

АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

ДИСЦИПЛИНЫ

Сопротивление материалов

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**

Квалификация: **Бакалавр**

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

1.1 Цели и задачи дисциплины

изучение методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций для обеспечения заданных показателей надежности, экономичности проектируемых конструкций.

1.2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Категория	Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций	
Общепрофессиональные.	<i>ОПК-1. Способен использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</i>	знать	<i>ИОПК – 1.1. Основные методы расчетов инженерных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения.</i>
		уметь	<i>ИОПК – 1.2. Правильно анализировать и выбирать расчетные схемы; выбирать соответствующие расчетные уравнения, конструкционные материалы и конструктивные формы стержней, чтобы обеспечить соответствующие показатели надежности и экономичности.</i>

		владеть	ИОПК – 13. Методами расчетов по допускаемым напряжениям, деформациям, предельным нагрузкам и т.д.; навыками проведения испытаний материалов с целью определения механических и деформационных характеристик.
--	--	---------	---

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина опирается на ранее изученные дисциплины: **математика; математический анализ; физика; начертательная геометрия; инженерная и компьютерная графика; теоретическая механика** и используется при изучении дисциплин: **сопротивление материалов, теория механизмов и машин, детали машин и основы конструирования, при выполнении курсовых и дипломных проектов на старших курсах, а также в выполнении научно-исследовательской работы (НИР).**

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 3				
1	Введение и основные понятия. Задачи курса. Связь с другими дисциплинами. Понятие о расчетной схеме. Основные гипотезы и принципы о деформированном теле. Внутренние силовые факторы, построение эпюр внутренних силовых факторов для бруса. Дифференциальные зависимости между M , Q , q . Напряжения. Зависимости между напряжениями и ВСФ. Деформации.	6	-	4	10
2	Геометрические характеристики плоских сечений.	2		4	6

	Статические, полярный, осевые и центробежный моменты инерции. Зависимости между моментами при параллельном переносе осей и их повороте на угол α . Главные оси и главные моменты инерции.				
3	Растяжение, сжатие бруса. Напряжения и деформации. Расчеты на прочность и жесткость. Статически неопределимые системы. Потенциальная энергия.	4	4	4	12
4	Чистый сдвиг и кручение бруса. Закон Гука при сдвиге. Потенциальная энергия при чистом сдвиге. Кручение бруса круглого сечения. Статически неопределимые системы. Потенциальная энергия.	2	2	4	8
5	Изгиб прямого бруса. Прямой изгиб. Напряжения. Дифференциальные уравнения упругой линии и его интегрирование. Метод начальных параметров. Потенциальная энергия.	4	2	6	12
6	Теория напряженного и деформированного состояния. Напряженное состояние в точке. Определение напряжений по наклонной площадке. Главные напряжения. Деформированное состояние в точке. Главные деформации. Обобщенный закон Гука. Удельная потенциальная энергия.	4	-	2	6
	Всего в семестре 3	22	8	24	54
	Семестр 4				
7	Гипотезы прочности. Назначение гипотез. Гипотезы разрушения и возникновения пластических деформаций.	2	-	-	2
8	Сложное сопротивление. Косой изгиб. Изгиб с растяжением. Внецентренное сжатие. Расчеты брусьев на прочность с применением гипотез прочности. Расчеты на изгиб с кручением; на кручение с растяжением; общий случай нагружения.	4	4	8	16
9	Энергетические методы	4	2	4	10

	определения перемещений в брус. Энергетические теоремы. Теоремы о взаимности работ и перемещений. Интеграл Мора. Способ Верещагина.				
10	Статически неопределимые системы. Анализ структуры простейших стержневых систем. Понятие о степенях свободы и связях. Канонические уравнения метода сил.	4	-	6	10
11	Расчет витых пружин растяжения (сжатия).	2		2	4
12	Расчеты на устойчивость сжатых стержней. Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия. Критическая нагрузка. Формула Эйлера. Критические напряжения. Приделы применимости формулы Эйлера. Расчеты по коэффициенту уменьшения допускаемого напряжения. Энергетический метод определения критических нагрузок.	2	2	2	6
13	Понятие об усталостном разрушении. Механизм усталостного разрушения. Современные представления о прочности при циклически изменяющихся напряжениях. Кривые усталости. Предел выносливости, факторы, влияющие на его величину. Диаграмма предельных амплитудных напряжений. Расчеты на прочность при нестационарном характере нагружения.	2	-	-	2
14	Ударная нагрузка и вызываемые ею напряжения. Испытания на удар.	2		2	4
	Всего в семестре 4	22	8	24	54
	Итого	44	16	48	108

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)
"31" марта 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ
Сопротивление материалов

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**

Квалификация: **бакалавр**

Блок программы: **Дисциплины (модули)**

Часть программы: **Обязательная**

(обязательная, формируемая участниками образовательных отношений, элективные дисциплины)

Форма обучения: **Очная**

(очная, очно-заочная, заочная)

Семестр **3, 4**

Институт (обеспечивающий): **Инженерии и машиностроения**

Кафедра: **Теоретическая и прикладная механика**

Факультет / Институт (выпускающий): **Инженерии и машиностроения**

Ярославль 2022

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
кандидат технических наук, доцент Шеронина И.С. / Шеронина И.С. /
(ученая степень, должность, подпись, расшифровка подписи)

(ученая степень, должность, подпись, расшифровка подписи)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании кафедры «Теоретической и прикладной механики»
(кафедра-разработчик)

" 29 " марта 2022 г., протокол № 7.
Заведующий кафедрой _____ Капранова А.Б.
(подпись) (расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО

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

Директор института _____ В.А. Иванова
(подпись) (расшифровка подписи)
" 30 " марта 2022 г.

Регистрационный код программы 7717

Отдел контроля и мониторинга учебного процесса ЯГТУ
(подпись) (расшифровка подписи)

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

1.1 Цели и задачи дисциплины

изучение методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций для обеспечения заданных показателей надежности, экономичности проектируемых конструкций

1.2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Категория	Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций	
Общепрофессиональные	ОПК-1. Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	знать	ИОПК – 1.1. Основные методы расчетов инженерных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения.
		уметь	ИОПК – 1.2. Правильно анализировать и выбирать расчетные схемы; выбирать соответствующие расчетные уравнения, конструкционные материалы и конструктивные формы стержней, чтобы обеспечить соответствующие показатели надежности и экономичности.
		владеть	ИОПК – 1.3. Методами расчетов по допускаемым напряжениям, деформациям, предельным нагрузкам и т.д.; навыками проведения испытаний материалов с целью определения механических и деформационных характеристик.

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина опирается на ранее изученные дисциплины: математика; математический анализ; физика; начертательная геометрия; инженерная и компьютерная графика; теоретическая механика и используется при изучении дисциплин: сопротивление материалов, теория механизмов и машин, детали машин и основы конструирования, при выполнении курсовых и дипломных проектов на старших курсах, а также в выполнении научно-исследовательской работы (НИР).

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	
Курс	Семестр	ЗЕТ (зачетные единицы)	Всего, часов (недель для практики)	Экзамен	Зачет	Курс. проект	Курс. работа				РЗ, РГР, реф., контр. работа	Всего	Лекции	Практические занятия				Лабораторные занятия
2	3	3	108		+			+	56	2		54	22	24	8	52		52
2	4	4	144		Д			+	63		9	54	22	24	8	81	27	54
2	3,4	7	252		+				119	2	9	108	44	48	16	133	27	106

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 3				
1	Введение и основные понятия. Задачи курса. Связь с другими дисциплинами. Понятие о расчетной схеме. Основные гипотезы и принципы о деформированном теле. Внутренние силовые факторы, построение эпюр внутренних силовых факторов для бруса. Дифференциальные зависимости между М, Q, q. Напряжения. Зависимости между напряжениями и ВСФ. Деформации.	6	-	4	10
2	Геометрические характеристики плоских сечений. Статические, полярный, осевые и центробежный моменты инерции.	2		4	6

¹ Таблица 2.1 заполняется в соответствии с учебным планом

	Зависимости между моментами при параллельном переносе осей и их повороте на угол α . Главные оси и главные моменты инерции.				
3	Растяжение, сжатие бруса. Напряжения и деформации. Расчеты на прочность и жесткость. Статически неопределимые системы. Потенциальная энергия.	4	4	4	12
4	Чистый сдвиг и кручение бруса. Закон Гука при сдвиге. Потенциальная энергия при чистом сдвиге. Кручение бруса круглого сечения. Статически неопределимые системы. Потенциальная энергия.	2	2	4	8
5	Изгиб прямого бруса. Прямой изгиб. Напряжения. Дифференциальные уравнения упругой линии и его интегрирование. Метод начальных параметров. Потенциальная энергия.	4	2	6	12
6	Теория напряженного и деформированного состояния. Напряженное состояние в точке. Определение напряжений по наклонной площадке. Главные напряжения. Деформированное состояние в точке. Главные деформации. Обобщенный закон Гука. Удельная потенциальная энергия.	4	-	2	6
	Всего в семестре 3	22	8	24	54
	Семестр 4				
7	Гипотезы прочности. Назначение гипотез. Гипотезы разрушения и возникновения пластических деформаций.	2	-	-	2
8	Сложное сопротивление. Косой изгиб. Изгиб с растяжением. Внецентренное сжатие. Расчеты брусьев на прочность с применением гипотез прочности. Расчеты на изгиб с кручением; на кручение с растяжением; общий случай нагружения.	4	4	8	16
9	Энергетические методы определения перемещений в брус. Энергетические теоремы. Теоремы о взаимности работ и перемещений. Интеграл Мора. Способ Верещагина.	4	2	4	10
10	Статически неопределимые системы. Анализ структуры простейших	4	-	6	10

	стержневых систем. Понятие о степенях свободы и связях. Канонические уравнения метода сил.				
11	Расчет витых пружин растяжения (сжатия).	2		2	4
12	Расчеты на устойчивость сжатых стержней. Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия. Критическая нагрузка. Формула Эйлера. Критические напряжения. Пределы применимости формулы Эйлера. Расчеты по коэффициенту уменьшения допускаемого напряжения. Энергетический метод определения критических нагрузок.	2	2	2	6
13	Понятие об усталостном разрушении. Механизм усталостного разрушения. Современные представления о прочности при циклически изменяющихся напряжениях. Кривые усталости. Предел выносливости, факторы, влияющие на его величину. Диаграмма предельных амплитудных напряжений. Расчеты на прочность при нестационарном характере нагружения.	2	-	-	2
14	Ударная нагрузка и вызываемые ею напряжения. Испытания на удар.	2		2	4
	Всего в семестре 4	22	8	24	54
	Итого	44	16	48	108

2.3 Матрица соответствия разделов дисциплины и осваиваемых компетенций

Шифр компетенции по ФГОС	Содержание компетенции	Номер раздела или темы													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ОПК-1	Способен использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

2.4 Содержание лекционных занятий

Номер раздела и темы	Содержание лекций	Трудоемкость, час	
		Лекционных занятий	Самостоятельное изучение темы (для заочной формы обучения)*
	Семестр 3		
1	Введение	6	
1.1	Основные понятия. Задачи курса. Связь с другими дисциплинами. Понятие о расчетной схеме. Определение бруса, пластины, оболочки. Внешние силы и их классификация. Основные гипотезы о деформируемом теле.	1	
1.2	Внутренние силы. Метод сечений. Внутренние силовые факторы. Классификация типов нагружения по внутренним силовым факторам. Построение эпюр внутренних силовых факторов (примеры).	2	
1.3	Построение эпюр внутренних силовых факторов (примеры). Дифференциальные зависимости между M , Q , q .	2	
1.4	Напряжения. Выражение внутренних силовых факторов через напряжения. Деформации. Методы расчета на прочность.	1	

2	Геометрические характеристики плоских сечений. Статические моменты площади. Осевые, полярный и центробежный моменты инерции. Зависимости между моментами инерции при параллельном переносе осей. Изменение моментов инерции при повороте осей на угол. Главные оси и главные моменты инерции.	2	
3	Растяжение, сжатие прямого бруса.	4	
3.1	Напряжения в поперечном и наклонном сечениях. Деформации продольные и поперечные. Коэффициент поперечной деформации. Закон Гука. Модуль упругости. Определение осевых перемещений поперечных сечений.	2	
3.2	Статически неопределимые системы. Расчет многостержневых систем от нагрузки, изменения температуры.	2	
4	Чистый сдвиг и кручение.	2	
4.1	Чистый сдвиг и его особенности. Закон Гука при чистом сдвиге. Модуль сдвига. Потенциальная энергия при чистом сдвиге. Зависимость между модулем упругости при растяжении и сдвиге.	0,5	
4.2	Кручение бруса круглого поперечного сечения. Напряжения в поперечном сечении и их эпюры. Угол закручивания. Жесткость при кручении. Расчет на прочность и жесткость вала. Потенциальная энергия. Диаграмма кручения.	1	
4.3	Статически неопределимые системы при кручении. Основные результаты теории кручения брусьев некруглого сечения.	0,5	
5	Изгиб прямого бруса.	4	
5.1	Виды изгибов (прямой, косой, чистый поперечный). Чистый изгиб. Нормальные напряжения в поперечном сечении. Распространение выводов чистого изгиба на поперечный изгиб. Касательные напряжения при поперечном изгибе. Расчет брусьев на прочность при изгибе.	2	
5.2	Дифференциальное уравнение изогнутой оси прямого бруса и его интегрирование.	1	
5.3	Метод начальных параметров. Потенциальная энергия деформации при изгибе.	1	
6	Теория напряженного состояния.	4	

6.1	Напряженное состояние в точке. Компоненты напряжений. Напряжения по наклонной площадке. Главные напряжения. Исследование линейного, плоского напряженных состояний.	2	
6.2	Теория деформированного состояния. Деформированное состояние в точке. Главные деформации. Обобщенный закон Гука. Объемная деформация. Удельная потенциальная энергия изменения объема, формы.	2	
	Всего в семестре 3	22	
	Семестр 4		
7	Гипотезы прочности. Назначение гипотез. Гипотезы разрушения, гипотезы возникновения пластических деформаций. Обзор новых гипотез (механика разрушения).	2	
8	Сложное сопротивление.	4	
8.1	Косой изгиб. Изгиб бруса с растяжением (сжатием). Напряжения в сечении. Расчеты на прочность.	2	
8.2.	Расчет брусев на прочность с применением гипотез прочности. Расчет на прочность при изгибе с кручением, общий случай нагружения.	2	
9	Энергетические методы определения перемещений в брус.	4	
9.1	Потенциальная энергия бруса при произвольном нагружении. Теорема Клайперона. Теоремы о взаимности работ и перемещений.	1	
9.2.	Интеграл Мора для вычисления перемещений произвольно нагруженных брусев.	1	
9.3	Способ Верещагина. Примеры определения перемещений.	2	
10	Статически неопределимые системы.	4	
10.1	Метод сил. Выбор основной системы. Канонические уравнения метода сил на примере рамы.	2	
10.2	Расчет статически неопределимых балок и рам.	2	
11	Расчет витых пружин растяжения (сжатия).	2	
12	Расчеты на устойчивость сжатых	2	

	стержней. Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия. Критическая нагрузка. Формула Эйлера. Понятие о потере устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. График критических напряжений. Расчет по коэффициенту уменьшения допускаемого напряжения.		
13	Понятие об усталостном разрушении. Современное представления о прочности материалов при напряжениях, циклически изменяющихся во времени. Механизм усталостного разрушения. Предел выносливости. Кривые усталости. Характеристики циклов переменных напряжений. Определение пределов выносливости. Влияние различных факторов на предел выносливости. Диаграммы предельных амплитудных напряжений для образца и детали.	2	
14	Ударная нагрузка и вызываемые ею напряжения. Ударная нагрузка и вызываемые ею напряжения и деформации.	2	
	Всего в семестре 4	22	
	Итого	44	

* 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	Трудоемкость, час
	Семестр 3	
3	1. Испытание образца из малоуглеродистой стали на растяжение.	2
	2. Испытание различных материалов на сжатие.	2
4	3. Испытание образцов на срез (получение характеристик прочности).	-
	4. Испытание стального образца на кручение в пределах упругих деформаций (Определение модуля упругости G)	1
	5. Испытание стального образца на кручение до разрушения.	1
5	6. Испытание балки на прямой изгиб (Определение модуля упругости E).	-
	7. Испытание балки на прямой изгиб (Определение напряжений и деформаций).	2

	Всего в семестре	8
	Семестр 4	
8	8. Испытание бруса на внецентренное сжатие.	2
	9. Испытание балки на кривой изгиб.	2
9	10. Определение перемещений энергетическим методом. Проверка теоремы о взаимности перемещений.	2
11	11. Испытание цилиндрической пружины на сжатие.	-
12	12. Испытание на устойчивость сжатых стержней.	2
14	13. Испытание балки на ударную нагрузку.	-
	Всего в семестре	8
	Итого	16

2.6 Содержание практических занятий (семинаров)

Номер раздела	Номер и тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, час
	Семестр 3	
1	1. Построение эпюр внутренних силовых факторов.	2
	2. Построение эпюр внутренних силовых факторов	2
2	3. Геометрические характеристики плоских сечений (Определение центра тяжести сечения, моментов инерции),	2
	4. Геометрические характеристики плоских сечений.	2
3	5. Расчеты на прочность при растяжении и сжатии.	2
	6. Статически неопределимые системы при растяжении и сжатии.	2
4	7. Определение напряжений и деформаций при кручении.	2
	8. Статически неопределимые системы при кручении.	2
5	9. Прямой изгиб. Определение нормальных напряжений при изгибе.	2
	10. Определение касательных напряжений при изгибе.	2
	11. Определение перемещений в балках по методу начальных параметров.	2
6	12. Определение напряжений в наклонных площадках. Определение главных напряжений.	2
	Всего в семестре	24
	Семестр 4	
8	12. Определение напряжений и перемещений при кривом изгибе.	2
	13. Определение напряжений при совместном действии изгиба с растяжением (сжатием), внецентренном сжатии.	2
7-8	14. Расчеты на прочность при изгибе с кручением.	4
9	15. Определение перемещений в балках с помощью интеграла Мора.	2
	16. Определение перемещений в балках с помощью метода Верещагина.	2
10	17. Расчет статически неопределимых систем методом сил.	4
	18. Использование свойств симметрии при раскрытии статической неопределимости стержневых систем.	2
11	Расчет витых пружин на растяжение и сжатие.	2
12	19. Расчет стержней на устойчивость.	2

14	20. Расчеты на ударную нагрузку.	2
	Всего в семестре	24
	Итого	48

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.	44	22
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.	16	8
4. Подготовка к практическим (семинарским) занятиям	0,5 часа на 1 час практ. зан.	48	24
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	-	-
8. Выполнение домашних заданий	0,25 ч. на 1 задачу	16	4
9. Подготовка к текущим контрольным работам, тестированию по теме (разделу)	2 ч. на тему	14	28
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	**		20
12. СРС под руководством преподавателя	**		
13. Другие виды СРС (указать)	**		
Всего	-	-	106

** 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						
лекций	учебных пособий	методических указаний	задачников	контрольных заданий	справочной литературы	других электронных ресурсов																								
1	+	+		+			+		+	+	+		+											+	+					
2	+	+		+			+		+	+	+		+					+						+	+					
3	+	+		+			+		+	+	+		+					+						+	+					
4	+	+		+			+		+	+	+		+					+						+	+					
5	+	+		+			+		+	+	+		+					+						+	+					
6	+	+		+			+		+				+											+	+					
7	+	+		+			+		+				+											+	+					
8	+	+		+			+		+	+	+		+					+						+	+					
9	+	+		+			+		+	+	+		+					+						+	+					
10	+	+		+			+		+	+	+		+					+						+	+					
11	+	+		+			+		+				+					+						+	+					
12	+	+		+			+		+	+	+		+					+						+	+					
13	+	+		+			+		+				+											+	+					
14	+	+		+			+		+	+	+		+					+						+	+					

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
	ОПК-1
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	+
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	A-132	Машина УМ-5 для статических испытаний на растяжение и сжатие
2	A-231	Лабораторная установка для демонстрации деформации бруса при косом изгибе Лабораторная установка для измерения перемещений в Т-образной раме Лабораторная установка для исследования продольного изгиба Лабораторная установка для определения динамического коэффициента

Номер	Наименование и местоположение оборудованных учебных аудиторий, лабораторий	Укрупненный перечень оборудования и технических средств обучения
		ента при ударе
3	Компьютерные классы (А-225, А-211)	Персональные компьютеры в типовой комплектации: 1) Компьютер и процессор с аппаратным кодировщиком (в том числе: видекамера USB 2.0; Операционная система: Windows 10, Windows 8.1, Windows Server 2019, Windows Server 2016 и др.) 2) Компьютерная гарнитура, например, Logitech 960 USB Headset
4	Компьютерные классы (А-225, А-211)	Программные платформы: MS Teams, Zoom, Moodle, Miro и др.
5	Компьютерные классы (А-225, А-211)	Программные продукты открытого доступа: электронные таблицы LibreOffice; Google – Таблицы; в том числе необходимого для визуализации САПР-моделей, например, средства LibreCAD и т.д.

6 Перечень информационных технологий (включая программное обеспечение)

1. LibreOffice (Лицензия - условия публичной лицензии Mozilla Public License v2.0) <https://www.libreoffice.org/about-us/licenses>
2. Microsoft Teams (Лицензия - доступен во всех лицензиях набора Office 365 для образования: план для образования, для образования плюс и для образования E5) <https://softline.ru/solutions/microsoft/microsoft-licensing/litsenzirovanie-produktov/microsoft-teams-licensing>
3. Zoom (Лицензия - базовый бесплатный план для образования) <https://zoom.us/pricing>
4. Moodle (Лицензия – базовая для вузов) <https://opentechnology.ru/products/russianmoodle/buy>
5. Виртуальная доска Miro <http://distant.itmo.ru/miro;>
[https://www.syssoft.ru/miro/miro/;](https://www.syssoft.ru/miro/miro/) <https://help.miro.com/hc/en-us/articles/360017730473-Education-Plan>
6. Google – Таблицы (Лицензия – бесплатный план) <https://www.google.ru/intl/ru/sheets/about/>
7. LibreCAD (Лицензия – бесплатное 2D-CAD-приложение с открытым исходным кодом для Windows, Apple и Linux) <https://www.librecad.org/>

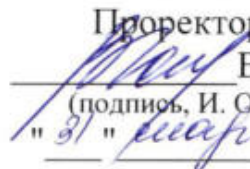
Перечень профессиональных баз и информационно-справочных систем можно посмотреть по адресу: <http://corv.ystu.ru:39445/marc/ebs.php> (из внешней сети) <http://biblio.ystu/marc/ebs.php> (из локальной сети вуза)

7 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Деятельность обучающегося
Лекция	Обучающемуся рекомендуется: 1. Вести конспект лекций: кратко излагая содержание материала, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, приводить графики и схемы; пометать 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	Обучающийся должен: 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.
Практические занятия	Обучающийся должен: 1. При подготовке к практическим занятиям изучить конспект лекций, соответствующие учебники и учебно-методические пособия.

Вид учебных занятий	Деятельность обучающегося
	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	Обучающийся должен: 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	Обучающемуся рекомендуется: 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	Обучающемуся рекомендуется: 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)
" 31 " марта 2022 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДИСЦИПЛИНЫ

Сопротивление материалов

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**

Квалификация: **бакалавр**

Блок программы: **Дисциплины (модули)**

Часть программы: **Обязательная**

(обязательная, формируемая участниками образовательных отношений, элективные дисциплины)

Форма обучения: **Очная**

(очная, очно-заочная, заочная)

Семестр **3, 4**

Институт (обеспечивающий): **Инженерии и машиностроения**

Кафедра: **Теоретическая и прикладная механика**

Факультет / Институт (выпускающий): **Инженерии и машиностроения**

Ярославль 2022

Реквизиты

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

Учебно-методическое обеспечение разработал преподаватель кафедры
кандидат технических наук, доцент И.С. Шеронина /
(ученая степень, должность, подпись, расшифровка подписи)
/ /
(ученая степень, должность, подпись, расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой Капранова А.Б.
(подпись) (расшифровка подписи)

Директор НТБ ЯГТУ Фуникова Т.Н.
(подпись) (расшифровка подписи)

"30" сентября 2022 г.

Регистрационный код рабочей программы 7717

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. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов : учебник для студ. вузов / В. И. Феодосьев. - М. : 1986, 1999, 2005. (318 экз.)

2. Степин, П. А. Сопротивление материалов : учебник для студ. вузов / П. А. Степин. - 1979, 1983, 2006. (182 экз.) (альтернативно)

3. Сборник задач по сопротивлению материалов : учеб. пособие для студ. вузов / Н. М. Беляев [и др.] ; под ред. В. К. Качурина. - М. : Наука, 1970, 1972. (379 экз.)

4. Сопротивление материалов: метод. указания и расчет.-граф. работы / Яросл. гос. техн. ун-т, Каф. сопротивления материалов ; сост.: С. А. Петерсон, А. С. Нефедов, Н. В. Тимошкина, А. С. Алексеев, В. И. Ермаков. - Ярославль, 1999. - 52 с. : ил. - (2256) (767 экз.)

5. Экспериментальные исследования напряжений и деформаций в сопротивлении материалов : практикум / И. С. Шеронина, Н.В. Бадаева; Яросл. гос. техн. ун-т. - Ярославль : ИД ЯГТУ, 2017. - 63 с. - (3693) (109 экз.)

6. Шеронина, И. С. Методы определения перемещений в стержневых системах : учеб. пособие / И. С. Шеронина, С. А. Петерсон, А. С. Нефедов ; Яросл. гос. техн. ун-т. - Ярославль : ИД ЯГТУ, 2018. - 84 с. - (3733)(58 экз.) + ЭВ: <http://www.ystu.ru:39445/protected/Book/ViewBook/709>.

7. Шеронина, И. С. Расчет стержней на прочность при сложных видах нагружения : учеб. пособие / И. С. Шеронина, С. А. Петерсон ; Яросл. гос. техн. ун-т. - Ярославль : ИД ЯГТУ, 2018. - 84 с. - (3809) (72 экз.)

8. Бадаева Н.В. Сложное сопротивление : учеб. пособие / Н. В. Бадаева ; Яросл. гос. техн. ун-т. - Ярославль : ИД ЯГТУ, 2019. - 75 с. : ил. - (3793) (48 экз.) + ЭВ: <http://www.ystu.ru:39445/protected/Book/ViewBook/735>.

1.2 Профессиональные базы и информационно-справочные системы:

1. ЭКС «ibooks.ru» <http://ibooks.ru>

2. ЭКС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

3. ВИНТИ РАН www.viniti.ru

4. eLibrary www.elibrary.ru

5. КонсультантПлюс www.consultant.ru

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://corv.ystu.ru:39445/megapro/Web>

² Перечень электронных изданий в ЭБС, на которые есть подписка ЯГТУ, можно посмотреть по адресу:

http://corv.ystu.ru:39445/marc_ebs.php

Примечание: Перечень профессиональных баз и информационно-справочных систем можно посмотреть по адресу: <http://corv.ystu.ru:39445/marc/ebs.php> (из внешней сети)
<http://biblio.ystu/marc/ebs.php> (из локальной сети вуза)

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

1. Копнов В.А. Сопротивление материалов : рук. для решения задач и выполнения лабораторных и расчетно-графических работ : учеб. пособие для студ. вузов / В. А. Копнов, С. Н. Кривошапко. - М. : Высш. шк., 2003. - 351 с. : ил. - ISBN 5-06-004408-4 : 140.03. (3 экз.)

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

Кафедра «Теоретическая и прикладная механика»

«УТВЕРЖДАЮ»:

Заведующий кафедрой

29 марта / Капранова А.Б. /
2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДИСЦИПЛИНЫ
Сопротивление материалов

Направление подготовки: **26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и си-**
стемотехника объектов морской инфраструктуры

(шифр и наименование направления)

Направленность (профиль) программы: **Технология производства судов и су-**
дового оборудования

Форма обучения: **Очная**

Автор/разработчик ФОСД:

Шеронина И.С., канд. техн. наук

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

И.С. / **Шеронина И.С.** / 29.03.2022
(подпись) (дата)

Рассмотрено на заседании кафедры «Теоретическая и прикладная механика»

протокол № 7 от "29" марта 2022 г.

Рег. код рабочей программы 7717

Рег. код ФОСД 6744

Отдел контроля и мониторинга учебного процесса ЯГТУ

И.С. / Печенков
(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.			
Курс	Семестр	ЗЕТ (зачетные единицы)	Всего, часов (неделя для практики)	Экзамен	Зачет	Курс. проект	Курс. работа	РЗ, РГР, реф., контр. работа	Всего контактной работы	Инд. работа с преподавателем	Экзамен, включая консультации	Аудиторная работа			
												Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия
2	3	3	108		+			+	56	2		54	22	24	8
2	4	4	144		Д			+	63		9	54	22	24	8
2	3,4	7	252		+				119	2	9	108	44	48	16
												52			52
												81	27		54
												133	27		106

1.2 Перечень разделов (тем) дисциплины³

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины
1	Введение и основные понятия
2	Геометрические характеристики плоских сечений
3	Растяжение, сжатие бруса
4	Кручение бруса
5	Изгиб прямого бруса
6	Теория напряженного и деформированного состояния
7	Гипотезы прочности
8	Сложное сопротивление
9	Потенциальная энергия деформации и общие методы определения перемещений

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

10	Статически неопределимые системы
11	Расчет витых пружин
12	Устойчивость равновесия деформируемых систем
13	Прочность при напряжениях, изменяющихся во времени
14	Ударная нагрузка и вызываемые ею напряжения

1.3 Матрица соответствия разделов дисциплины и осваиваемых компетенций⁴

Шифр компетенции по ФГОС	Содержание компетенции	Индикаторы компетенций	Номер раздела или темы													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ОПК-1 (Естественные научно-технические мышление).	Способен использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	ИОПК – 1.1. Знать основные методы расчетов инженерных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		ИОПК – 1.2. Уметь правильно анализировать расчетные схемы; выбирать соответствующие расчетные уравнения, конструкционные материалы и конструктивные формы стержней, чтобы обеспечить соответствие показателей надежности и экономичности.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

⁴ Таблица заполняется в соответствии с п. 2.3 рабочей программы

		ИОПК-1.3. Владеть методами расчетов по допускаемым напряжениям, деформациям, предельным нагрузкам и т.д.; навыками проведения испытаний материалов с целью определения механических и деформационных характеристик.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

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

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 контроля 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 РПР	Оценочные материалы для рефератов, эссе	Оценочные материалы для защиты
Компетенция ОПК-1											
1	+		+		+				+		+
2	+		+		+				+		+
3	+		+		+	+			+		+
4	+		+		+	+			+		+
5	+		+		+	+			+		+
6	+		+		+						
7	+		+		+						+
8	+		+		+	+			+		
9	+		+		+	+			+		+
10	+		+		+						+
11	+		+		+	+					+
12	+		+		+	+					+
13	+		+		+	+					+
14			+		+	+					+

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 собеседования / защиты лабораторных работ

Раздел 3 Растяжение (сжатие)

Компетенция: ОПК-1. Способен использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Индикатор компетенции: ИОПК – 1.1. Знать основные методы расчетов инженерных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения.

Вопросы:

- 3.1 Нарисуйте диаграмму растяжения и поясните по ней все стадии деформации.
- 3.2 Какие деформации называются упругими и какие остаточными?
- 3.3 Как найти для заданной точки диаграммы упругую и остаточную деформации?
- 3.4 Как найти по диаграмме работу, затраченную на разрушение образца, работу в пределах упругих деформаций, удельную работу?
- 3.5 Назовите пять характерных точек на диаграмме, укажите, чему соответствует каждая из точек?
- 3.6 Дайте определение всех механических характеристик.
- 3.7 Какое явление называется наклепом?
- 3.8 Что называется остаточным относительным удлинением образца, остаточным относительным сужением? Что эти величины характеризуют?
- 3.9 Как измениться диаграмма растяжения, если увеличить скорость деформации?
- 3.10 Чем отличается пластическое разрушение от хрупкого?
- 3.11 Расскажите устройство испытательной машины.
- 3.12 Нарисуйте диаграмму сжатия малоуглеродистой стали, чугуна.
- 3.13 Чем отличаются диаграммы сжатия пластичных материалов от хрупких?
- 3.14 Почему образец при испытании на сжатие принимает бочкообразную форму?
- 3.15 Какие механические характеристики определяются при испытании на сжатие пластичных и хрупких материалов?
- 3.16 Объясните причину, вызывающую разрушение чугуна при сжатии?
- 3.17 Какие материалы называются анизотропными?
- 3.18 Опишите поведение образца из дерева при испытании вдоль и поперек волокон.
- 3.19 Что такое условный предел прочности дерева поперёк волокон?
- 3.20 Как влияет степень влажности на предел прочности дерева?
- 3.21 Что называется коэффициентом Пуассона?
- 3.22 Что понимается под абсолютной и относительной деформациями?
- 3.23 Что происходит с поперечными размерами бруса при его растяжении?

Раздел 4 Кручение вала круглого сечения в пределах упругих деформаций и до разрушения

Компетенция:ОПК-1. Способен использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Индикатор компетенции: ИОПК – 1.2. Уметь правильно анализировать и выбирать расчетные схемы; выбирать соответствующие расчетные уравнения, конструкционные материалы и конструктивные формы стержней, чтобы обеспечить соответствующие показатели надежности и экономичности.

Вопросы:

- 4.1 Расскажите об устройстве установки для испытания образца на кручение.
- 4.2 Как измеряется угол закручивания?
- 4.3 Как вычисляется крутящий момент?
- 4.4 Напишите зависимость между тремя упругими постоянными изотропного материала.
- 4.5 Нарисуйте эпюру распределения касательных напряжений в поперечном сечении образца.
- 4.6 Напишите формулу для определения J_p .
- 4.7 Нарисуйте диаграмму испытания на кручение.
- 4.8 Какие механические характеристики определяются по диаграмме кручения?
- 4.9 Как распределяются касательные напряжения при кручении в поперечном сечении до предела текучести, после предела текучести, в момент разрушения?
- 4.10 Напишите формулу для определения касательных напряжений в момент разрушения.
- 4.11 Какое напряженное состояние испытывает материал круглого образца при кручении?
- 4.12 Чему равны главные напряжения при кручении круглого образца, наибольшие касательные напряжения? Как направлены главные напряжения?
- 4.13 Расскажите об устройстве машины для испытания на кручение.

Раздел 5 Прямой поперечный изгиб балки

Компетенция: ОПК-1. Способен использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Индикатор компетенции: ИОПК – 1.3. Владеть методами расчетов по допускаемым напряжениям, деформациям, предельным нагрузкам и т.д.; навыками проведения испытаний материалов с целью определения механических и деформационных характеристик.

Вопросы:

- 5.1 Что понимается под изгибающим моментом и поперечной силой?
- 5.2 Какой изгиб называется поперечным, чистым?
- 5.3 Напишите формулу для определения нормальных напряжений при поперечном изгибе.
- 5.4 Чему равен прогиб по середине пролета балки и угол поворота на опоре, если сила приложена по середине пролета?
- 5.5 Как определяется момент сопротивления поперечного сечения балки?
- 5.6 Как устроен стрелочный индикатор и с какой точностью им можно измерять?
- 5.7 Дайте определения модуля упругости E и в каких единицах он измеряется?
- 5.8 Напишите формулу для определения момента инерции прямоугольного сечения относительно центральной оси.

Раздел 8 Сложное сопротивление

Компетенция: ОПК-1. Способен использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Индикатор компетенции: ИОПК – 1.1. Знать основные методы расчетов инженерных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения.

Вопросы:

- 8.1 Какой изгиб называется косым?
- 8.2 Какими простыми видами нагружения можно заменить косой изгиб?
- 8.3 В каких случаях косой изгиб невозможен?
- 8.4 Как при косом изгибе определяется величина прогиба теоретически и экспериментально?
- 8.5 Напишите формулу для определения нормальных напряжений в любой точке сечения?
- 8.6 Напишите формулу для определения угла наклона нейтральной оси.
- 8.7 Как находят при косом изгибе в сечении наиболее напряженные точки?
- 8.8 Что называется вращательным сжатием (растяжением)?
- 8.9 Какими простыми видами нагружения можно заменить вращательное сжатие (растяжение)?
- 8.10 Напишите уравнение нейтральной оси. На какие две зоны делит нейтральная ось сечение?
- 8.11 Как находят наиболее напряженные точки в сечении?
- 8.12 Что такое ядро сечения?
- 8.13 Напишите формулу для определения нормальных напряжений в произвольной точке поперечного сечения.

Раздел 9 Перемещения в стержневых системах при произвольной нагрузке

Компетенция: ОПК-1. Способен использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять мето-

ды математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Индикатор компетенции: ИОПК – 1.2. Уметь правильно анализировать и выбирать расчетные схемы; выбирать соответствующие расчетные уравнения, конструкционные материалы и конструктивные формы стержней, чтобы обеспечить соответствующие показатели надежности и экономичности.

Вопросы:

- 9.1 Сформулируйте теорему о взаимности работ.
- 9.2 Сформулируйте теорему о взаимности перемещений.
- 9.3 Как находятся перемещения способом Верещагина?
- 9.4 Что такое грузовая и единичная эпюры, как они строятся?
- 9.5 Как производится «перемножение» эпюр по способу Верещагина?
- 9.6 Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечном сечении проволочных пружин?
- 9.7 Как определяется осадка пружины?
- 9.8 Что называется жесткостью пружины?
- 9.9 Что такое шаг пружины?

Раздел 12 Устойчивость равновесия деформируемых систем

Компетенция: ОПК-1. Способен использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Индикатор компетенции: ИОПК – 1.3. Владеть методами расчетов по допускаемым напряжениям, деформациям, предельным нагрузкам и т.д.; навыками проведения испытаний материалов с целью определения механических и деформационных характеристик.

Вопросы:

- 12.1 Что понимается под потерей «устойчивости» при продольном изгибе?
- 12.2 Какая сила называется критической?
- 12.3 Что понимается под гибкостью стержня?
- 12.4 Укажите границы применимости формулы Эйлера.
- 12.5 Что такое коэффициент приведения длины, чему он равен при различных закреплённых кондах сжатых стержней?
- 12.6 Всегда ли в формулу Эйлера входит минимальный момент инерции?

Раздел 14 Напряжения при ударе

Компетенция: ОПК-1. Способен использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Индикатор компетенции: ИОПК – 1.3. Владеть методами расчетов по допускаемым напряжениям, деформациям, предельным нагрузкам и т.д.; навыками проведения испытаний материалов с целью определения механических и деформационных характеристик.

Вопросы:

- 14.1 Напишите формулу для определения динамического коэффициента при ударе.
- 14.2 Как определяется величина K_d ?
- 14.3 Напишите формулу для определения нормальных напряжений при ударе?
- 14.4 Объясните устройство установки, на которой производились испытания.

Шифр и содержание компетенции	Номера вопросов (из представленного списка)
ОПК-1. Способен использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	См. объяснения для каждого раздела: 3.1-3-23; 4.1-4.13; 5.1-5.8; 8.1-8.13; 9.1-9.9; 12.1-12.6; 14.1-14.4.

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	Категории образовательных целей, критерии оценивания				
	Знание	Понимание	Применение	Анализ	Синтез
Отлично (5)	Студент согласно перечню А: - глубоко и прочно усвоил программный учебный материал; - полностью владеет понятиями аппарата; - последовательно, четко, логически стройно и грамотно его излагает;	Студент согласно перечню А: - глубоко и прочно усвоил программный учебный материал; - полностью владеет понятиями аппарата; - последовательно, четко, логически стройно и грамотно его излагает;	Студент согласно перечню Б: - умеет выявлять теорию с практикой; - свободно справляется с задачами и вопросами, не затруднясь с ответом при выполнении заданий; - правильно обосновывает принятые решения;	Студент согласно перечню С: - демонстрирует творческий подход к решению проблем; - определяет пути их решения, стимулирует и обобщает знания;	Студент согласно перечню С: - демонстрирует творческий подход к решению проблем; - определяет пути их решения, стимулирует и обобщает знания;

	- находит и приводит убедительные аргументы, интегрирует знания из новых или междисциплинарных областей.	- ками выполнения практических задач; - применяет в работе математические методы и прикладные программы.	- адекватно оценивает полученные результаты; - своевременно и правильно оформляет работу.
Хорошо (4)	- уверенно знает программный учебный материал; - достаточно уверенно владеет понятийным аппаратом; - по существу и грамотно излагает материал, не допуская значительных неточностей в ответе на вопросы; - выявляет причинно-следственные связи; - понимает сущность фактов, явлений и процессов.	- правильно применяет теоретические положения при решении практических задач; - владеет необходимыми приемами и навыками решения типовых задач; - использует рациональные приемы решения типовых задач и вычислительную технику.	- уверенно работает строго в рамках задания; - удовлетворительно работает со справочной и научной литературой; - не проявляет инициативы и творческого подхода; - допускает небольшие недоработки в содержании и оформлении.
Удовлетворительно (3)	- владеет знаниями только основного программного материала без усвоения его деталей; - достаточно уверенно владеет понятийным аппаратом; - допускает неточности в ответе на вопросы, что указывает на недостаточное понимание структуры и содержания учебного материала, нарушение логики его изложения, полноты и адекватности выводов.	- испытывает затруднения при решении практических задач; - имеет недостаточные базовые знания гуманитарных и естественнонаучных дисциплин; - имеет слабые навыки решения типовых задач; - не применяет информационные средства при проведении расчетов.	- неточно и неполно интерпретирует результаты; - допускает значительное количество ошибок при оформлении; - допускает неполноту выводов, отступления от требований задания; - решает с трудом и неуверенно творческие задачи; - сдает работу с небольшим опозданием.
Неудовлетворительно (2)	- не знает и не владеет значительной частью программного материала без усвоения его деталей; - имеет разрозненные, бессистемные знания; - не ориентируется в материале; - не владеет понятийным аппаратом; - искажает смысл определений; - беспорядочно и неуверенно излагает ответ; - допускает существенные ошибки.	- не может выполнить самостоятельно решение практических задач или справляется с большими затруднениями; - не может доказательно обосновывать свои выводы и решения; - имеет слабые навыки решения типовых задач; - не применяет информационные средства при проведении расчетов; - допускает ошибки в расчетах.	- допускает значительное количество принципиальных ошибок; - не проявляет инициативы, самостоятельности, творческих способностей; - не может самостоятельно осуществлять поиск новых знаний; - сдает работу несвоевременно.

Оценка "Зачтено" выставляется студенту, если согласно представленной выше таблице студент демонстрирует знания, умения и навыки в соответствии с оценками «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично».

Оценка "Не зачтено" выставляется студенту, если согласно представленной выше таблице студент демонстрирует знания, умения и навыки в соответствии с оценкой «неудовлетворительно».

Вопросы для экзамена / зачета

Типовые вопросы для зачета:

- Основные задачи курса сопротивления материалов.
- Понятие о расчетной схеме. Основные направления схематизации элемента конструкции.
- Схематизация геометрической формы элемента конструкции. Понятие о массиве, брус, пластине и оболочке.
- Схематизация внешней нагрузки.
- Основные допущения, гипотезы и принципы сопротивления материалов.
- Метод сечений (на примере бруса). Внутренние силовые факторы их определение, эпюры.
- Понятие о напряжении. Полное, нормальное, касательное напряжение.
- Связь внутренних силовых факторов с напряжением.
- Понятие о деформации. Упругая, остаточная деформация. Линейная, угловая.
- Методы расчета элементов конструкции на прочность.
- Геометрические характеристики поперечных сечений (статический момент площади сечения, полярный, осевой и центробежный моменты инерции).
- Зависимость между моментами инерции при параллельном переносе осей.
- Зависимость между моментами инерции при повороте осей на угол α .
- Главные оси. Главные центральные оси поперечного сечения. Главные моменты инерции поперечного сечения.
- Моменты инерции простейших фигур (круг, прямоугольник, треугольник).
- Растяжение, сжатие бруса. Напряжения в поперечном сечении, эпюры их распределения по сечению. Продольная и поперечные деформации. Коэффициент Пуассона. Закон Гука (две формы).
- Диаграммы растяжения, сжатия (условная, истинная). Механические характеристики прочностного материала.
- Предельные напряжения для материала. Коэффициент запаса прочности. Условие жесткости.
- Статически неопределимые системы при растяжении, сжатии. Методы раскрытия статической неопределимости.
- Потенциальная энергия упругой деформации.
- Понятие о концентрации напряжений.
- Сдвиг. Напряжения, деформации. Закон Гука. Расчет элементов конструкций на срез и смятие.
- Понятие о чистом сдвиге. (На примере тонкостенной трубки).
- Кручение бруса кругового сечения. Основные допущения. Напряжения в поперечном сечении, эпюры их распределения по сечению. Полярный момент сопротивления поперечного сечения.
- Угол закручивания. Закон Гука. Расчет валов на прочность и жесткость.
- Статически неопределимые системы при кручении. Методы раскрытия статической неопределимости.
- Потенциальная энергия упругой деформации.
- Понятие о кручении бруса прямоугольного сечения. Мембранная аналогия.
- Прямой изгиб. Дифференциальные зависимости между Q , M , q .
- Чистый изгиб. Напряжения в поперечном сечении, эпюры распределения их по сечению. Осевой момент сопротивления поперечного сечения. Условие прочности балок.
- Поперечный изгиб. Напряжения в поперечном сечении. Условие прочности балок.
- Перемещения при изгибе. Зависимость между прогибом и углом поворота. Дифференциальное уравнение упругой линии балки и его интегрирование.

33. Универсальное уравнение упругой линии балки. Начальные параметры. Условие жесткости балки.
34. Потенциальная энергия при чистом, поперечном изгибе.

Типовые вопросы для экзамена:

1. Задачи курса «Сопротивление материалов». Основные допущения, гипотезы и принципы, принятые в курсе «Сопротивление материалов».
2. Расчет цилиндрической винтовой пружины при растяжении и сжатии (определение напряжений и деформаций).
3. Метод сечений. Внутренние силовые факторы в поперечном сечении бруса, их определение.
4. Понятие об усталостном разрушении. Циклические напряжения. Параметры цикла.
5. Понятие о напряжениях и деформациях. Метод расчета на прочность. Допускаемое напряжение. Коэффициент запаса прочности.
6. Динамические нагрузки (напряжения при поступательном и вращательном движениях).
7. Растяжение (сжатие) бруса. Напряжения и деформации при растяжении. Расчет на прочность и жесткость.
8. Предел выносливости и его определение.
9. Кручение бруса круглого сечения (напряжения в поперечном сечении, расчет на прочность).
10. Факторы, влияющие на предел выносливости.
11. Чистый изгиб. (Напряжения в поперечном сечении, расчет на прочность).
12. Диаграмма предельных амплитудных напряжений, ее построение и схематизация.
13. Поперечный изгиб бруса (касательные напряжения в поперечном сечении, дифференциальные зависимости между M_{xx} , Q_x , q).
14. Переменные напряжения во времени. Коэффициент запаса прочности при симметричном цикле нагружения.
15. Деформации при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой линии балки и его интегрирование.
16. Переменные напряжения во времени. Коэффициент запаса усталостной прочности.
17. Метод начальных параметров. Универсальные уравнения упругой линии балки.
18. Вычисление напряжений и перемещений при продольном ударе и ударе при сдвиге и кручении.
19. Кручение бруса круглого сечения (деформации, условие жесткости). Статически неопределимые системы при кручении.
20. Вычисление напряжений при ударе (удар при изгибе).
21. Косой изгиб (напряжения в поперечном сечении, нейтральная ось, расчет на прочность).
22. Геометрические характеристики плоских сечений (Статические моменты, моменты инерции, моменты сопротивления).
23. Внецентренное сжатие (растяжение) бруса (напряжения в поперечном сечении, нейтральная ось, расчет на прочность).
24. Зависимость между моментами инерции относительно параллельных осей, одна из которых центральная.
25. Изгиб с кручением бруса круглого сечения (опасные точки, расчет на прочность).
26. Зависимости между моментами инерции при повороте центральных осей.
27. Метод сил. Канонические уравнения метода сил. Использование свойств симметрии при раскрытии статической неопределимости рам.
28. Расчет пружины на сжатие (растяжения). Напряжения, осадка, расчет на прочность. (Частный случай)
29. Определение перемещений способом Верещагина (вывод расчетной формулы).

30. Растяжение бруса. Расчет на прочность и жесткость.
31. Совместное действие изгиба с растяжением (сжатием). Напряжения в поперечном сечении. Расчет на прочность.
32. Моменты инерции простых сечений (круговое сечение, кольцо, прямоугольник, треугольник).
33. Напряженное состояние в точке. (Главные площадки, главные напряжения, закон парности касательных напряжений).
34. Расчет валов круглого поперечного сечения на прочность и жесткость.
35. Линейное напряженное состояние. Напряжения на наклонной площадке.
36. Главные оси и главные моменты инерции.
37. Плоское напряженное состояние (напряжения на наклонное площадке, главные напряжения, главные площадки).
38. Статически неопределимые стержни, состоящие из разных материалов (при растяжении и сжатии).
39. Деформированное состояние в точке. Обобщенный закон Гука.
40. Статически неопределимые системы при растяжении (сжатии). Многостержневые статически неопределимые системы.
41. Гипотезы прочности и их назначение.
42. Потенциальная энергия упругой деформации в общем случае нагружения бруса.
43. Чистый сдвиг и его особенности (Закон Гука, потенциальная энергия, зависимость между μ , G , E).
44. Теоремы сопротивления материалов (о взаимности работ, о взаимности перемещений).
45. Продольный изгиб (Вывод формулы Эйлера, влияние способа закрепления концов стержня на величину P_{cr}).
46. Испытание материалов на растяжение и сжатие. Механические характеристики прочности.
47. Критические напряжения. Гибкость стержня. Пределы применимости формулы Эйлера, расчеты на устойчивость).
48. Статически неопределимые системы при растяжении сжатии. Стержни о жестко закрепленными концами и предварительным зазором.
49. Определение перемещений методом Мора (вывод расчетных формул).
50. Расчет на прочность балки при чистом изгибе (при симметричном и несимметричном поперечном сечении).

Шифр и содержание компетенции	Индикатор компетенции (шифр, содержание)	Номера вопросов (из представленного списка)
ОПК-1. Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	ИОПК – 1.1. Знать основные методы расчетов инженерных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения ИОПК – 1.2. Уметь правильно анализировать и выбирать расчетные схемы	Для зачета: 1-34; для экзамена: 1-50 Для зачета: 1-34; для экзамена: 1-50

	выбирать соответствующие расчетные уравнения, конструкционные материалы и конструктивные формы стержней, чтобы обеспечить ответственность показателей надежности и экономичности	
	ИОПК – 1.3. Владеть методами расчетов по допускаемому напряжению, деформациям, предельным нагрузкам и т.д.; навыками проведения испытаний материалов с целью определения механических и деформационных характеристик	Для зачета: 1-34; для экзамена: 1-50

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	Категории образовательных целей, критерии оценивания				
	Знание	Понимание	Применение	Анализ	Творчество
Отлично (5)	Студент согласно перечню А: - глубоко и прочно усвоил программный учебный материал; - полностью владеет понятиями аппарата; - последовательно, четко, логически стройно и грамотно излагает; - выявляет причинно-следственные связи; - находит и приводит убедительные аргументы, интерпретирует	Студент согласно перечню Б: - умеет увязывать теорию с практикой; - свободно справляется с задачами и вопросами, не затрудняясь с ответом при выполнении заданий; - правильно обосновывает принятые решения; - владеет приемами и навыками выполнения практических задач;	Студент согласно перечню С: - демонстрирует творческий подход к решению проблем; - определяет пути их решения, стимулирует и обобщает связи; - анализирует результаты и прогнозирует последствия решений; - умеет работать со справочной и научной литературой; - адекватно оценивает получен-	Оцен-ка	Синтез

	знания из новых или междисциплинарных областей.	применяет в работе математические методы и прикладные программы.	получает результаты; своевременно и правильно оформляет работу.
Хорошо (4)	Студент согласно перечню А: - уверенно знает программный учебный материал; - достаточно уверенно владеет понятиями аппарата; - по существу и грамотно излагает материал, не допуская значительных неточностей в ответе на вопросы; - выявляет причинно-следственные связи; - понимает сущность фактов, явлений и процессов.	Студент согласно перечню Б: - правильно применяет теоретические положения при решении практических задач; - владеет необходимыми приемами и навыками решения типовых задач; - использует рациональные приемы решения типовых задач и вычислительную технику.	Студент согласно перечню С: - уверенно работает строго в рамках задания; - удовлетворительно работает со справочной и научной литературой; - не проявляет инициативы и творческого подхода; - допускает небольшие недоработки в содержании и оформлении.
Удовлетворительно (3)	Студент согласно перечню А: - владеет знаниями только основного программного материала без усвоения его деталей; - достаточно уверенно владеет понятиями аппарата; - допускает неточности в ответе на вопросы, что указывает на недостаточное понимание структуры и содержания учебного материала, нарушение логики его изложения, полноты и адекватности выводов.	Студент согласно перечню Б: - испытывает затруднения при решении практических задач; - имеет недостаточные базовые знания гуманитарных и естественнонаучных дисциплин; - имеет слабые навыки решения типовых задач; - не применяет информационные средства при проведении расчетов.	Студент согласно перечню С: - неточно и неполно интерпретирует результаты; - допускает значительное количество ошибок при оформлении; - допускает неполноту выводов, отступления от требований задания; - решает с трудом и неуверенно творческие задачи; - сдает работу с небольшим опозданием.
Неудовлетворительно (2)	Студент согласно перечню А: - не знает и не владеет значительной частью программного материала без усвоения его деталей; - имеет разрозненные, бессистемные знания; - не ориентируется в материале; - не владеет понятиями аппарата; - искажает смысл определений; беспорядочно и неуверенно излагает ответ.	Студент согласно перечню Б: - не может выполнить самостоятельно решение практических задач или справиться с большими затруднениями; - не может доказательно обосновывать свои выводы и решения; - имеет слабые навыки решения типовых задач; - не применяет информационные средства при проведении расчетов; - допускает ошибки в расчетах.	Студент согласно перечню С: - допускает значительное количество принципиальных ошибок; - не проявляет инициативы, самостоятельности, творческих способностей; - не может самостоятельно осуществлять поиск новых знаний; - сдает работу несвоевременно.

Оценка "Зачтено" выставляется студенту, если согласно представленной выше таблице студент демонстрирует знания, умения и навыки в соответствии с оценками «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично».

Оценка "Не зачтено" выставляется студенту, если согласно представленной выше таблице студент демонстрирует знания, умения и навыки в соответствии с оценкой «неудовлетворительно».

Типовые задания (задачи)
для экзамена / зачета

Типовые задания (задачи)⁵:

Билет 1

①

Построить эпюру продольных усилий.

②

Вычислить допустимое значение момента T, если $b=4$ см, $h=0.5$ м, $G=8 \cdot 10^3$ МПа, $[\tau]=50$ МПа.

③

Построить эпюры Q_y и M_x .
Из условия прочности определить максимальное допустимое значение q, считая $F=q \cdot a$, $M=1.5 q a^2$.

$[\sigma]$, МПа	a, м	b, мм
100	1	20

④

Как обтесать круглое бревно, что бы полученный прямоугольный брус обладал наибольшей прочностью при изгибе?

Билет 2

①

Построить эпюру продольных усилий. Определить наибольшие нормальные напряжения.

②

Построить эпюру крутящих моментов. Вычислить наибольшие напряжения. Определить угол закручивания свободного конца вала, если дано T, l, G, d.

③

Построить эпюры Q_y и M_x . Подобрать размеры поперечного сечения, если $[\sigma]=160$ МПа, $M=F \cdot a$.

$[\sigma]$, МПа	$[\sigma_{\tau}]$, МПа	l, м	k	a, мм	a/b
35	140	0.8	0.2	180	0.2

$q=20$ кН/м; $F \sim 20$ кН; $a=2$ м;

④

Построить эпюры Q_y и M_x . Определить допустимую нагрузку F для ступенчатой балки.

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

Билет 3

①

Построить эпюру продольных усилий и составить условие прочности.

②

Построить эпюру крутящих моментов и эпюру углов закручивания. $T_1=6$ кН*м, $T_2=4$ кН*м, $T_3=3$ кН*м. $d=110$ мм, $G=0.7 \cdot 10^3$ МПа.

③

Построить эпюры Q_y и M_x . Из условия прочности определить максимальное допустимое значение q, считая $F=1.5 q a$, $M=1.5 q a^2$.

$[\sigma]$, МПа	a, м	b, мм
110	2.5	10

④

Построить эпюры Q_y и M_x . Определить из условия прочности размер a. Как рациональнее расположить балку?

$[\sigma]$, МПа	$[\sigma_{\tau}]$, МПа	l, м	F, кН
65	110	0.8	15

Билет 4

①

Стальной стержень нагревается на Δt° . Определить напряжения в стержне, если дано: l, A, E, α (коэффициент температурного расширения).

②

Построить эпюру крутящих моментов. Определить угол закручивания сечения B. Вычислить допустимое значение момента T, если $d=7$ см, $[\tau]=50$ МПа.

③

Построить эпюры Q_y и M_x . Определить из условия прочности размеры поперечного сечения, если $[\sigma]=125$ МПа, $q=40$ кН/м; $M=20$ кН*м; $a=1$ м;

④

Определить напряжения в стержнях после сборки, если средний стержень изготовлен коротче на величину $\Delta=0.001$.

19

Билет 5

1. Построить эпюру продольных усилий и определить перемещение сечения I-I.

q, кН/м	F ₁ , кН	F ₂ , кН	A, см ²	E, ГПа
15	14	5	2	200

3. Построить эпюры Qy и Mx. Из условия прочности определить максимальное допустимое значение q, считая F=qa, M=qa².

[σ], МПа	a, м	b, мм
130	1.5	14

2. Построить эпюру крутящих моментов. Определить наибольшее касательное напряжение и угол закручивания между сечениями A-B.

4. Определить радиус кривизны упругой линии балки на участке BC.

Билет 6

1. Построить эпюру продольных усилий и эпюру напряжений по длине стержня. Определить абсолютное изменение длины стержня.

3. Построить эпюры Qy и Mx. Определить из условия прочности размеры поперечного сечения, если [σ]=90 МПа.

q=40 кН/м; F=25 кН; a=1.5 м;

2. Построить эпюру крутящих моментов. Определить диаметр вала. [τ]=80 МПа; G=7·10⁴ МПа; [Θ]=0.2° на 1 м.

4. Построить эпюры Qy и Mx. Какой ширины должна быть полка сечения b, что бы растягивающие напряжения были в 2 раза больше сжимающих?

Билет 7

1. Построить эпюру нормальных напряжений по длине стержня, определить абсолютное изменение его длины.

q, кН/м	F, кН	l, м	A, см ²	E, ГПа
5	5	1.5	1	220

3. Построить эпюры Qy и Mx. Из условия прочности определить максимальное допустимое значение q, считая M=qa².

[σ], МПа	a, м	b, мм
120	1.5	12

2. Построить эпюру крутящих моментов. Определить наибольшее касательное напряжение и угол закручивания сечения B.

4. Чугунная балка изгибается в вертикальной плоскости. Допускаемое напряжение на растяжение 30 МПа, на сжатие 85 МПа. Найти наибольший допустимый изгибающий момент, зная, что растянутые волокна лежат в узкой части бруса. Размеры даны в см.

Билет 8

1. Построить эпюру продольных усилий и эпюру напряжений по длине стержня. Определить абсолютное изменение длины стержня.

3. Построить эпюры Qy и Mx. Определить из условия прочности размеры поперечного сечения, если [σ]=120 МПа.

q=10 кН/м; M=20 кН*м; a=1.5 м;

2. Построить эпюру крутящих моментов. Определить наибольшее касательное напряжение и угол закручивания сечения B.

4. При какой величине зазора реакция опоры A будет в 3 раза больше реакции опоры B?

Билет 9

①

Построить эпюру продольных усилий. Составить условие прочности.

②

Построить эпюру крутящих моментов и эпюру углов закручивания.
 $T_1 = 1 \text{ кН*м}$, $T_2 = 4 \text{ кН*м}$, $T_3 = 2 \text{ кН*м}$,
 $d = 190 \text{ мм}$, $G = 0.7 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

③

Построить эпюры Q_y и M_x . Проверить балку на прочность по нормальным напряжениям, если $[\sigma] = 130 \text{ МПа}$.
 $q = 40 \text{ кН/м}$; $F = 25 \text{ кН}$;
 $a = 1 \text{ м}$; $b = 12 \text{ мм}$;

④

Построить эпюры Q_y и M_x . Какой должна быть высота сечения h, что бы наибольшие сжимающие напряжения были в 2 раза больше растягивающих?

k	a, мм	a/b
0	210	0.2

Билет 10

①

Построить эпюру продольных усилий и эпюру напряжений по длине стержня. Определить абсолютное изменение длины стержня.

②

Построить эпюру крутящих моментов и определить максимальные касательные напряжения на каждом участке, считая, что диаметр короткого участка в три раза больше диаметра длинного.

③

Построить эпюры Q_y и M_x . Из условия прочности определить максимальное допустимое значение q, считая $F = qa$, $M = qa^2$.

$[\sigma]$, МПа	a, м	b, мм
120	0.5	28

④

Определить размер l из условия равнопрочности стержня BC и балки DK. BC - прутки, d = 8 мм, DK - балка квадратного сечения 12x12 мм.

$\sigma_{\text{тек}}$, МПа	$\sigma_{\text{исл}}$, МПа	F, кН
200	400	10

Билет 11

①

Построить эпюру напряжений по длине бруса.

②

Построить эпюру крутящих моментов. Составить условие прочности. Определить угол закручивания между сечениями А-В.

③

Построить эпюры Q_y и M_x . В опасном сечении вычислить нормальные напряжения в точке К и наибольшие.

$q = 10 \text{ кН/м}$; $F = 25 \text{ кН}$; $M = 25 \text{ кН*м}$;
 $a = 1 \text{ м}$; $b = 14 \text{ мм}$;

④

Построить эпюру продольных усилий и определить перемещение сечения I-I.

q, кН/м	F1, кН	F2, кН	A, см²	E, ГПа
15	7	6	1	180

Билет 12

①

Построить эпюру крутящих моментов и эпюру углов закручивания.
 $T_1 = 10 \text{ кН*м}$, $T_2 = 3 \text{ кН*м}$, $T_3 = 6 \text{ кН*м}$.
 $d = 140 \text{ мм}$, $G = 0.7 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

②

Построить эпюру крутящих моментов и эпюру углов закручивания.
 $T_1 = 10 \text{ кН*м}$, $T_2 = 3 \text{ кН*м}$, $T_3 = 6 \text{ кН*м}$.
 $d = 140 \text{ мм}$, $G = 0.7 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

③

Построить эпюры Q_y и M_x . Определить из условия прочности размеры поперечного сечения, если $[\sigma] = 100 \text{ МПа}$.

$q = 20 \text{ кН/м}$; $M = 10 \text{ кН*м}$; $a = 2 \text{ м}$;

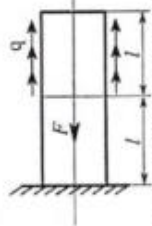
④

Построить эпюру крутящих моментов и эпюру углов закручивания.
 $T_1 = 10 \text{ кН*м}$, $T_2 = 3 \text{ кН*м}$, $T_3 = 6 \text{ кН*м}$.
 $d = 140 \text{ мм}$, $G = 0.7 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

23

Билет 13

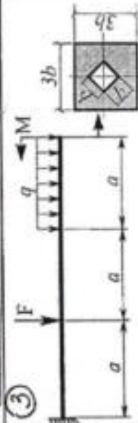
1



Построить эпюру нормальных напряжений по длине стержня, определить абсолютное изменение его длины.

$q, \text{ кН/м}$	$F, \text{ кН}$	$l, \text{ м}$	$A, \text{ см}^2$	$E, \text{ ГПа}$
5	12	1	1.5	180

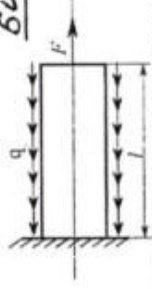
3



Построить эпюры Q_y и M_x .
Определить из условия прочности размеры поперечного сечения, если $[\sigma] = 140 \text{ МПа}$.
 $M = F \cdot x$

$q, \text{ кН/м}$	$F, \text{ кН}$	$l, \text{ м}$	$A, \text{ см}^2$	$E, \text{ ГПа}$
20	10	2	2.5	220

1



Построить эпюру нормальных напряжений по длине стержня, определить абсолютное изменение его длины.

$q, \text{ кН/м}$	$F, \text{ кН}$	$l, \text{ м}$	$A, \text{ см}^2$	$E, \text{ ГПа}$
20	10	2	2.5	220

3

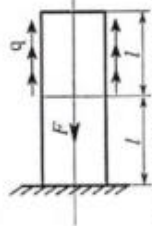


Построить эпюры Q_y и M_x .
Из условия прочности определить максимальное допустимое значение силы F.

$[\sigma], \text{ МПа}$	$a, \text{ м}$	$b, \text{ мм}$
120	1.5	24

Билет 13

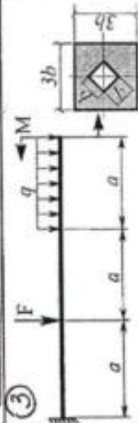
1



Построить эпюру нормальных напряжений по длине стержня, определить абсолютное изменение его длины.

$q, \text{ кН/м}$	$F, \text{ кН}$	$l, \text{ м}$	$A, \text{ см}^2$	$E, \text{ ГПа}$
5	12	1	1.5	180

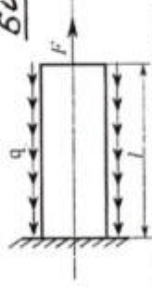
3



Построить эпюры Q_y и M_x .
Определить из условия прочности размеры поперечного сечения, если $[\sigma] = 140 \text{ МПа}$.
 $M = F \cdot x$

$q, \text{ кН/м}$	$F, \text{ кН}$	$l, \text{ м}$	$A, \text{ см}^2$	$E, \text{ ГПа}$
20	10	2	2.5	220

1



Построить эпюру нормальных напряжений по длине стержня, определить абсолютное изменение его длины.

$q, \text{ кН/м}$	$F, \text{ кН}$	$l, \text{ м}$	$A, \text{ см}^2$	$E, \text{ ГПа}$
20	10	2	2.5	220

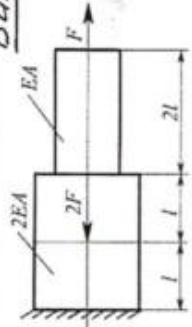
3



Построить эпюры Q_y и M_x .
Из условия прочности определить максимальное допустимое значение силы F.

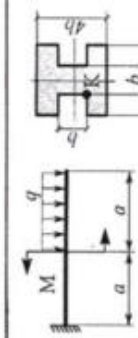
$[\sigma], \text{ МПа}$	$a, \text{ м}$	$b, \text{ мм}$
120	1.5	24

1



Построить эпюру продольных усилий и эпюру напряжений по длине стержня. Определить абсолютное изменение длины стержня.

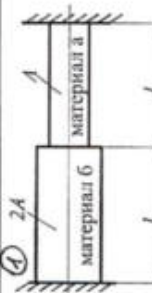
3



Построить эпюры Q_y и M_x .
В опасном сечении вычислить нормальные напряжения в точке К и наибольшие.
 $q = 10 \text{ кН/м}; M = 20 \text{ кН} \cdot \text{м};$
 $a = 1 \text{ м}; b = 28 \text{ мм};$

$q, \text{ кН/м}$	$M, \text{ кН} \cdot \text{м}$	$a, \text{ м}$	$b, \text{ мм}$
10	20	1	28

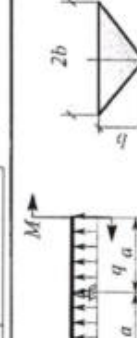
1



Построить эпюру крутящих моментов и эпюру углов закручивания.
 $T_1 = 8 \text{ кН} \cdot \text{м}; T_2 = 5 \text{ кН} \cdot \text{м}; T_3 = 7 \text{ кН} \cdot \text{м};$
 $d = 150 \text{ мм}; G = 0.75 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

$q, \text{ кН/м}$	$M, \text{ кН} \cdot \text{м}$	$a, \text{ м}$	$b, \text{ мм}$
10	20	1	28

3

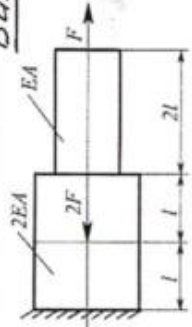


Построить эпюры Q_y и M_x .
Из условия прочности определить максимальное допустимое значение q, считая $M = 2qa^2$.

$[\sigma], \text{ МПа}$	$a, \text{ м}$	$b, \text{ мм}$
130	1	10

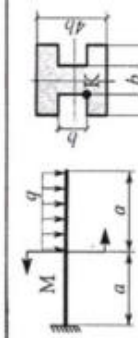
Билет 15

1



Построить эпюру крутящих моментов. Составить условия прочности и жесткости.

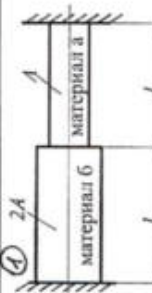
4



Определить величину z, при которой наибольшее нормальное напряжение принимает экстремальное значение.

$l, \text{ м}$	$a, \text{ м}$	$F, \text{ кН}$
12	3	9

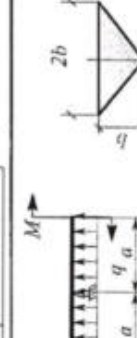
1



Построить эпюру касательных напряжений по длине вала.

$q, \text{ кН/м}$	$M, \text{ кН} \cdot \text{м}$	$a, \text{ м}$	$b, \text{ мм}$
10	20	1	28

3

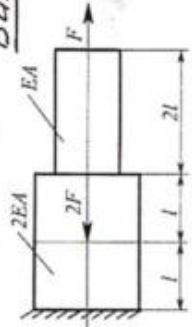


Определить напряжения в стержнях после сборки, если средний стержень изготовлен длиннее на величину $\Delta = 0.005l$.

$[\sigma], \text{ МПа}$	$a, \text{ м}$	$b, \text{ мм}$
130	1	10

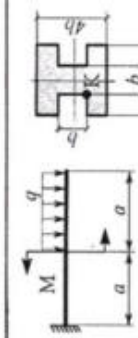
Билет 15

1



Построить эпюру крутящих моментов. Составить условия прочности и жесткости.

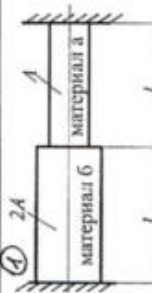
4



Определить величину z, при которой наибольшее нормальное напряжение принимает экстремальное значение.

$l, \text{ м}$	$a, \text{ м}$	$F, \text{ кН}$
12	3	9

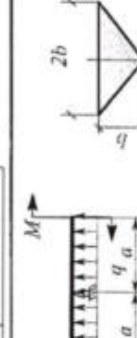
1



Построить эпюру касательных напряжений по длине вала.

$q, \text{ кН/м}$	$M, \text{ кН} \cdot \text{м}$	$a, \text{ м}$	$b, \text{ мм}$
10	20	1	28

3



Определить напряжения в стержнях после сборки, если средний стержень изготовлен длиннее на величину $\Delta = 0.005l$.

$[\sigma], \text{ МПа}$	$a, \text{ м}$	$b, \text{ мм}$
130	1	10

Билет 17

1

Построить эпюру продольных усилий. Составить условие прочности, если даны $E, A, l, F, [\sigma]$.

2

Построить эпюру крутящих моментов. Определить наибольшее касательное напряжение и угол закручивания между сечениями А-В.

3

Построить эпюры Q_y и M_x . Определить из условия прочности размеры поперечного сечения, если $[\sigma] = 140 \text{ МПа}$.

4

Построить эпюры Q_y и M_x . Какой ширины должна быть полка сечения b , что бы растягивающие напряжения были в 3 раза больше сжимающих?

Билет 19

1

Построить эпюру нормальных напряжений по длине стержня, определить абсолютное изменение его длины.

$q, \text{ кН/м}$	$F, \text{ кН}$	$l, \text{ м}$	$A, \text{ см}^2$	$E, \text{ ГПа}$
5	9	1	2.5	190

2

Построить эпюру крутящих моментов. Определить максимальные касательные напряжения на каждом участке, считая, что $D=2d$. Определить угол закручивания между сечениями 1 и 3.

3

Построить эпюры Q_y и M_x . Определить из условия прочности размеры поперечного сечения, если $[\sigma] = 120 \text{ МПа}$.

4

Построить эпюру крутящих моментов. Определить наибольшие касательные напряжения и угол закручивания между сечениями А-В. $l=1 \text{ м}$, $G=8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$, $d=4 \text{ см}$.

Билет 21

1

Построить эпюру продольных усилий. Подобрать площадь сечения A . $F=40 \text{ кН}$; $[\sigma]=100 \text{ МПа}$.

2

Построить эпюру крутящих моментов и эпюру углов закручивания. $T_1=4 \text{ кН*м}$, $T_2=9 \text{ кН*м}$, $T_3=3 \text{ кН*м}$. $d=175 \text{ мм}$, $G=0.8 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

3

Построить эпюры Q_y и M_x . Из условия прочности определить максимальное допустимое значение q , считая $M=2qa^2$.

$[\sigma]$, МПа	a , м	b , мм
130	2	14

4

Определить величину z , при которой наибольшее нормальное напряжение принимает экстремальное значение.

L , м	a , м	F , кН
10	2	6

Билет 23

1

Построить эпюру продольных усилий и эпюру напряжений по длине стержня. Определить абсолютное изменение длины стержня.

2

Построить эпюру крутящих моментов. Определить наибольшее касательное напряжение и угол закручивания сечения В.

3

Построить эпюры Q_y и M_x . Подобрать размеры поперечного сечения, если $[\sigma]=100 \text{ МПа}$.

$q=10 \text{ кН/м}$; $F=20 \text{ кН}$; $a=1 \text{ м}$; $q=20 \text{ кН/м}$; $F=20 \text{ кН}$; $a=1 \text{ м}$;

4

Определить величину силы F , если наибольшее касательное напряжение в сечении при равно 40 МПа. Сечение прямоугольное, шириной 30 мм и высотой 50 мм.

Билет 22

1

Стержень нагревается на Δt . Составить условие прочности. Определить угол закручивания между сечениями А-В.

$[\sigma]$, МПа	a , м	b , мм
130	2	14

2

Построить эпюру крутящих моментов. Составить условие прочности. Определить угол закручивания между сечениями А-В.

3

Построить эпюры Q_y и M_x . Из условия прочности определить максимальное допустимое значение q , считая $F=0.5qa$, $M=qa^2$.

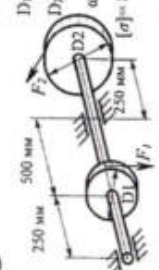
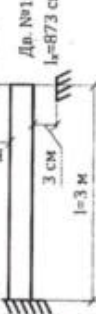
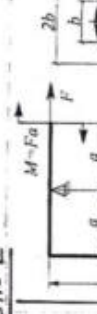
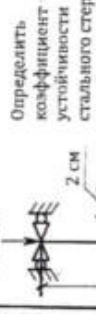
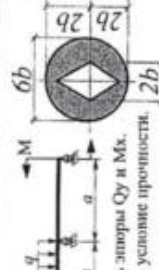
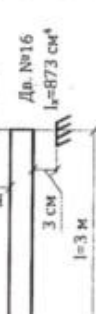
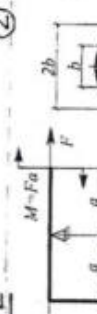
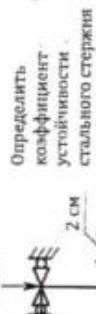
$[\sigma]$, МПа	a , м	b , мм
100	1	10

4

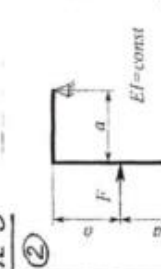
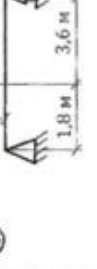
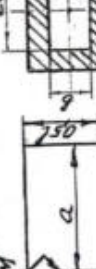
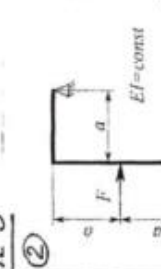
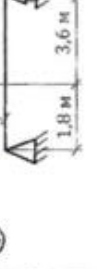
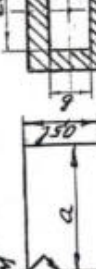
Через жесткую плиту передается сила F на стержень с жесткостью EA и трубку с жесткостью $2EA$. Между плитой и трубкой зазор $0,002l$. Определить напряжения в стержне и трубке.

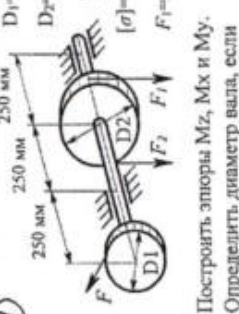
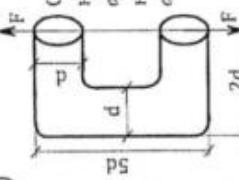
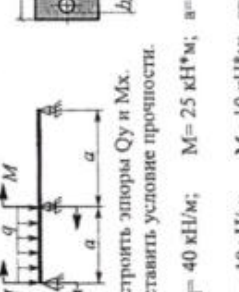
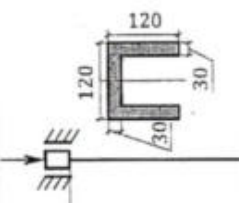
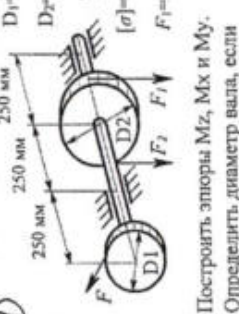
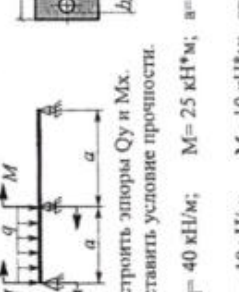
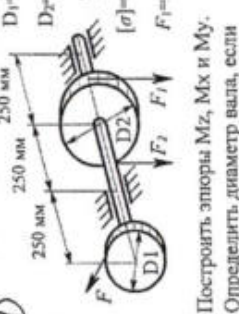
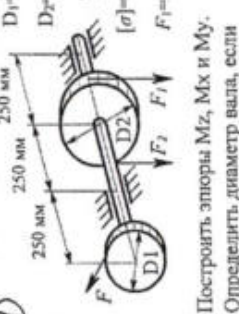
Типовые задания (задачи) для экзамена.

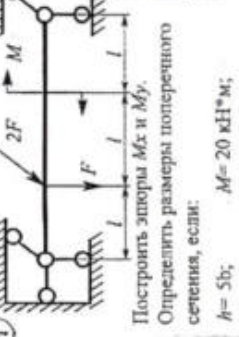
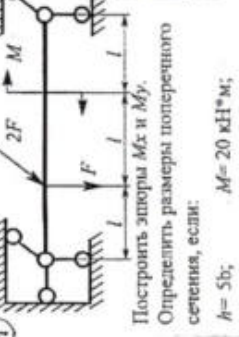
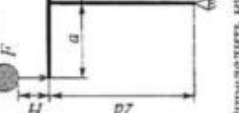
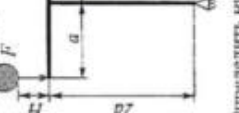
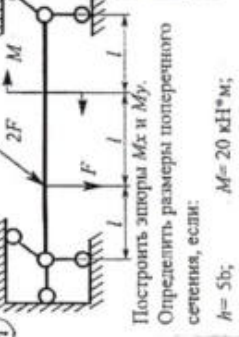
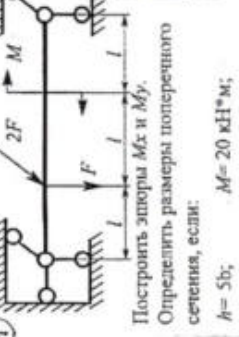
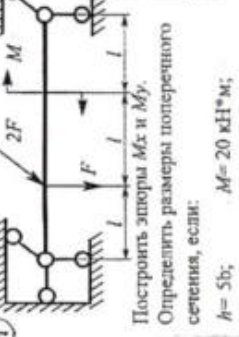
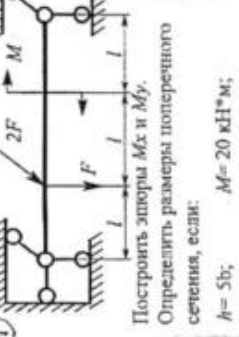
Типовые задания (задачи):

Билет 1 ①  Построить эпюры M_x, M_y и M_z. Определить диаметр вала, если передаваемая мощность 15 кВт.	②  Определить необходимые размеры поперечного сечения.	③  Определить диаметр вала, если передаваемая мощность 13 кВт.	④  Определить коэффициент устойчивости стального стержня прямоугольного сечения.
①  Построить эпюры M_x и M_y. Определить размеры поперечного сечения, если $h=4b$, $M=10 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $F=15 \text{ кН}$, $l=2 \text{ м}$, $[\sigma]=150 \text{ МПа}$.	②  Определить наибольшее нормальное напряжение в стержне.	③  Определить диаметр вала, если передаваемая мощность 13 кВт.	④  Определить коэффициент устойчивости стального стержня прямоугольного сечения.

Билет 3

①  Построить эпюры M_x и M_y. Определить размеры поперечного сечения, если $h=4b$, $M=10 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $F=15 \text{ кН}$, $l=2 \text{ м}$, $[\sigma]=150 \text{ МПа}$.	②  Определить диаметр вала, если передаваемая мощность 13 кВт.	③  Определить коэффициент устойчивости стального стержня прямоугольного сечения.	④  Определить диаметр вала, если передаваемая мощность 13 кВт.
①  Построить эпюры M_x и M_y. Определить размеры поперечного сечения, если $h=4b$, $M=10 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $F=15 \text{ кН}$, $l=2 \text{ м}$, $[\sigma]=150 \text{ МПа}$.	②  Определить диаметр вала, если передаваемая мощность 13 кВт.	③  Определить коэффициент устойчивости стального стержня прямоугольного сечения.	④  Определить диаметр вала, если передаваемая мощность 13 кВт.

Билет 5 1)  Построить эпюры M_z, M_x и M_y. Определить диаметр вала, если передаваемая мощность 15 кВт.	3)  Определить наибольшее нормальное напряжение σ_{max} и положение нейтральной оси, если $\sigma_{max} = 55 \text{ МПа}$.	2)  Построить эпюры Q_y и M_x. Составить условие прочности. а) $q = 40 \text{ кН/м}$; $M = 25 \text{ кН*м}$; $a = 1 \text{ м}$; б) $q = 10 \text{ кН/м}$; $M = 10 \text{ кН*м}$; $a = 0.5 \text{ м}$;	4)  Проверить устойчивость стержня на устойчивость. Определить % перенапряжения или недогрузки или несогласия ст. 5, [σ] = 160 МПа. Размеры сечения в мм.
1)  Построить эпюры M_z, M_x и M_y. Определить диаметр вала, если передаваемая мощность 12 кВт.	2)  Построить эпюры N_z, Q_y и M_x. Составить условие прочности.	3)  Построить эпюры M_z, M_x и M_y. Определить диаметр вала, если передаваемая мощность 12 кВт.	4)  Упруте стержни равной длины образуют шарнирный четырехугольник ABCD, скрепленный диагональю BD. Жесткость стержней одинаковая и равна EI. При какой величине силы F отдельные элементы конструкции потеряют устойчивость?

Билет 5 1)  Построить эпюры M_x и M_y. Определить размеры поперечного сечения, если: $h = 5b$; $M = 20 \text{ кН*м}$; $F = 10 \text{ кН}$; $l = 1 \text{ м}$; $[\sigma] = 100 \text{ МПа}$;	2)  Определить наибольшее нормальное напряжение, если a, F, h, b - заданы.	3)  Построить эпюры N_z, Q_y и M_x. Составить условие прочности.	4)  При каком повышении температуры стержень потеряет устойчивость? $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, $d = 50 \text{ мм}$, $\alpha = 200 \text{ МПа}$, $\alpha = 125 \cdot 10^{-7}$.
1)  Определить диаметр вала, если передаваемая мощность 17 кВт.	2)  Построить эпюры M_z, M_x и M_y. Определить диаметр вала, если передаваемая мощность 17 кВт.	3)  Построить эпюры M_z, M_x и M_y. Определить диаметр вала, если передаваемая мощность 17 кВт.	4)  Построить эпюры N_z, Q_y и M_x. Составить условие прочности.

Билет 9

1) Построить эпюры M_x и M_y .
Определить размеры поперечного сечения, если:
 $h = 4b$; $M = 20 \text{ кН}\cdot\text{м}$;
 $F = 20 \text{ кН}$; $f = 1.5 \text{ м}$; $[\sigma] = 150 \text{ МПа}$;

2) Определить наибольшие нормальные напряжения, если a , F , H , b - заданы.

Билет 10

1) Найти опасное сечение, опасную точку в этом сечении и напряжение в нём.

2) Построить эпюры Q_y и M_x .
Составить условие прочности.
а) $q = 40 \text{ кН/м}$; $M = 15 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $a = 1.5 \text{ м}$;
б) $q = 30 \text{ кН/м}$; $M = 10 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $a = 0.75 \text{ м}$;

3) Для опасного сечения бруса определить $\sigma_{\max}$ и $\sigma_{\min}$.

4) Концы стального стержня шарнирно присоединяются при температуре 316 К к неподвижным опорам. Затем стержень подвергается нагреванию по всей длине. Определить температуру, при которой начнётся продольный изгиб стержня. Сечение стержня прямоугольное $20 \times 4 \text{ мм}$. Длина $l = 0.2 \text{ м}$, $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$.

Билет 11

1) Построить эпюры M_x и M_y .
Определить допустимую силу F , если:
 $l = 12 \text{ см}$; $b = 4 \text{ см}$;
 $f = 1.5 \text{ м}$; $[\sigma] = 130 \text{ МПа}$;

2) Определить наибольшие нормальные напряжения, если a , F , H , b - заданы.

Билет 12

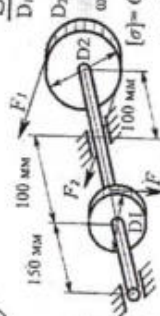
1) Построить эпюры M_z и M_y .
Определить допустимую силу F , если:
 $h = 12 \text{ см}$; $b = 4 \text{ см}$;
 $f = 0.5 \text{ м}$; $[\sigma] = 110 \text{ МПа}$;

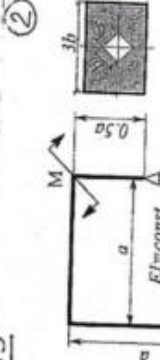
2) Определить наибольшие нормальные напряжения в балке, если груз F падает с высоты H .

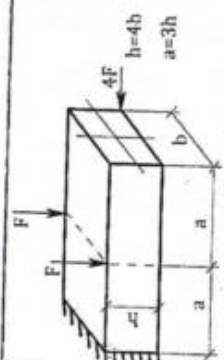
3) Определить $\sigma_{\max}$ и $\sigma_{\min}$ в опасном сечении столба круглого сечения.

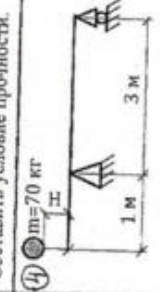
4) На балку с высоты 10 см падает груз. Сечение балки двутавр №22 ($I_x = 2530 \text{ см}^4$, $W_x = 230 \text{ см}^3$). Определить нормальные напряжения в балке. $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

Билет 13

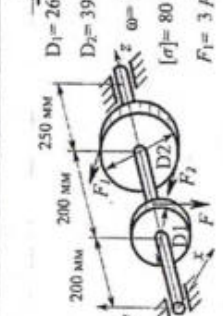
① 
 $D_1 = 220 \text{ мм}; D_2 = 330 \text{ мм}; \omega = 9 \text{ 1/с}; [\sigma] = 65 \text{ МПа}; F_1 = 3 F_2;$
 Построить эпюры M_z, M_x и M_y .
 Определить диаметр вала, если передаваемая мощность 12 кВт.

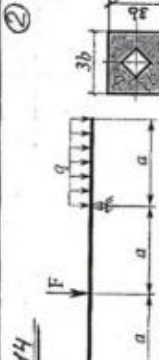
② 
 $EI = \text{const}$
 Построить эпюры N_z, Q_y и M_x .
 Составить условие прочности.

③ 
 $h = 4b, a = 3h$
 Построить эпюры M_x, M_y, N_z .
 Найти опасные точки и напряжения в них.

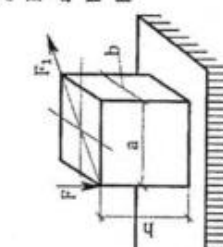
④ 
 $m = 70 \text{ кг}$
 На балку с высоты 5 см падает груз.
 Сечение балки двутавр №14 ($I_x = 572 \text{ см}^4, W_x = 81,7 \text{ см}^3$). Определить нормальные напряжения в балке. $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

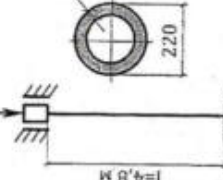
Билет 14

① 
 $D_1 = 260 \text{ мм}; D_2 = 390 \text{ мм}; \omega = 10 \text{ 1/с}; [\sigma] = 80 \text{ МПа}; F_1 = 3 F_2;$
 Построить эпюры M_z, M_x и M_y .
 Определить диаметр вала, если передаваемая мощность 13 кВт.

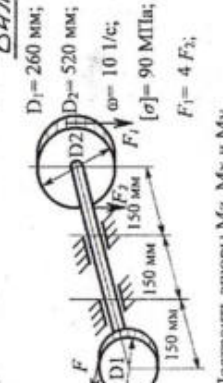
② 
 $EI = \text{const}$
 Построить эпюры Q_y и M_x .
 Составить условие прочности.

а) $q = 30 \text{ кН/м}; F = 15 \text{ кН}; a = 1 \text{ м};$
 б) $q = 10 \text{ кН/м}; F = 20 \text{ кН}; a = 0,5 \text{ м};$

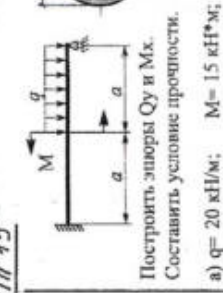
③ 
 $F = 130 \text{ кН}; a = 15 \text{ см}; b = 20 \text{ см}; h = 110 \text{ см};$
 Проверить стержень на устойчивость.
 $E = 1 \cdot 10^5 \text{ МПа}, [\nu] = 5.$
 Размеры сечения в мм.

④ 
 $F = 520 \text{ кН}; l = 4,8 \text{ м}$
 Проверить стержень на устойчивость.
 $E = 1 \cdot 10^5 \text{ МПа}, [\nu] = 5.$
 Размеры сечения в мм.

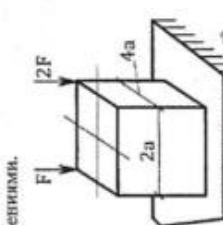
Билет 15

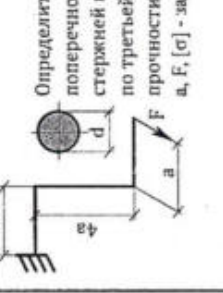
① 
 $D_1 = 260 \text{ мм}; D_2 = 520 \text{ мм}; \omega = 10 \text{ 1/с}; [\sigma] = 90 \text{ МПа}; F_1 = 4 F_2;$
 Построить эпюры M_z, M_x и M_y .
 Определить диаметр вала, если передаваемая мощность 12 кВт.

а) $q = 20 \text{ кН/м}; M = 15 \text{ кН*м}; a = 2 \text{ м};$
 б) $q = 40 \text{ кН/м}; M = 15 \text{ кН*м}; a = 1 \text{ м};$

② 
 $EI = \text{const}$
 Построить эпюры Q_y и M_x .
 Составить условие прочности.

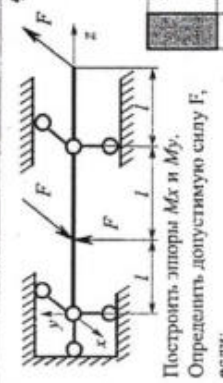
а) $q = 20 \text{ кН/м}; M = 15 \text{ кН*м}; a = 2 \text{ м};$
 б) $q = 40 \text{ кН/м}; M = 15 \text{ кН*м}; a = 1 \text{ м};$

③ 
 Определить размеры поперечного сечения стержней из расчёта по третьей гипотезе прочности.
 $a, F, [\sigma]$ - заданы.

④ 
 $EI = \text{const}$
 Построить эпюры N_z, Q_y и M_x .
 Составить условие прочности.

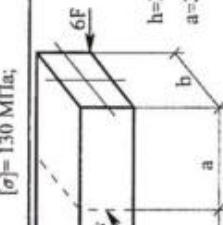
а) $q = 20 \text{ кН/м}; M = 15 \text{ кН*м}; a = 2 \text{ м};$
 б) $q = 40 \text{ кН/м}; M = 15 \text{ кН*м}; a = 1 \text{ м};$

Билет 16

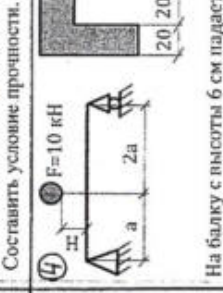
① 
 $EI = \text{const}$
 Построить эпюры M_x и M_y .
 Определить допустимую силу F, если:
 $h = 9 \text{ см}; b = 3 \text{ см}; l = 0,5 \text{ м}; [\sigma] = 130 \text{ МПа};$

② 
 $EI = \text{const}$
 Построить эпюры N_z, Q_y и M_x .
 Составить условие прочности.

а) $q = 20 \text{ кН/м}; M = 15 \text{ кН*м}; a = 2 \text{ м};$
 б) $q = 40 \text{ кН/м}; M = 15 \text{ кН*м}; a = 1 \text{ м};$

③ 
 $h = 2b, a = 3h$
 Построить эпюры M_x, M_y, N_z .
 Найти опасные точки и напряжения в них.

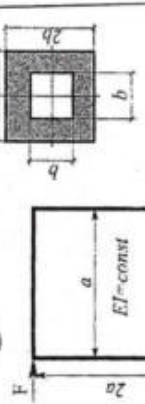
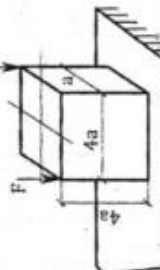
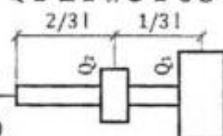
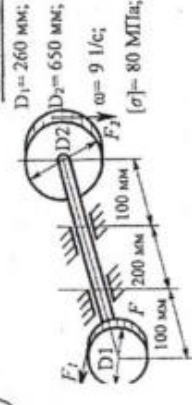
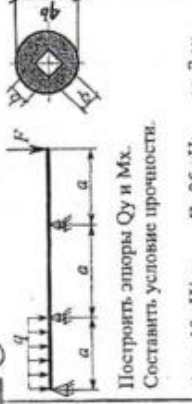
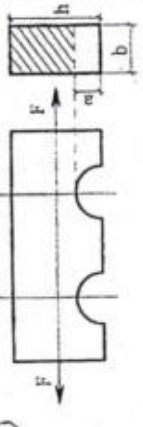
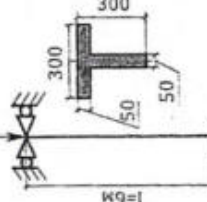
а) $q = 20 \text{ кН/м}; M = 15 \text{ кН*м}; a = 2 \text{ м};$
 б) $q = 40 \text{ кН/м}; M = 15 \text{ кН*м}; a = 1 \text{ м};$

④ 
 $EI = \text{const}$
 Построить эпюры N_z, Q_y и M_x .
 Составить условие прочности.

а) $q = 20 \text{ кН/м}; M = 15 \text{ кН*м}; a = 2 \text{ м};$
 б) $q = 40 \text{ кН/м}; M = 15 \text{ кН*м}; a = 1 \text{ м};$

Билет 17	
1 Построить эпюры M_z, M_x и M_y. Определить диаметр вала, если передаваемая мощность 16 кВт.	2 Построить эпюры Q_y и M_x. Составить условие прочности. а) $q=20$ кН/м; $M=20$ кН*м; $a=2$ м; б) $q=10$ кН/м; $M=15$ кН*м; $a=1$ м;
3 Построить эпюры M_x, M_y, N_z. Найти опасные точки и напряжения в них. $h=2b$ $a=4h$	4 Определить коэффициент запаса устойчивости стержня. $E=2 \cdot 10^5$ МПа, $\sigma_s=200$ МПа. Размеры сечения в мм.
1 Построить эпюры M_z и M_y. Определить допустимую силу F, если: $h=12$ см; $b=4$ см; $f=1.5$ м; $[\sigma]=120$ МПа;	2 Построить эпюры Q_y и M_x. Составить условие прочности. а) $q=40$ кН/м; $F=20$ кН; $a=1$ м; б) $q=10$ кН/м; $F=15$ кН; $a=0.5$ м;
3 Определить величину наибольшей безопасной нагрузки F. $a=12$ см; $[\sigma]=10$ МПа; $[\sigma_{сж}]=14$ МПа;	4 Проверить на устойчивость стержень. $[\sigma_s]=6$, $E=1 \cdot 10^5$ МПа. Размеры сечения в мм.

Билет 21	
1 Построить эпюры M_x и M_y. Определить размеры поперечного сечения, если: $h=2b$; $M=40$ кН*м; $F=10$ кН; $f=1$ м; $[\sigma]=140$ МПа;	2 Построить эпюры Q_y и M_x. Составить условие прочности. а) $q=30$ кН/м; $M=20$ кН*м; $a=1$ м; б) $q=40$ кН/м; $M=25$ кН*м; $a=0.5$ м;
3 Определить σ_{max} и σ_{min} в опасном сечении. $d=14$ см, $F=5$ кН.	4 На балку с высоты 8 см падает груз F. Сечение балки двутавр №22а ($I_x=2790$ см⁴, $W_x=254$ см³). Определить, при каком значении F $\sigma_{max}=140$ МПа. Массу балки не учитывать.
1 Построить эпюры M_z, M_x и M_y. Определить диаметр вала, если передаваемая мощность 17 кВт. $\omega=11$ 1/с; $a=250$ мм; $n_1=3$; $\sigma_s=270$ МПа; $D_1=380$ мм; $D_2=570$ мм;	2 Построить эпюры Q_y и M_x. Составить условие прочности. а) $q=40$ кН/м; $M=25$ кН*м; $a=1$ м; б) $q=30$ кН/м; $M=10$ кН*м; $a=0.5$ м;
3 Построить эпюры M_x, M_y, N_z. Найти опасные точки и напряжения в них. $h=4b$ $a=3h$	4 Определить допустимое значение силы F, если $n_1=3$, $b=80$ мм, $E=2 \cdot 10^5$ МПа, $\sigma_s=200$ МПа.

Билет 23 1.  Построить эпюры M_x и M_y. Определить допустимую силу F, если: $h=8\text{ см}$; $b=2\text{ см}$; $[\sigma]=120\text{ МПа}$; $l=0.5\text{ м}$;	2.  Построить эпюры N_z, Q_y и M_x. Составить условие прочности. 3.  Определить положение нейтральной оси, вычислить σ_{max}, отметить опасную точку сечения. 4.  Призматический стержень длиной 1 м несёт на себе два груза Q_1 и Q_2 и движется равноускоренно вертикально вверх, пройдёт за первые 1 секунду путь S. Определить необходимую площадь и удаление стержня, если даны E, $[\sigma]$. Собственным весом стержня пренебречь.
Билет 24 1.  Построить эпюры M_z, M_x и M_y. Определить диаметр вала, если передаваемая мощность 12 кВт. 2.  Построить эпюры Q_y и M_x. Составить условие прочности. а) $q=10\text{ кН/м}$; $F=25\text{ кН}$; $a=2\text{ м}$; б) $q=40\text{ кН/м}$; $F=20\text{ кН}$; $a=1\text{ м}$;	3.  Проверить стержень на устойчивость. Определить % перенапряжения или недогрузки. Материал ст. 5, $[\sigma]=200\text{ МПа}$. Размеры сечения в мм. 4.  Проверить стержень на устойчивость. Определить % перенапряжения или недогрузки. Материал ст. 5, $[\sigma]=200\text{ МПа}$. Размеры сечения в мм.

Шифр и содержание компетенции	Индикатор компетенции (шифр, содержание)	Номера заданий (из представленного списка)
ОПК-1. Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	ИОПК – 1.1. Знать основные методы расчетов инженерных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость и способность при различных видах нагружения	Для зачета: задачи № 1, задачи № 2, задачи №3, задачи № 4 в билетах № 1- № 24. Для экзамена: задачи № 1, задачи № 2, задачи №3, задачи № 4 в билетах № 1- № 24.
	ИОПК – 1.2. Уметь выбирать расчетные схемы; выбирать соответствующие расчетные уравнения, конструкции, конструктивные материалы и конструктивные формы стержней, чтобы обеспечить соответствующие показатели надежности и экономичности	Для зачета: задачи № 1, задачи № 2, задачи №3, задачи № 4 в билетах № 1- № 24. Для экзамена: задачи № 1, задачи № 2, задачи №3, задачи № 4 в билетах № 1- № 24.
	ИОПК – 1.3. Владеть методами расчетов по допускаемым напряжениям, деформациям, предельным нагрузкам и т.д.; навыками проведения испытаний материалов с целью определения механических и деформационных характеристик	Для зачета: задачи № 1, задачи № 2, задачи №3, задачи № 4 в билетах № 1- № 24. Для экзамена: задачи № 1, задачи № 2, задачи №3, задачи № 4 в билетах № 1- № 24.

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

Категории образовательных целей, критерии оценивания				
Оценка	Знание	Понимание	Применение	Творчество Анализ Синтез Оценка
Отлично (5)	Студент согласно <i>перечню А:</i> - глубоко и прочно усвоил программный учебный материал; - полностью владеет понятиями аппарата; - последовательно, четко, логически стройно и грамотно его излагает; - выявляет причинно-следственные связи; - находит и приводит убедительные аргументы, интегрирует знания из новых или междисциплинарных областей.	Студент согласно <i>перечню Б:</i> - умеет указывать теорию с практикой; - свободно справляется с задачами и вопросами, не затрудняясь с ответом при возникновении заданий; - правильно обосновывает принятые решения; - владеет приемами и навыками выполнения практических задач; - применяет в работе математические методы и прикладные программы.	Студент согласно <i>перечню С:</i> - демонстрирует творческий подход к решению проблем; - определяет пути их решения, стимулирует и обобщает связи; - анализирует результаты и прогнозирует последствия решений; - умеет работать со справочной и научной литературой; - адекватно оценивает полученные результаты; - своевременно и правильно оформляет работу.	Студент согласно <i>перечню С:</i> - уверенно работает строго в рамках задания; - удовлетворительно работает со справочной и научной литературой; - не проявляет инициативы и творческого подхода; - допускает небольшие недоработки в содержании и оформлении.
Хорошо (4)	Студент согласно <i>перечню А:</i> - уверенно знает программный учебный материал; - достаточно уверенно владеет понятийным аппаратом; - по существу и грамотно излагает материал, не допуская значительных неточностей в ответе на вопросы; - выявляет причинно-следственные связи; - понимает сущность фактов, явлений и процессов.	Студент согласно <i>перечню Б:</i> - правильно применяет теоретические положения при решении практических задач; - владеет необходимыми приемами и навыками решения типовых задач; - использует рациональные приемы решения типовых задач и вычислительную технику.	Студент согласно <i>перечню С:</i> - уверенно работает строго в рамках задания; - удовлетворительно работает со справочной и научной литературой; - не проявляет инициативы и творческого подхода; - допускает небольшие недоработки в содержании и оформлении.	Студент согласно <i>перечню С:</i> - неточно и неполно интерпретирует результаты; - допускает значительные количественные ошибки при оформлении;
Удовлетворительно (3)	Студент согласно <i>перечню А:</i> - владеет знаниями только основного программного материала без усвоения его деталей; - достаточно уверенно владеет понятийным аппаратом; - допускает неточности в ответе на вопросы, что указывает на	Студент согласно <i>перечню Б:</i> - испытывает затруднения при решении практических задач; - имеет недостаточные базовые знания гуманитарных и естественнонаучных дисциплин,	Студент согласно <i>перечню С:</i> - не может выполнить самостоятельное решение практических задач или справляется с большими затруднениями; - не может доказательно обосновывать свои выводы и решения; - имеет слабые навыки решения типовых задач; - не применяет информационные средства при проведении расчетов; - допускает ошибки в расчетах.	Студент согласно <i>перечню С:</i> - допускает значительное количество принципиальных ошибок; - не проявляет инициативы, самостоятельности, творческих способностей; - не может самостоятельно осуществлять поиск новых знаний; - сдает работу несвоевременно.

	недостаточное понимание структуры и содержания учебного материала, нарушение логики его изложения, полноты и адекватности выводов.	Студент согласно <i>перечню А:</i> - не знает и не владеет значительной частью программного материала без усвоения его деталей; - имеет разрозненные, бессистемные знания; - не ориентируется в материале; - не владеет понятийным аппаратом; - искажает смысл определений, беспорядочно и неуверенно излагает ответ; - допускает существенные ошибки.	Студент согласно <i>перечню Б:</i> - не может выполнить самостоятельное решение практических задач или справляется с большими затруднениями; - не может доказательно обосновывать свои выводы и решения; - имеет слабые навыки решения типовых задач; - не применяет информационные средства при проведении расчетов; - допускает ошибки в расчетах.	Студент согласно <i>перечню С:</i> - допускает значительное количество принципиальных ошибок; - не проявляет инициативы, самостоятельности, творческих способностей; - не может самостоятельно осуществлять поиск новых знаний; - сдает работу несвоевременно.
Неудовлетворительно (2)				

Оценка "Зачтено" выставляется студенту, если согласно представленной выше таблице студент демонстрирует знания, умения и навыки в соответствии с оценками «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично».

Оценка "Не зачтено" выставляется студенту, если согласно представленной выше таблице студент демонстрирует знания, умения и навыки в соответствии с оценкой «неудовлетворительно».

**Типовые контрольные задания (задачи)
для практических работ /
самостоятельной (домашней) работы**

Типовые контрольные задания (задачи)⁶: из сборника задач [“Сборник задач по сопротивлению материалов”, под редакцией В.К. Качурина Наука, М.-1972.432с.] в соответствии с п. 2.4 рабочей программы.

Номер раздела и темы	Содержание разделов	Практические / Домашние работы
Семестр 3		
1	Введение и основные понятия.	4.9, 6.3, 6.4, 6.5, 6.27, 6.28
2	Геометрические характеристики плоских сечений.	5.11, 5.13, 5.14, 5.20, 5.24, 5.28, 5.29
3	Растяжение, сжатие бруса.	1.7, 1.9, 1.57, 1.58, 1.59, 1.63, 1.68, 1.90, 1.100, 1.103
4	Кручение бруса.	4.3, 4.9, 4.11, 4.25, 4.33, 4.34, 4.37, 4.59
5	Изгиб прямого бруса.	6.3, 6.21, 6.33, 6.34, 6.36, 6.44, 6.45, 6.49, 6.58, 7.5, 7.9, 7.19
6	Теория напряженного и деформированного состояния.	
Семестр 4		
7	Гипотезы прочности.	
8	Сложное сопротивление.	10.3, 10.5, 10.6, 10.7, 10.21, 10.27, 10.29, 10.48, 10.55, 10.63, 10.67, 10.76, 10.79, 10.80, 10.82
9	Потенциальная энергия деформации и общие методы определения перемещений.	10.55, 10.57, 10.60, 10.62, 10.63
10	Статически неопределимые системы.	9.9, 9.22, 9.36, 9.37, 9.38, 9.40, 9.43
11	Расчет витых пружин.	4.49, 4.59, 4.60
12	Устойчивость равновесия деформируемых систем.	12.5, 12.11, 12.13, 12.15, 12.17,
13	Прочность при напряжениях, изменяющихся во времени.	
14	Ударная нагрузка и вызываемые ею напряжения.	14.43, 14.62, 14.67, 14.49

Шифр и содержание компетенции	Индикатор компетенции (шифр, содержание)	Номера заданий (из представленного списка)
ОПК-1. Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	ИОПК – 1.1. Знать основные методы расчетов инженерных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения	Все перечисленные
	ИОПК – 1.2. Уметь выбирать расчетные схемы; выбирать соответствующие расчетные уравнения, конструкции, материалы и конструктивные формы стержней, чтобы обеспечить соответствие показателя надежности и экономичности	Все перечисленные
	ИОПК– 1.3. Владеть методами расчетов по допускаемым напряжениям, деформациям, предельным нагрузкам и т.д.; навыками проведения испытаний материалов с целью определения механических и деформационных характеристик	Все перечисленные

Замечание 1: При проведении практических работ или выполнении лабораторных работ в формате дистанционного обучения используются платформы MS Teams, Zoom, Migo и др. (например, возможно использование компьютерного оборудования в аудиториях А-225, А-221)

Замечание 2: Сервис совместной работы Migo предполагает работу в группах, что обеспечивается наличием персональных компьютеров у участников КОМАНДЫ MS Teams или конференции Zoom.

Замечание 3: Предполагается, что в дистанционном режиме используются видеоматериалы для двух указанных лабораторных работ.

Пример содержания образовательного результата при проведении лабораторных работ в дистанционном режиме:

№	Лабораторный блок	Образовательный результат
1	В КОМАНДЕ MS Teams или на конференции Zoom с применением доски Migo проводится разделение студентов на подгруппы по 2 человека для выполнения расчетов, в том числе погрешностей измерений согласно вариантам. Демонстрация видеоматериалов для лабораторных работ.	Участники научатся соотносить цели по выполнению лабораторных работ и виды аналитики в КОМАНДЕ MS Teams или на конференции Zoom с применением доски Migo; подбирать методы исследования и формулировать исследовательскую задачу.
2	Расчет погрешностей измерений согласно вариантам с помощью электронных таблиц LibreOffice; Google – Таблиц.	Участники каждой подгруппы в КОМАНДЕ MS Teams или на конференции Zoom с применением доски Migo самостоятельно выполнят расчеты, в том числе погрешностей измерений согласно вариантам с помощью электронных таблиц LibreOffice; Google – Таблиц.
3	Организация Web-ссылки с результатами расчетов по вариантам.	Участники каждой подгруппы в КОМАНДЕ MS Teams или на конференции Zoom с применением доски Migo самостоятельно организуют Web-ссылки с результатами расчетов по вариантам, как банк больших данных.
4	Домашнее задание: используя Web-ссылки с результатами расчетов по вариантам каждый участник проводит дополнительный расчет, в том числе погрешностей измерений по данным выбранных преподавателем четырех групп.	Участники каждой подгруппы в КОМАНДЕ MS Teams или на конференции Zoom с применением доски Migo самостоятельно используют Web-ссылки с результатами расчетов, в том числе погрешностей измерений по данным выбранных преподавателем четырех групп.

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	Категории образовательных целей, критерии оценивания				
	Знание	Понимание	Применение	Творчество	
Отлично (5)	Знание	Понимание	Применение	Анализ	Синтез
	Студент согласно перечню А: - глубоко и прочно усвоил программный учебный материал; - полностью владеет понятиями аппарата; - последовательно, четко, логически строит и грамотно его излагает; - выявляет причинно-следственные связи; - находит и приводит убедительные аргументы, интегрирует знания из новых или междисциплинарных областей.	Студент согласно перечню А: - глубоко и прочно усвоил программный учебный материал; - полностью владеет понятиями аппарата; - последовательно, четко, логически строит и грамотно его излагает; - выявляет причинно-следственные связи; - находит и приводит убедительные аргументы, интегрирует знания из новых или междисциплинарных областей.	Студент согласно перечню Б: - умеет указывать теорию с практикой; - свободно справляется с задачами и вопросами, не задумываясь с ответом при выполнении заданий; - правильно обосновывает принятые решения; - владеет приемами и навыками выполнения практических задач; - применяет в работе математические методы и прикладные программы.	Студент согласно перечню С: - демонстрирует творческий подход к решению проблем; - определяет пути их решения, стимулирует и обобщает знания; - анализирует результаты и прогнозирует последствия решений; - умеет работать со справочной и научной литературой; - адекватно оценивает полученные результаты; - своевременно и правильно оформляет работу.	Оценки
Хорошо (4)	Знание	Понимание	Применение	Анализ	Синтез
	Студент согласно перечню А: - уверенно знает программный учебный материал; - достаточно уверенно владеет понятиями аппарата; - по существу и грамотно излагает материал, не допуская значительных неточностей в ответе на вопросы; - выявляет причинно-следственные связи; - понимает сущность фактов, явлений и процессов.	Студент согласно перечню А: - уверенно знает программный учебный материал; - достаточно уверенно владеет понятиями аппарата; - по существу и грамотно излагает материал, не допуская значительных неточностей в ответе на вопросы; - выявляет причинно-следственные связи; - понимает сущность фактов, явлений и процессов.	Студент согласно перечню Б: - правильно применяет теоретические положения при решении практических задач; - владеет необходимыми приемами и навыками решения типовых задач; - использует рациональные приемы решения типовых задач и вычислительную технику.	Студент согласно перечню С: - уверенно работает строго в рамках задания; - удовлетворительно работает со справочной и научной литературой; - не проявляет инициативы и творческого подхода; - допускает небольшие недоработки в содержании и оформлении.	Оценки
Удовлетворительно (3)	Знание	Понимание	Применение	Анализ	Синтез
	Студент согласно перечню А: - владеет знаниями только основного программного материала без усвоения его деталей; - достаточно уверенно владеет понятиями аппарата; - допускает неточности в ответе	Студент согласно перечню А: - владеет знаниями только основного программного материала без усвоения его деталей; - достаточно уверенно владеет понятиями аппарата; - допускает неточности в ответе	Студент согласно перечню Б: - испытывает затруднения при решении практических задач; - имеет недостаточные базовые знания гуманитарных и естественнонаучных дисциплин.	Студент согласно перечню С: - неточно и неполно интерпретирует результаты; - допускает значительное количество ошибок при оформлении;	Оценки

	на вопросы, что указывает на недостаточное понимание структуры и содержания учебного материала, нарушение логики его изложения, полноты и адекватности выводов.	ли, - имеет слабые навыки решения типовых задач; - не применяет информационные средства при проведении расчетов.	отступления от требований задания; - решает с трудом и неуверенно творческие задачи; - сдает работу с небольшим объемом.
Неудовлетворительно (2)	Студент согласно перечню А: - не знает и не владеет значительной частью программного материала без усвоения его деталей; - имеет разрозненные, бессистемные знания; - не ориентируется в материале; - не владеет понятийным аппаратом; - искажает смысл определений; - беспорядочно и неуверенно излагает ответ; - допускает существенные ошибки.	Студент согласно перечню Б: - не может выполнить самостоятельно решение практических задач или справляется с большими затруднениями; - не может доказательно обосновывать свои выводы и решения; - имеет слабые навыки решения типовых задач; - не применяет информационные средства при проведении расчетов; - допускает ошибки в расчетах.	Студент согласно перечню С: - допускает значительное количество принципиальных ошибок; - не проявляет инициативы, самостоятельности, творческих способностей; - не может самостоятельно осуществлять поиск новых знаний; - сдает работу несвоевременно.

Оценка "Зачтено" выставляется студенту, если согласно представленной выше таблице студент демонстрирует знания, умения и навыки в соответствии с оценками «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично».

Оценка "Не зачтено" выставляется студенту, если согласно представленной выше таблице студент демонстрирует знания, умения и навыки в соответствии с оценкой «неудовлетворительно».

3 Методические материалы⁷

1.1 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 обучающимися простых действий по запоминанию и воспроизведению изученного материала. Общая черта данной категории – припоминание обучающимися 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 связь между идеями, фактами, определениями или ценностями.

Категория **Применение** предполагает использование обучающимися 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 обучающимися нестандартных ответов и поиск решений.

Категория **Анализ** подразумевает выполнение обучающимися сложных действий (деятельности), характеризующих комплексные умения проводить различия между фактами и предположениями, формулировать задачи на основе анализа ситуации. Студент должен быть способен раскладывать 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, приводить к определенным умоза-

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

лючениям. 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 обучаемого для творческого решения проблемы.

Категория **Оценки (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 контро- ли	Категория образовательных целей, формы контроля					
	Знание	Понимание	Применение	Анализ	Синтез	Оценка
Текущий кон- троль				Творчество		
	Тестовые задания по лекционному материалу.		Оценочные материа- лы для выполнения и защиты расчетно- графической работы	Контрольные задания для курсовой работы (проекта)		
	Тестовые задания по лабораторным и прак- тическим занятиям.		Оценочные материалы для индивидуальных (группо- вых) творческих работ.			
	Вопросы для собеседо- вания.		Оценочные материалы для творческих работ для групповых форм обу-			

Итоговый контроль по дисциплине	Вопросы для контроля работ	Контрольные задания (задачи) для практических работ и лабораторных	Прочие виды контрольных заданий на анализ, синтез, оценку
	Вопросы для самостоятельной работы	Контрольные задачи для самостоятельной (домашней) работы	
Итоговый контроль по дисциплине	Вопросы для экзамена или зачета по дисциплине	Контрольные задания (задачи) для экзамена или зачета	Прочие виды контрольных заданий на анализ, синтез, оценку (для защиты КР, КП, экзамена или зачета)
	Вопросы для защиты курсовой работы (проекта)		

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 ПЯТУ 02.02.05 – 2016.