, доступная и понятная речь и др.

Оценочная шкала

Оценка "**Отлично**" выставляется, если студент полно излагает материал, даёт правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка, правильно пользуется терминологией.

Оценка "**Хорошо**" выставляется, если студент даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но и допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка "**Удовлетворительно**" выставляется, если обнаруживает знание и по-

нимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

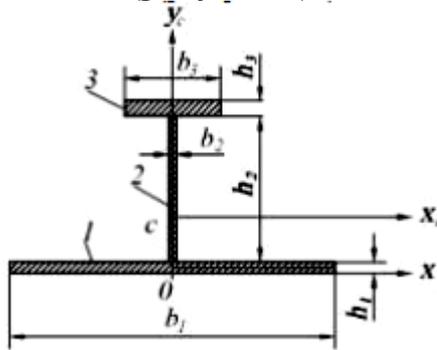
Оценка "**Неудовлетворительно**" выставляется, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

Типовые контрольные задания (задачи) для практических работ

Типовые контрольные задания (задачи)⁵:

1. Практическая работа № 1. Проверка местной прочности днищевого перекрытия.

Задача. Подобрать толщины элементов составной тавровой балки и толщину присоединенного пояска (рисунок 1).



- 1 – присоединенный поясок; 2 – стенка тавровой балки; 3 – полка тавровой балки

Рисунок 1 – Схема сечения балки

Расчет подбора толщин элементов тавровой балки, оформляется в табличной форме.

Номер элемента	b , см	h , см	y_{ci} , см	F_{i2} , см ²	S_{xi2} , см ³	I_{xi2} , см ⁴	a_i , см	$a_i^2 \cdot F_{i2}$, см ⁴
1	b_1							
2		h_2						
3	b_3							
Σ	-		-				-	

Здесь y_{ci} – отстояние центра тяжести каждого элемента от принятой условной оси x ; a_i – расстояние между центрами тяжести каждого элемента и центром тяжести y_c всего таврового сечения по оси y .

2. Практическая работа № 2. 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 $W_1=44$ см³. Концы стоек срезаны «на ус». Стойка в трюме выполнена из сварного таврового профиля – стенка 200×8, поясок 120×10 мм. Момент инерции сечения с присоединенным пояском $I=9100$ см⁴; момент сопротивления $W=405$ см³.

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

⁵ При оформлении типовых задач допускается выделять задачи по отдельным разделам (темам) дисциплины, а также задачи для различных форм и видов контроля.

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/см².

3. Практическая работа № 3. 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 2).

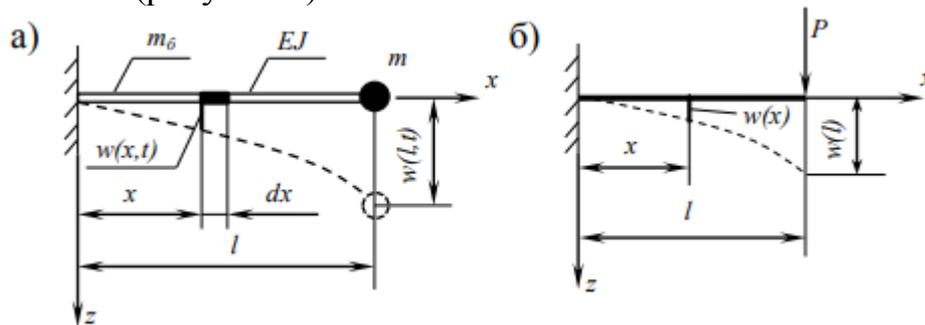


Рисунок 2 – Консольная балка с грузом

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.

4. Практическая работа № 4. Колебания системы с одной степенью свободы под действием внезапно приложенной силы.

Задача. К системе внезапно приложена сила, все время сохраняющая величину Q (рисунок 3). Сопротивление движению отсутствует.

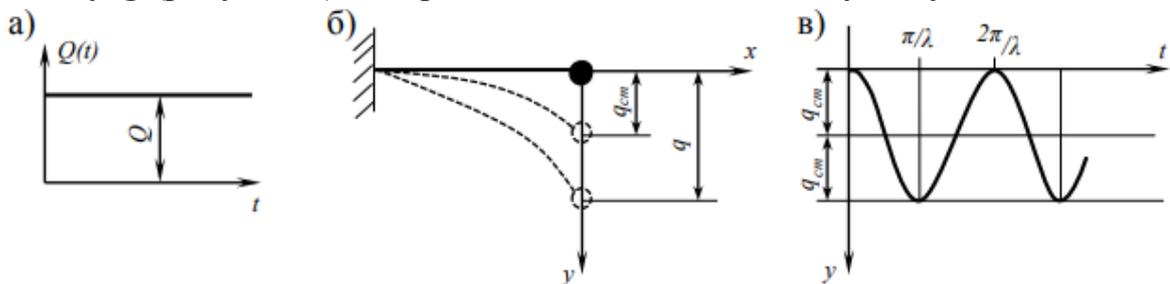


Рисунок 3 – Колебания системы с одной степенью свободы под действием внезапно приложенной силы: а) график изменения силы; б) перемещение системы; в) график движения

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

5. Практическая работа № 5. Колебания системы под действием нагрузки по двум периодам движения системы.

Задача. Нагрузка возрастает по линейному закону, достигая в момент $t=\tau_0$ величины Q . После этого во всё последующее время остается равной Q (рисунок 4). Сопротивление движению отсутствует. Исходя из характера графика возмущающей силы, следует рассмотреть два периода движения системы.

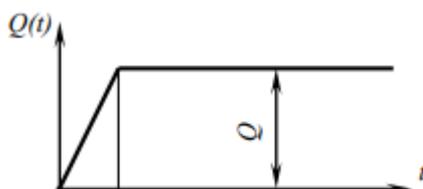


Рисунок 4 – График изменения силы

Определить: закон движения системы; амплитуды колебания около нового положения равновесия; коэффициент динамичности.

Построить график изменения динамического коэффициента в зависимости от τ_0/T (рисунок 5).

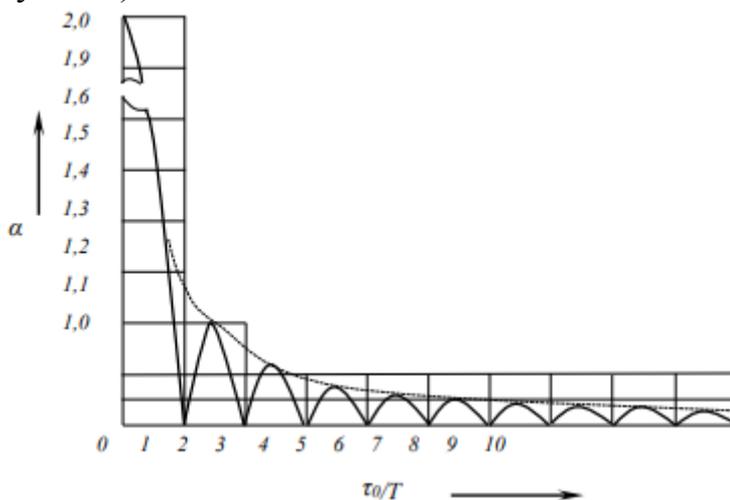


Рисунок 5 – График динамического коэффициента

6. Практическая работа № 6. Решение задачи о свободных колебаниях системы с несколькими степенями свободы.

Задача. Дана невесомая балка с двумя сосредоточенными массами m (рисунок 6). 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:

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

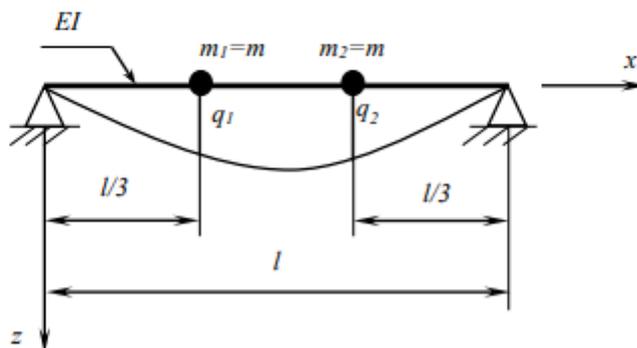


Рисунок 6 – Невесомая балка с двумя сосредоточенными массами

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

7. Практическая работа № 7. Решение задачи о вынужденных колебаниях системы с несколькими степенями свободы.

Задача. Дана невесомая балка с двумя одинаковыми сосредоточенными массами m (рисунок 7). К первой массе приложена гармоническая возмущающая сила $Q=Q_0\sin\omega t$. Длина балки l , жесткость на изгиб – EI . Коэффициенты жесткости и формы главных колебаний принять равными из полученных расчетов в практической работе № 6.

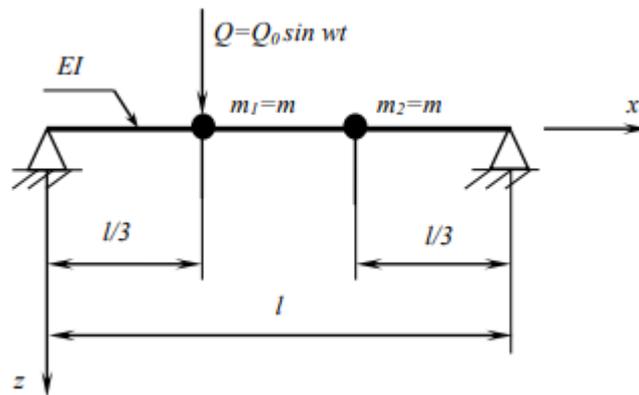


Рисунок 7 – Система с двумя степенями свободы под действием гармонической возмущающей силы

Определить: обобщенные массы, жесткости и силы; перемещения при вынужденных колебаниях; амплитуды колебаний первой и второй масс. Построить график зависимости амплитуды первой массы от частоты возмущающей силы.

8. Практическая работа № 8. 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 8, а); 2) безопорная балка (рисунок 8, б); 3) жестко заделанный консольный стержень (рисунок 8, в). Длина балки l .

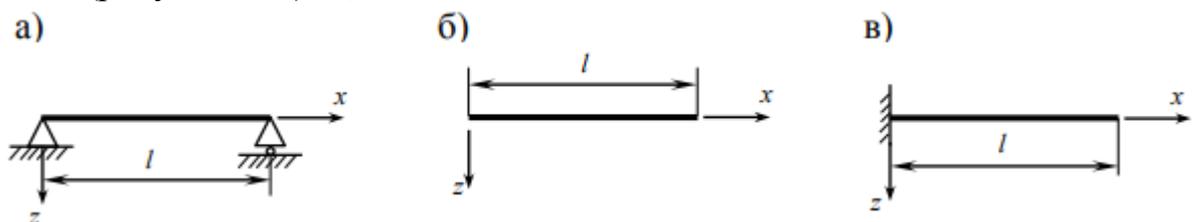


Рисунок 8 – Расчётные схемы

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).

9. Практическая работа № 9. Вибрация перекрытий и пластин.

Задача. Дифференциальное уравнение свободных поперечных колебаний пластины имеет вид

$$D \left[\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right] + m \frac{\partial^2 w}{\partial t^4} = 0,$$

где $D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu)^2}$ – цилиндрическая жесткость; h – толщина пластины; m –

масса пластины на единицу площади; w – прогиб; $m \frac{\partial^2 w}{\partial t^4}$ – интенсивность инерционной нагрузки.

Определить форму главного свободного колебания пластины для двух вариантов заземления: 1) свободно опертой по всему опорному контуру; 2) две параллельные кромки свободно оперты.

10. Практическая работа № 10. Расчет свободных вертикальных колебаний корпуса судна.

Задача. Определить частоты и формы колебаний главных свободных колебаний корпуса судна. Для решения этой задачи воспользоваться методом Рэлея-Ритца.

Представим прогиб судна в виде

$$w(x, t) = w_1(x, t) + w_2(x, t),$$

где $w_1(x, t)$ – стрелка прогиба от изгиба; $w_2(x, t)$ – стрелка прогиба от изгиба.

Необходимо найти выражения: 1) потенциальной энергии судна; 2) кинетической энергии; 3) прогиба судна.

При использовании метода Рэлея определение частот свободных колебаний производится последовательно: сначала определяется первая частота λ_1 , затем вторая λ_2 и т.д.

При определении частоты первого тона колебаний примем форму колебаний в виде

$$X_1(x) = \alpha_1 + \beta_1 x + X_1^{np},$$

где X_1^{np} – форма свободных колебаний первого тона призматической безопорной балки.

При определении частоты второго тона колебаний примем форму колебаний в виде

$$X_2(x) = \alpha_2 + \beta_2 x + X_2^{np} + \alpha_{21} X_1,$$

где X_2^{np} – форма свободных колебаний второго тона призматической безопорной балки.

Форму колебаний третьего тона представим в виде

$$X_3(x) = \alpha_3 + \beta_3 x + X_3^{np} + \alpha_{31} X_1 + \alpha_{32} X_2,$$

где X_3^{np} – форма свободных колебаний третьего тона призматической безопорной балки.

Шифр и содержание компетенции	Индикатор компетенции (шифр, содержание)	Номера заданий (из представленного списка)
ПК-5 Способен применять результаты расчётов прочности и	ИПК – 5.1 Знать нормативные методы расчёта на прочность и вибрацию корпусных элементов судна	1-10

вибрации при организации производства и ремонта судна	ИПК – 5.2 Уметь выполнять расчёты для пластин различного типа, а также судовых конструкций на прочность и виброустойчивость	1-10
	ИПК – 5.3 Владеть нормативными методами расчёта судовых конструкций от действия внутренних и внешних сил	1-10

Критерии оценки:

- умение составить алгоритм решения задачи;
- умение использовать различные формы мыслительной деятельности (анализ, синтез, оценивание, сравнение, обобщение и т.п.);
- умение применить теоретические знания по дисциплине для решения поставленной задачи;
- грамотное, лаконичное, последовательное изложение решения задачи в соответствии с принятым алгоритмом и пр.;
- нахождение правильного решения (ответа) задачи.

Оценочная шкала

Оценка "**Отлично**" выставляется, если студент полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий. Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные. Работа отличается глубиной проработки, оформлена с соблюдением установленных правил.

Оценка "**Хорошо**" выставляется, если студент показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, однако допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка "**Удовлетворительно**" выставляется, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил.

Оценка "**Неудовлетворительно**" выставляется, если студент не выполнил практические задания, либо выполнил с грубыми нарушениями требований, не раскрыл заявленную тему.

Типовые контрольные задания (задачи) для расчетно-графических работ

Типовые контрольные задания (задачи)⁶:

Здание для РГР с указанием варианта выдаёт преподаватель.

Тема РГР: Динамический расчёт 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 9.

Обязательные разделы РГР:

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

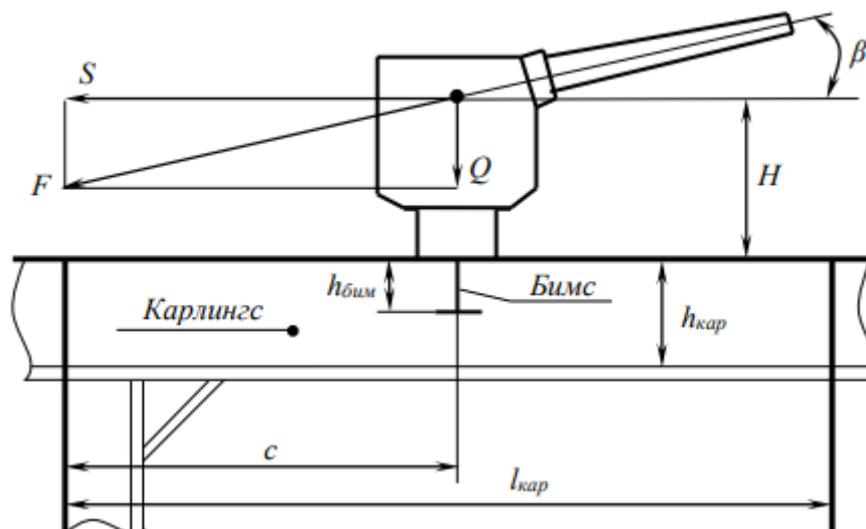


Рисунок 9 – Схема перекрытия с артиллерийской установкой

Исходные данные по вариантам

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F , [кН]	100	60	40	20	10	60	100	40	60	20
l_0 , [м]	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4
P , [кН]	20	18	13	10	8,5	18	20	13	18	10
F/F_0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
τ_0 , [сек]	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
β , [град]	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

⁶ При оформлении типовых задач допускается выделять задачи по отдельным разделам (темам) дисциплины в составе РГР. Приводятся сведения о вариантах исходных данных.

H_z , [М]	1,10	1,00	0,96	0,93	0,90	0,96	1,10	0,92	1,00	0,90
c , [М]	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
$l_{кар}/l_0$	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
$l_{бимс}$, [М]	8	7	6	5	5	7	8	6	7	5
$h_{кар}$, [М]	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
$h_{бимс}$, [М]	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22

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

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. Каково действие динамических нагрузок и в чем оно проявляется?
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.

Шифр и содержание компетенции	Индикатор компетенции (шифр, содержание)	Номера заданий для РГР (из представленного списка)
ПК-5 Способен применять результаты расчётов прочности и вибрации при организации производства и ремонта судна	ИПК – 5.1 Знать нормативные методы расчёта на прочность и вибрацию корпусных элементов судна	1-10
	ИПК – 5.2 Уметь выполнять расчёты для пластин различного типа, а также судовых конструкций на прочность и виброустойчивость	1-10
	ИПК – 5.3 Владеть нормативными методами расчёта судовых конструкций от действия внутренних и внешних сил	1-10

Критерии оценки:

- умение составить алгоритм решения задачи;
- умение использовать различные формы мыслительной деятельности (анализ, синтез, оценивание, сравнение, обобщение и т.п.);
- умение применить теоретические знания по дисциплине для решения поставленной задачи;
- грамотное, лаконичное, последовательное изложение решения задачи в соответствии с принятым алгоритмом и пр.;
- нахождение правильного решения (ответа) задачи.

Оценочная шкала

Оценка "**Зачтено**" выставляется студенту, если работа выполнена полностью; при наличии в ней ошибок, обучающийся исправляет их при защите работы.

Оценка "**Не зачтено**" выставляется студенту, если работа выполнена не полностью; обучающийся выполнен не свой вариант; при наличии в ней ошибок, обучающийся не может исправить их при защите работы.

3 Методические материалы⁷

3.1 Общие сведения о выборе структуры ФОСД

Основной частью контрольно-измерительных и оценочных материалов в составе ФОСД являются компетентностно-ориентированные задания (КОЗ), позволяющие оценить степень достижения следующих категорий образовательных целей «Знание», «Понимание», «Применение», «Анализ», «Синтез», «Оценка».

Категория **Знание** предполагает выполнение обучающимся простых действия по запоминанию и воспроизведению изученного материала. Общая черта данной категории – припоминание обучающимся соответствующих сведений (терминологии, классификаций и категорий, конкретных фактов, методов и процедур, основных понятий, правил и принципов), выбор объекта деятельности и выявление закономерностей, связанных с объектом ситуации, определение местонахождения конкретных элементов информации. При этом информация воспроизводится практически в том же виде, в котором была получена.

Категория **Понимание** характеризуется постановкой проблем, связанных с объектом исследования (изучения), передачей идеи каким-либо способом. Студент понимает факты, правила и принципы, преобразует (трансформирует) учебный материал из одной формы выражения в другую (например, словесный материал в математические выражения), интерпретирует материал, схемы, графики, диаграммы, вытекающие из имеющихся данных и т.п.; объясняет, прогнозирует дальнейшее развитие явлений, событий; раскрывает связи между идеями, фактами, определениями или ценностями.

Категория **Применение** предполагает использование обучающимся знаний из различных областей для решения проблем и их исследования. Контрольные задания данной категории характеризуются простотой действий, которые обозначают умение обучающегося использовать изученный материал в конкретных условиях и в новых практических ситуациях, демонстрировать правильное применение метода или процедуры, соблюдать принципы, правила и законы. Результат обучения предполагает более высокий уровень владения материалом, подразумевает применение обучающимся нестандартных ответов и поиск решений.

Категория **Анализ** подразумевает выполнение обучающимся сложных действий (деятельности), характеризующих комплексные умения проводить различия между фактами и предположениями, формулировать задачи на основе анализа ситуации. Студент должен быть способен расчленять информацию на составные части, анализировать элементы, соотношения, выявлять взаимосвязи между ними, выделять скрытые или неявные предположения, видеть ошибки в логике рассуждений, проводить разграничения между фактами и следствиями, определять причины, последствия, мотивы, приходиться к определенным умозак-

⁷ Раздел 3 ФОСД заполняется преподавателем самостоятельно с использованием рекомендаций настоящего приложения

лучениям. Контрольные задания для данной категории образовательных целей требуют осознания обучающимся как содержания учебного материала, так и его структуры, внутреннего строения.

Категория **Синтез** подразумевает обоснование и представление обучающимся выбранного способа решения задачи, демонстрацию того, как идея или продукт могут быть изменены, творческое решение проблем на основе оригинального мышления, создание из различных идей нового или уникального продукта или плана. Студент проявляет сложные действия (деятельность), характеризующие комплексные умения комбинировать элементы для получения целого, обладающего новизной (готовит доклад, пишет научную работу, предлагает план эксперимента, действий, решения проблемы, интерпретирует и прогнозирует результаты, преобразует информацию из разных источников), т.е. выполняет деятельность творческого характера. Контрольные задания для данной категории образовательных целей дают возможность использовать собственные знания и опыт обучающегося для творческого решения проблемы.

Категория **Оценка (оценивание)** предполагает выполнение обучающимся сложных действий, которые характеризуют его способность оценивать роль или значение какого-либо утверждения, явления, объекта, экспериментальных или теоретических данных для конкретной цели на основе четких, заранее заданных критериев – внутренних (структурных, логических) и внешних, выявляющих соответствие намеченной цели. Критерии могут определяться либо самим студентом, либо задаваться ему извне (например, преподавателем). Студент оценивает логику построения материала в форме письменного текста, схемы или алгоритма, качество собственных идей и возможных последствий принятого решения (как позитивных, так и негативных), прогнозирует развитие ситуации, выявляет значение материала или идеи для данной конкретной цели на основе критериев или стандартов, соответствие выводов имеющимся данным, значимость полученных данных, результатов и т.д. При этом возможно получение неоднозначных ответов, что, как правило, не позволяет использовать средства автоматизированного контроля образовательных результатов.

В табл. 3.1 приведены обобщенные сведения о применимости различных структур КОЗ для разных видов и форм контроля по дисциплине.

Таблица 3.1 – Соответствие структуры КОЗ в составе ФОСД категориям образовательных целей, видам и формам контроля

Вид контроля	Категория образовательных целей, формы контроля					
	Знание	Понимание	Применение	Анализ	Синтез	Оценка
				<i>Творчество</i>		
Текущий контроль	Тестовые задания по лекционному материалу. Тестовые задания по лабораторным и практическим занятиям. Вопросы для собеседования		Оценочные материалы для выполнения и защиты расчетно-графической работы (реферата, эссе), контрольных работ для заочной формы обу-	Контрольные задания для курсовой работы (проекта)		Оценочные материалы для индивидуальных (групповых) творческих работ .

	<p>вания (устного опроса).</p> <p>Вопросы для контрольных работ</p> <p>Вопросы для самостоятельной (домашней) работы</p>	<p>чения</p> <p>Контрольные задания (задачи) для практических работ и лабораторных</p> <p>Контрольные задачи для самостоятельной (домашней) работы</p>	<p>Прочие виды контрольных заданий на анализ, синтез, оценку</p>
<p>Итоговый контроль по дисциплине</p>	<p>Вопросы для экзамена или зачета по дисциплине</p> <p>Вопросы для защиты курсовой работы (проекта)</p>	<p>Контрольные задания (задачи) для экзамена или зачета</p>	<p>Прочие виды контрольных заданий на анализ, синтез, оценку (для защиты КР, КП, экзамена или зачета)</p>

В зависимости от содержания дисциплины, форм контроля по учебному плану и рабочей программе по дисциплине и других факторов преподаватель может выбрать указанные в таблице 3.1 или дополнительные (дидактически эквивалентные) формы контроля.

3.2 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Этапы формирования компетенций отражены в таблице 1.3 ФОСД «Матрица соответствия разделов дисциплины и осваиваемых компетенций».

Оценка компетенций осуществляется на всех этапах их формирования при осуществлении текущего и итогового контроля по дисциплине с применением контрольно-измерительных и оценочных материалов, представленных в ФОСД. Критерии оценки и оценочная шкала приведены для различных видов контрольно-измерительных материалов в составе ФОСД.

Уровень сформированности компетенций оценивается в рамках итогового контроля по учебной дисциплине в следующей шкале:

«Базовый» - соответствует академической оценке «удовлетворительно», «зачтено»;

«Нормальный» - соответствует академической оценке «хорошо»;

«Повышенный» - соответствует академической оценке «отлично».

Общие рекомендации по критериям оценки уровня учебных достижений и уровня сформированности компетенций, а также по применению и использованию оценочных шкал приведены в П ЯГТУ 02.02.05 – 2016.