

**ЧАСТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СТАВРОПОЛЬСКИЙ МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ»**

УТВЕРЖДАЮ

Директор

\_\_\_\_\_ Н.В. Кандаурова

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026 г.

**КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Техническая механика»**

программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ) по  
специальностям:

08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

Ставрополь, 2026

*сведения о сертификате ЭЦ*

Владелец: Кандаурова Наталья  
Владимировна, директор  
Сертификат:  
0298d2a100a6b37d85433743564d5a7918  
Действителен: с 01.12.2025 12:39:11 по  
01.03.2027 12:49:11

Комплект оценочных материалов разработан на основе требований федерального государственного образовательного стандарта (далее ФГОС СПО) и Приказа Минпросвещения России от 25.06.2024 № 442 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений», с учетом профессиональной направленности программ среднего профессионального образования.

КОМ является фондом оценочных материалов (далее – ФОМ) по учебной дисциплине Техническая механика

КОМ составлен с учетом профиля подготовки и является частью ФОМ программы подготовки специалистов среднего звена (далее ППССЗ) по специальности СПО

08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

## **Разработчики**

Частное образовательное учреждение профессионального образования  
«Ставропольский многопрофильный колледж»

Воробьева Л.В., преподаватель кафедры Строительства и дизайна

## **РАССМОТРЕНО**

на заседании кафедры «Строительства и дизайна»

Протокол №10 от «13» мая 2026 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	3
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	6
3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ В ФОРМЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ	8
4. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ В ФОРМЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	27

# 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1.1 Область применения ФОМ дисциплины

Фонд оценочных материалов текущего контроля и промежуточной аттестации предназначен для объективной оценки уровня сформированности компетенций в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине Техническая механика.

## 1.2 Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина Техническая механика относится к дисциплинам общепрофессионального цикла раздела профессиональной подготовки.

## 1.3 Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке

Код компетенции	Формулировка компетенции	Знания, умения	Формы и методы контроля и оценки
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	<b>Умения:</b>	Практические задания
		распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части (У-1)	
		определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы (У-2)	
		выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы (У-3)	
		владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах (У-4)	
		оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника) (У-5)	Собеседование
		<b>Знания:</b>	
		актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить (З-1)	
		структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях (З-2)	
		основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте (З-3)	

		методы работы в профессиональной и смежных сферах	
		порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности (З-4)	
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	<b>Умения:</b>	Практические задания
		определять задачи для поиска информации (У-6)	
		определять необходимые источники информации (У-7)	
		планировать процесс поиска (У-8)	
		структурировать получаемую информацию (У-9)	
		выделять наиболее значимое в перечне информации (У-10)	
		оценивать практическую значимость результатов поиска (У-11)	
		оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач (У-12)	
		использовать современное программное обеспечение (У-13)	Собеседование
		использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач (У-14)	
		<b>Знания:</b>	
		номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности (З-5)	
		приемы структурирования информации (З-6)	
		формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации (З-7)	
порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств (З-8)			
ПК 1.1	Выбирать типовые конструктивные решения строительных конструкций зданий	<b>Навыки:</b>	Практические задания
		оценки применимости типовых архитектурных узлов и деталей конструктивных элементов зданий (Н-1)	
		обеспечения соблюдения норм законодательства Российской Федерации и иных нормативных актов, а также стандартов выполнения работ и применяемых материалов при проектировании объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений, подборе строительных конструкций и материалов (Н-2)	
		<b>Умения:</b>	
		читать чертежи графической части рабочей и проектной документации (У-15)	
		осуществлять сбор, обработку и анализ данных об объективных условиях района застройки, включая климатические и инженерно-геологические условия участка застройки (У-16)	
проводить расчет технико-экономических показателей объемно-планировочных решений объекта капитального строительства (У-17)			

	<p>определять глубину заложения фундамента (У-18)</p> <p>выполнять теплотехнический расчет ограждающих конструкций (У-19)</p> <p>подбирать строительные конструкции для разработки архитектурно-строительных чертежей (У-20)</p> <p>под строительство объекта капитального строительства оформлять текстовые материалы по разработанным объемно-планировочным и конструктивным решениям, включая описания и обоснования объемно-пространственных и конструктивных решений (У-21)</p>	
	<p><b>Знания:</b></p> <p>профессиональная строительная терминология (З-9)</p> <p>требования законодательства Российской Федерации и иных нормативных правовых актов, нормативных технических и нормативных методических документов по архитектурно-строительному проектированию, включая технические регламенты, национальные стандарты и своды правил, санитарные нормы и правила (З-10)</p> <p>требования законодательства Российской Федерации в сфере проектирования, градостроительной и архитектурной деятельности, в том числе в части соответствия принимаемых архитектурных и проектных решений требованиям законодательства Российской Федерации к обеспечению беспрепятственного доступа инвалидов к объектам планировки и застройки населенных пунктов (З-11)</p> <p>требования международных нормативных технических документов по архитектурно-строительному проектированию и особенности их применения (З-12)</p> <p>требования законодательства Российской Федерации и иных нормативных правовых актов, нормативных методических документов к составу, содержанию и оформлению разделов проектной документации (З-13)</p> <p>основы проектирования конструктивных решений объекта капитального строительства (З-14)</p> <p>основные строительные материалы, изделия и конструкции, их технические, технологические, эстетические и эксплуатационные характеристики, в том числе применяемых при электрозащите, тепло- и звукоизоляции, огнезащите, при создании решений для влажных и мокрых помещений, антивандальной защиты (З-15)</p> <p>конструктивные системы зданий (З-16)</p> <p>основные узлы сопряжений конструкций зданий (З-17)</p> <p>методики проведения технико-экономических расчетов проектных решений (З-18)</p>	Собеседовани е

		Состав технико-экономических показателей, учитываемых при проведении технико-экономических расчетов проектных решений (З-19)		
		оформление текстовых материалов архитектурно-строительного раздела проектной документации (З-20)		
ПК 1.2	Выполнять стандартные ( типовые) расчёты строительных конструкций	<b>Навыки:</b>	Практические задания	
		выполнения типовых расчетов по проектированию строительных конструкций, оснований (Н-3)		
		разработки и чтения чертежей типовых строительных конструкций (Н-4)		
		составления и оформления спецификаций типовых строительных конструкций (Н-5)		
		<b>Умения:</b>		
		читать чертежи графической части рабочей и проектной документации (У-22)		
		выполнять расчеты нагрузок, действующих на конструкции (У-23)		
		строить расчетную схему конструкции по конструктивной схеме (У-24)		
		выполнять статический расчет (У-25)		
		проверять несущую способность конструкций (У-26)		
		подбирать сечение элемента от приложенных нагрузок (У-27)		
		выполнять расчеты соединений элементов конструкции (У-28)		
		<b>Знания:</b>		Собеседование
		профессиональная строительная терминология (З-21)		
		система стандартизации и технического регулирования в строительстве (З-22)		
основы расчета конструктивных решений на основные воздействия и нагрузки (З-23)				
методы автоматизированного проектирования (З-24)				
основные программные комплексы проектирования, проведения расчетов (З-25)				

#### 1.4 Перечень общих и профессиональных компетенций

**В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:**

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ПК 1.1 Выбирать типовые конструктивные решения строительных конструкций зданий

ПК 1.2 Выполнять стандартные ( типовые ) расчёты строительных конструкций

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 2.1 Структура и распределение результатов освоения дисциплины и методов контроля

Контролируемые (разделы) темы дисциплины (в соответствии с программой)	Код оцениваемой компетенции	Освоенные умения	Усвоенные знания	Форма контроля (текущий контроль / промежуточная аттестация)	Наименование элемента оценочного средства (методы контроля)
Центр тяжести тела	ОК 01, ОК 02	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14	З-1, З-2, З-3, З-4, З-5, З-6, З-7, З-8	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Пространственная система сил	ОК 01, ОК 02	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14	З-1, З-2, З-3, З-4, З-5, З-6, З-7, З-8	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Пара сил	ОК 01, ОК 02	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14	З-1, З-2, З-3, З-4, З-5, З-6, З-7, З-8	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Плоская система сходящихся сил	ОК 01, ОК 02	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14	З-1, З-2, З-3, З-4, З-5, З-6, З-7, З-8	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Аксиомы статики	ОК 01, ОК 02	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14	З-1, З-2, З-3, З-4, З-5, З-6, З-7, З-8	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Статически определимые плоские	ОК 01, ОК 02	У-1, У-2, У-3, У-4,	З-1, З-2, З-3, З-4, З-5,	Текущий контроль	собеседование; практические

фермы		У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14	3-6, 3-7, 3-8		задания;
Трехшарнирные арки	ОК 01, ОК 02	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Статически определяемые плоские рамы	ОК 01, ОК 02	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Растяжение и сжатие	ОК 01, ОК 02	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Основные положения. Упругие и пластические деформации	ОК 01, ОК 02	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Твердость и прочность	ОК 01, ОК 02	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Устойчивость сжатых систем	ОК 01, ОК 02	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Сочетание основных деформаций	ОК 01, ОК 02	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6,	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-	Текущий контроль	собеседование; практические задания;

		У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14	8		
Геометрические характеристики сечений	ОК 01, ОК 02	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Срез и смятие	ОК 01, ОК 02	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Механические испытания	ОК 01, ОК 02	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Растяжение	ОК 01, ОК 02	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Кручение	ОК 01, ОК 02	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Поперечные деформации	ОК 01, ОК 02	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Построение проекций векторов. Нахождение равнодействующей плоской системы сил	ОК 01, ОК 02, ПК 1.1, ПК 1.2	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8,	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8, 3-9, 3-10,	Текущий контроль	собеседование; практические задания;

		У-9, У-11, У-12, У-13, У-14, У-15, У-16, У-17, У-18, У-19, У-20, У-21, У-22, У-23, У-24, У-25, У-26, У-27, У-28	З-11, З-12, З-13, З-14, З-15, З-16, З-17, З-18, З-19, З-20, З-21, З-22, З-23, З-24, З-25		
Определение усилий в стержнях стержневой конструкции	ОК 01, ОК 02, ПК 1.1, ПК 1.2	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14, У-15, У-16, У-17, У-18, У-19, У-20, У-21, У-22, У-23, У-24, У-25, У-26, У-27, У-28	З-1, З-2, З-3, З-4, З-5, З-6, З-7, З-8, З-9, З-10, З-11, З-12, З-13, З-14, З-15, З-16, З-17, З-18, З-19, З-20, З-21, З-22, З-23, З-24, З-25	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Определение опорных реакций опор в балках на двух опорах	ОК 01, ОК 02, ПК 1.1, ПК 1.2	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14, У-15, У-16, У-17, У-18, У-19, У-20, У-21, У-22, У-23, У-24, У-25, У-26, У-27, У-28	З-1, З-2, З-3, З-4, З-5, З-6, З-7, З-8, З-9, З-10, З-11, З-12, З-13, З-14, З-15, З-16, З-17, З-18, З-19, З-20, З-21, З-22, З-23, З-24, З-25	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Определение опорных реакций в консольных балках	ОК 01, ОК 02, ПК 1.1, ПК 1.2	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14, У-15, У-16, У-17, У-18, У-19, У-20, У-21, У-22, У-23, У-24, У-25,	З-1, З-2, З-3, З-4, З-5, З-6, З-7, З-8, З-9, З-10, З-11, З-12, З-13, З-14, З-15, З-16, З-17, З-18, З-19, З-20, З-21, З-22, З-23, З-24, З-25	Текущий контроль	собеседование; практические задания;

		У-26, У-27, У-28			
Определение продольной силы и нормального напряжения, построение эпюр	ОК 01, ОК 02, ПК 1.1, ПК 1.2	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14, У-15, У-16, У-17, У-18, У-19, У-20, У-21, У-22, У-23, У-24, У-25, У-26, У-27, У-28	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8, 3-9, 3-10, 3-11, 3-12, 3-13, 3-14, 3-15, 3-16, 3-17, 3-18, 3-19, 3-20, 3-21, 3-22, 3-23, 3-24, 3-25	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Определение продольного удлинения	ОК 01, ОК 02, ПК 1.1, ПК 1.2	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14, У-15, У-16, У-17, У-18, У-19, У-20, У-21, У-22, У-23, У-24, У-25, У-26, У-27, У-28	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8, 3-9, 3-10, 3-11, 3-12, 3-13, 3-14, 3-15, 3-16, 3-17, 3-18, 3-19, 3-20, 3-21, 3-22, 3-23, 3-24, 3-25	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Расчет поперечных сил и изгибающих моментов, построение эпюр	ОК 01, ОК 02, ПК 1.1, ПК 1.2	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13, У-14, У-15, У-16, У-17, У-18, У-19, У-20, У-21, У-22, У-23, У-24, У-25, У-26, У-27, У-28	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8, 3-9, 3-10, 3-11, 3-12, 3-13, 3-14, 3-15, 3-16, 3-17, 3-18, 3-19, 3-20, 3-21, 3-22, 3-23, 3-24, 3-25	Текущий контроль	собеседование; практические задания;
Расчет статически определяемых плоских	ОК 01, ОК 02, ПК 1.1, ПК 1.2	У-1, У-2, У-3, У-4, У-5, У-6, У-7, У-8, У-9, У-11, У-12, У-13,	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8, 3-9, 3-10, 3-11, 3-12, 3-13, 3-14,	Текущий контроль	собеседование; практические задания;

		У-14, У-15, У-16, У-17, У-18, У-19, У-20, У-21, У-22, У-23, У-24, У-25, У-26, У-27, У-28	3-15, 3-16, 3-17, 3-18, 3-19, 3-20, 3-21, 3-22, 3-23, 3-24, 3-25		
Экзамен	ОК 01, ОК 02, ПК 1.1, ПК 1.2	У-1 – У-28	3-1-3-25	Промежуточн ая аттестация	Вопросы к экзамену

### **3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ В ФОРМЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

#### **3.1 Вопросы для устного опроса по дисциплине**

1. Сформулируйте аксиому о равенстве действия и противодействия. Приведите пример из техники, где эта аксиома проявляется.

2. Что такое «связь» и «реакция связи»? Назовите 4 основных типа связей и укажите направление их реакций (гладкая поверхность, шарнирно-неподвижная опора, шарнирно-подвижная опора, жесткая заделка).

3. Как формулируется первое условие равновесия (необходимое и достаточное условие для произвольной плоской системы сил)? Запишите три уравнения равновесия для плоской системы сил.

4. Объясните разницу между центральным и нецентральным ударом (на примере двух шаров или твердых тел).

5. Что такое «момент силы относительно точки» и «момент силы относительно оси»? В каком случае момент силы относительно оси равен нулю?

6. Сформулируйте теорему о движении центра масс механической системы. При каком условии центр масс системы движется равномерно и прямолинейно?

7. Дайте определение «ускорению Кориолиса». В каком случае оно возникает и как направлено?

8. Запишите основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси. Объясните физический смысл момента инерции.

9. Что такое «принцип Даламбера» и для чего он применяется в технической механике? Запишите уравнение кинестатики для материальной точки.

10. Нарисуйте расчетную схему «балка на двух опорах» с сосредоточенной силой посередине. Куда направлены реакции опор? Сколько неизвестных реакций в этой системе?

11. Перечислите основные виды деформаций (растяжение, сжатие, сдвиг, кручение, изгиб). Приведите по одному реальному примеру из техники на каждый вид деформации.

12. Сформулируйте закон Гука при растяжении/сжатии стержня. Запишите формулу и объясните физический смысл модуля продольной упругости (модуля Юнга).

13. Что такое «допускаемое напряжение» и «запас прочности»? Почему в технике всегда делают запас прочности ( $n > 1$ )?

14. Напишите условие прочности при растяжении/сжатии (по нормальным напряжениям). Как найти опасное сечение стержня, если площадь сечения постоянна, а силы приложены в нескольких точках?

15. Объясните разницу между пределом текучести и пределом прочности (временным сопротивлением). Какой из этих параметров используется для хрупких материалов (чугун, керамика)?

16. Что такое «изгибающий момент» и «поперечная сила»? Как они связаны с распределенной нагрузкой (дифференциальная зависимость Журавского)?

17. Начертите эпюры крутящих моментов для вала с двумя шкивами (ведущий шкив посередине, ведомые по краям). Где будет максимальное касательное напряжение?

18. Сформулируйте гипотезы (теории) прочности. Для чего нужна IV теория прочности (энергетическая) и когда она применяется?

19. Что такое «усталость материалов» и «предел выносливости»? Назовите три основных фактора, снижающих предел выносливости детали.

20. Объясните, почему при проектировании балки на изгиб чаще всего выбирают двутавровое сечение, а не прямоугольное или круглое той же площади.

### **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если дан правильный и полный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если дан правильный, но не достаточно полный и логичный ответ на вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если дан частично правильный ответ на вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не дан правильный ответ на вопросы.

## **3.2 Комплект заданий**

### **Решение практических заданий**

#### **Практическое задание №1.**

Балка длиной 6 м лежит на двух опорах (шарнирно-подвижная слева, шарнирно-неподвижная справа). Посередине балки приложена вертикальная сила  $F = 12$  кН. Найдите реакции опор. Выполнить проверку, используя аксиому о равенстве действия и противодействия.

#### **Практическое задание №2.**

Даны три схемы:

Гладкая горизонтальная поверхность с телом весом  $G = 100$  Н.

Тело на шарнирно-неподвижной опоре с горизонтальной силой 50 Н.

Балка в жесткой заделке с моментом  $M = 20$  Н·м на конце.

Для каждой схемы необходимо нарисовать все реакции связей с указанием направления и величины (если можно вычислить).

#### **Практическое задание №3.**

На балку действуют: вертикальная сила  $F = 10$  кН в точке А, распределенная нагрузка  $q = 4$  кН/м на участке 2 м, и момент  $M = 8$  кН·м в точке С.

Необходимо записать три уравнения равновесия ( $\Sigma F_x = 0$ ,  $\Sigma F_y = 0$ ,  $\Sigma M = 0$ ).

Найти неизвестные реакции (схема выдается преподавателем).

#### **Практическое задание №4.**

Дана пространственная конструкция: сила  $F = 200$  Н приложена в точке А(2, 3, 0) направлена вдоль оси Y. Точка О — начало координат. Ось вращения

проходит через точки  $B(0,0,0)$  и  $C(0,0,5)$ . Необходимо вычислить момент силы относительно точки  $O$  и момент силы относительно оси  $BC$ . Определить, в каком случае момент равен нулю.

**Практическое задание №5.**

Два груза массами  $m_1 = 2$  кг и  $m_2 = 3$  кг соединены невесомым стержнем длиной 1 м. Система движется под действием внешней силы  $F = 10$  Н, приложенной к первому грузу горизонтально. Найдите ускорение центра масс системы. Где находится центр масс через 2 секунды, если начальная скорость системы была равна нулю?

**Практическое задание №6.**

Диск вращается с угловой скоростью  $\omega = 5$  рад/с. По радиусу диска движется точка со скоростью  $v_{\text{отн}} = 2$  м/с (от центра к краю). Определите величину и направление ускорения Кориолиса (использовать правило Жуковского). Нарисовать векторы.

**Практическое задание №7.**

Маховик с моментом инерции  $I = 50$  кг·м<sup>2</sup> вращается под действием постоянного момента сил  $M = 200$  Н·м. Начальная угловая скорость  $\omega_0 = 0$ . Найдите угловое ускорение  $\varepsilon$ . Через какое время угловая скорость достигнет 40 рад/с? Какую работу совершат силы за это время?

**Практическое задание №8.**

Лифт массой 500 кг движется вверх с ускорением  $a = 2$  м/с<sup>2</sup>. Определите силу натяжения троса, используя принцип Даламбера (ввести силу инерции). Сравнить с весом лифта в покое. Нарисовать расчетную схему со всеми силами (сила тяжести, натяжение, сила инерции).

**Практическое задание №9.**

Балка длиной 8 м. На расстоянии 2 м от левой опоры приложена сила  $F_1 = 15$  кН вниз, на расстоянии 6 м от левой опоры — сила  $F_2 = 10$  кН вниз. Определите реакции опор. Проверить равенство суммы сил и суммы моментов. Построить эпюру изгибающих моментов (качественно).

**Практическое задание №10.**

Три одинаковых шара массой по 1 кг соединены невесомыми стержнями в треугольник. К одному шару приложена внешняя сила 6 Н, к другому — 4 Н под углом 90° друг к другу. Найдите вектор ускорения центра масс (величину и направление). Начертить положение системы и вектор внешних сил.

**Практическое задание №11.**

Даны 5 схематичных рисунков (растянутый стержень, сжимаемая колонна, срезанная заклепка, скручиваемый вал, изгибаемая балка). Необходимо под

каждым рисунком подписать вид деформации. Для каждого случая привести реальный технический пример (по одному).

**Практическое задание №12.**

Стальной стержень ( $E = 2 \cdot 10^5$  МПа) длиной  $L = 2$  м, площадью сечения  $A = 200$  мм<sup>2</sup> растягивается силой  $F = 40$  кН. Найдите абсолютное удлинение  $\Delta l$  и относительное удлинение  $\epsilon$ . Проверить, выполняется ли закон Гука ( $\sigma \leq \sigma_{\text{пц}}$ , если  $\sigma_{\text{пц}} = 200$  МПа).

**Практическое задание №13.**

Тяга из стали (допускаемое напряжение  $[\sigma] = 160$  МПа) растягивается силой  $F = 120$  кН. Определите требуемую площадь поперечного сечения  $A_{\text{треб}}$ . Подобрать круглое сечение (диаметр  $d$ ), квадратное (сторона  $a$ ) и прямоугольное ( $2b \times b$ ). Перечислить преимущества и недостатки каждой формы.

**Практическое задание №14.**

Две стальные пластины соединены одной заклепкой диаметром  $d = 12$  мм. Сила, растягивающая соединение,  $F = 15$  кН. Допускаемое напряжение на срез  $[\tau] = 100$  МПа. Проверьте прочность заклепки на срез. Если прочность не обеспечена, найдите минимально допустимый диаметр заклепки.

**Практическое задание №15.**

Балка длиной 4 м закреплена левым концом (жесткая заделка). На правом конце приложена сила  $F = 8$  кН вниз. Постройте эпюры поперечных сил  $Q(x)$  и изгибающих моментов  $M(x)$ . Найдите максимальный изгибающий момент и положение опасного сечения.

**Практическое задание №16.**

Сплошной стальной вал диаметром  $d = 40$  мм передает мощность  $P = 15$  кВт при частоте вращения  $n = 300$  об/мин. Найдите крутящий момент  $M_{\text{кр}}$ . Вычислить максимальные касательные напряжения  $\tau_{\text{max}}$ . Если  $[\tau] = 40$  МПа, проверить прочность. При невыполнении — подобрать новый диаметр.

**Практическое задание №17.**

Балка пролетом 6 м на двух опорах нагружена равномерно распределенной нагрузкой  $q = 12$  кН/м. Выбрать двутавр из сортамента по условию прочности ( $[\sigma] = 210$  МПа). Определите максимальный изгибающий момент, требуемый момент сопротивления  $W_{\text{треб}}$ , подобрать номер двутавра по ГОСТ 8239-89. Выписать размеры и вес балки.

**Практическое задание №18.**

В опасной точке детали действуют:  $\sigma_x = 120$  МПа,  $\sigma_y = 40$  МПа,  $\tau_{xy} = 30$  МПа. Вычислите эквивалентное напряжение по IV теории прочности. Сравнить с допускаемым  $[\sigma] = 150$  МПа. Сделать вывод.

### Практическое задание №19.

При испытании образцов стали на усталость получены данные:

$\sigma_{\max}$ (МПа)	300	280	260	240	220	200
$N_{\text{циклов}}$ до разрушения (тыс.)	10	25	70	200	800	$>10^7$

Постройте кривую усталости (диаграмму Велера). Определить предел выносливости  $\sigma_{-1}$ . Объяснить, почему для стали существует база испытаний  $10^7$  циклов.

### Практическое задание №20.

Даны два сечения одинаковой площади  $A = 40 \text{ см}^2$ :

Прямоугольник  $5 \times 8 \text{ см}$ .

Двутавр № 20 (сортамент — I20,  $W \approx 184 \text{ см}^3$ ,  $A \approx 26,8 \text{ см}^2$  — взять реальный или подобрать условный).

Рассчитайте момент сопротивления  $W_{\text{пр}}$  для прямоугольника.

Сравните с  $W_{\text{двутавра}}$ .

Вычислите, какой выигрыш в прочности (во сколько раз) дает двутавровое сечение.

Начертите оба сечения в масштабе и подписать нейтральную линию.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если задание выполнено правильно, объяснение выполнения подробное, последовательное, грамотное, с теоретическими обоснованиями, ответы на дополнительные вопросы верные, чёткие.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если задание выполнено правильно, объяснение порядка выполнения подробное, но недостаточно логичное, с единичными ошибками в деталях, некоторыми затруднениями в теоретическом обосновании, ответы на дополнительные вопросы верные, но недостаточно чёткие.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено правильно, объяснение порядка недостаточно полное, непоследовательное, с ошибками, слабым теоретическим обоснованием, ответы на дополнительные вопросы недостаточно четкие, с ошибками в деталях.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено неправильно, объяснение порядка дано неполное, непоследовательное, с грубыми ошибками, без теоретического обоснования, ответы на дополнительные вопросы неправильные (отсутствуют).

### 3.3. Комплект тестовых заданий

Выберите правильный ответ (тип ответа - одиночный)

**1. Аксиома о равенстве действия и противодействия утверждает, что:**

- А) Действие всегда больше противодействия
- Б) Действие и противодействие равны по модулю и направлены противоположно
- В) Действие и противодействие приложены к одному телу и равны
- Г) Противодействие всегда равно нулю в состоянии покоя

**2. Какая из перечисленных опор НЕ создает момента реакции?**

- А) Жесткая заделка
- Б) Шарнирно-неподвижная опора
- В) Шарнирно-подвижная опора
- Г) Ни одна из перечисленных

**3. Сколько независимых уравнений равновесия можно записать для произвольной плоской системы сил?**

- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 6

**4. Момент силы относительно оси равен нулю, если:**

- А) Линия действия силы параллельна оси
- Б) Сила приложена к любой точке на оси
- В) Линия действия силы пересекает ось или параллельна ей
- Г) Сила перпендикулярна оси

**5. Ускорение Кориолиса возникает при:**

- А) Прямолинейном равномерном движении
- Б) Вращении переносного движения при относительном движении точки
- В) Равномерном вращательном движении без относительной скорости
- Г) Только при свободном падении

**6. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела имеет вид:**

- А)  $F = ma$
- Б)  $M = I \cdot \varepsilon$
- В)  $A = F \cdot s$
- Г)  $p = mv$

**7. Принцип Даламбера для материальной точки записывается как:**

- А)  $F + N = 0$
- Б)  $F + \Phi = 0$
- В)  $ma = F$
- Г)  $F = dp/dt$

**8. Для балки на двух опорах с сосредоточенной силой посередине, реакция каждой опоры равна:**

- А)  $F/2$
- Б)  $F$
- В)  $2F$
- Г)  $0$

**9. Центр масс механической системы движется как материальная точка, масса которой равна массе всей системы, если:**

- А) Система находится в покое
- Б) Все внешние силы приложены к центру масс
- В) Система замкнута (нет внешних сил)
- Г) Система вращается равномерно

**10. Кориолисово ускорение определяется по правилу:**

- А) Буравчика
- Б) Жуковского (проекция относительной скорости на плоскость, перпендикулярную оси переносного вращения)
- В) Ленца
- Г) Правой руки для тока

**11. Какой вид деформации возникает в заклепке при соединении двух листов, если сила направлена перпендикулярно оси заклепки?**

- А) Растяжение
- Б) Сжатие
- В) Сдвиг (срез)
- Г) Кручение

**12. Закон Гука при растяжении/сжатии записывается формулой:**

- А)  $\sigma = E \cdot \varepsilon$
- Б)  $\tau = G \cdot \gamma$
- В)  $F = k \cdot x$
- Г)  $\Delta l = (F \cdot l) / (E \cdot A)$

**13. Запас прочности  $n$  вычисляется как:**

- А)  $n = \sigma_{\text{доп}} / \sigma_{\text{пред}}$

- Б)  $n = \sigma_{\text{пред}} / \sigma_{\text{доп}}$
- В)  $n = \sigma_{\text{пред}} \cdot \sigma_{\text{доп}}$
- Г)  $n = E / \sigma_{\text{пред}}$

**14. Условие прочности при растяжении/сжатии (нормальные напряжения):**

- А)  $\tau \leq [\tau]$
- Б)  $\sigma \leq [\sigma]$
- В)  $\varepsilon \leq [\varepsilon]$
- Г)  $\Delta l \leq [\Delta l]$

**15. Для хрупких материалов (например, чугун) при расчете на прочность за предельное напряжение принимают:**

- А) Предел текучести  $\sigma_{\text{т}}$
- Б) Предел прочности  $\sigma_{\text{в}}$  (временное сопротивление)
- В) Предел выносливости  $\sigma_{-1}$
- Г) Модуль упругости  $E$

**16. Дифференциальная зависимость Журавского связывает:**

- А) Напряжение и деформацию
- Б) Изгибающий момент  $M$  и поперечную силу  $Q$  ( $dM/dx = Q$ )
- В) Крутящий момент и угол закручивания
- Г) Продольную силу и перемещение

**17. На валу с двумя шкивами (ведущий посередине, ведомые по краям) максимальный крутящий момент будет:**

- А) На участке между ведущим и левым ведомым шкивом
- Б) На участке между ведущим и правым ведомым шкивом
- В) На участке от ведущего до любого из ведомых (одинаков)
- Г) На участке после правого ведомого шкива

**18. Для расчета на прочность по IV (энергетической) теории прочности сравнивают:**

- А) Максимальное нормальное напряжение с допускаемым
- Б) Максимальное касательное напряжение с допускаемым
- В) Удельную потенциальную энергию формоизменения с допускаемой
- Г) Деформацию с допускаемой деформацией

**19. Что такое предел выносливости  $\sigma_{-1}$ ?**

- А) Напряжение, при котором образец разрушается после одного цикла нагружения
- Б) Максимальное напряжение, которое материал выдерживает неограниченное число циклов (база испытаний)

- В) Предел текучести при знакопеременной нагрузке  
 Г) Отношение предела прочности к запасу прочности

**20. Почему для балки на изгиб выгоднее двутавровое сечение, чем прямоугольное той же площади?**

- А) Двутавр легче изготовить  
 Б) Момент сопротивления  $W$  двутавра значительно больше, чем у прямоугольника при той же площади  
 В) Двутавр лучше работает на сжатие  
 Г) Двутавр дешевле

**Ключи ответов**

1-б	11-в
2-в	12-а
3-в	13-б
4-в	14-б
5-б	15-б
6-б	16-б
7-б	17-в
8-а	18-в
9-в	19-б
10-б	20-б

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если тестовые задания выполнены правильно на 80-100%.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если тестовые задания выполнены правильно на 60-80%.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если тестовые задания выполнены правильно на 40-60%.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если тестовые задания выполнены правильно менее чем на 40%.

**4. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ В ФОРМЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

**4.1. Типовые вопросы к промежуточной аттестации (экзамену):**

1. Вектор силы. Проекция вектора. равнодействующая сила.
2. Аксиомы статики.

3. Главный вектор силы и главный момент силы.
4. Правило знаков для поперечных сил.
5. Правило знаков для изгибающих моментов.
6. Последовательность построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.
7. Условие прочности при изгибе.
8. Условие жесткости при изгибе.
9. Правило знаков для поперечных сил для двухопорных балках.
10. Правило знаков для изгибающих моментов для двухопорных балок.
11. Последовательность построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов в двухопорных балках.
12. Условие прочности при изгибе.
13. Условие жесткости при изгибе.
14. Явление потери устойчивости.
15. Опасность потери устойчивости.
16. Причины потери устойчивости.
17. Что понимается под устойчивым и неустойчивым равновесием?
18. Какую нормальную силу называют положительной? Отрицательной?
19. Как определяются опорные реакции в статически определимых рамах?
20. Признаки равновесия узла рамы?
21. Система уравнений равновесия для расчета статически определимых стержневых систем. Ее особенности в случае геометрической изменяемости системы.
22. Охарактеризуйте предпосылки, на которых построено определение перемещений в стержневых системах?
23. Какие перемещения определяются для балок при действии нагрузки?
24. Что называют обобщенной силой и обобщенным перемещением?
25. Что понимается под возможным (виртуальным) перемещением?
26. Теорема о взаимности перемещений.
27. Как записывается интеграл Мора?
28. Опишите порядок определения перемещений по Мору?
29. Как определяются перемещения по правилу Верещагина?
30. Степень статической неопределимости системы? Как определяется степень статической неопределимости?
31. Какие методы могут быть использованы для расчета статически неопределимых балок?
32. Объясните, как, используя условия прочности по нормальным напряжениям, подбираются балки из ГОСТа?
33. Какую балку мы называем неразрезной? Как определить степень статической неопределимости неразрезной балки?
34. Определение изгибающих моментов, поперечных сил и опорных реакций в неразрезных балках.

35. Сущность метода перемещений. Определение числа неизвестных метода перемещений.

36. Метод перемещений. Степень кинематической неопределимости. Основная система метода перемещений. Лишние неизвестные. Условие эквивалентности исходной задачи и основной системы.

37. В чем суть (основная идея) метода конечных элементов?

38. Перечислите основные современные численные методы расчета конструкций.

39. Дайте определение о свойстве материалов, называемого ползучестью.

40. Дайте определение предела ползучести.

41. Установившаяся и неуставившаяся ползучесть.

42. Поясните, что такое упругое последствие.

43. Поясните понятие наследственной теории ползучести.

44. Какие виды разрушения и типы трещин вы знаете?

45. Приведите примеры объемных дефектов в структуре материала.

46. Как определяется теоретическая прочность материала?

47. Какая принципиальная разница между коэффициентом интенсивности напряжения и коэффициентом вязкости разрушения?

48. Как определяется коэффициент вязкости разрушения?

49. Каков принцип расчета на прочность материалов с трещиной?

### **Критерии оценивания:**

Оценка «отлично» - уровень освоения обучающимся учебного материала достаточно высок, обучающийся умеет использовать теоретические знания при выполнении практических задач с практикой, подтверждает сформированность общих и профессиональных компетенций;

Оценка «хорошо» - обучающийся полно освоил учебный материал, владеет понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет знания для решения практических задач, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности;

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся знает и понимает основные положения учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения практических задач не умеет доказательно обосновать свои суждения;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажает их смысл, беспорядочно и

неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач.

## 4.2 Экзаменационные билеты

### Экзаменационный билет №1.

1. Явление потери устойчивости.
2. Метод перемещений. Степень кинематической неопределимости.

Основная система метода перемещений. Лишние неизвестные. Условие эквивалентности исходной задачи и основной системы.

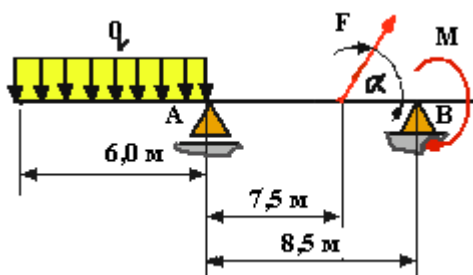
3. Практическое задание.

Дано  $F_1 = 4 \text{ Н}$ ,  $\alpha = 90^\circ$ ,  $F_2 = 6 \text{ Н}$ ,  $\alpha_2 = 200^\circ$ ,  $F_3 = 3 \text{ Н}$ ,  $\alpha_3 = 70^\circ$ . Графически определить равнодействующую, выбрав масштаб сил –  $\mu_F = 0.1 \text{ Н/мм}$ .

### Экзаменационный билет №2.

1. Аксиомы статики.
2. Как определяются перемещения по правилу Верещагина?
3. Практическое задание.

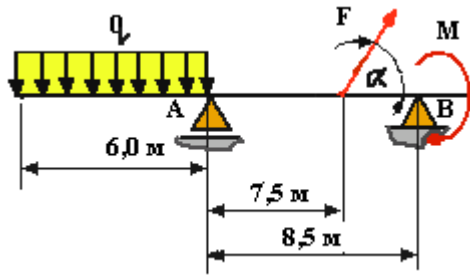
Дано  $q = 5 \text{ Н/м}$ ,  $F = 25 \text{ Н}$ ,  $M = 2 \text{ Н*м}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ . Определить реакции опор:



### Экзаменационный билет №3.

1. Условие прочности при изгибе.
2. Поясните понятие наследственной теории ползучести.
3. Практическое задание.

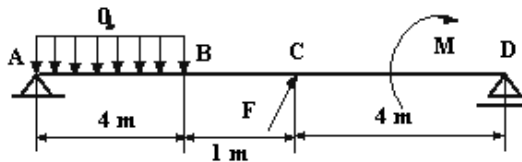
Дано  $q = 3 \text{ Н/м}$ ,  $F = 5 \text{ Н}$ ,  $M = 2 \text{ Н*м}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ . Определить реакции опор:



**Экзаменационный билет №4.**

1. Правило знаков для поперечных сил.
2. Что называют обобщенной силой и обобщенным перемещением?
3. Практическое задание.

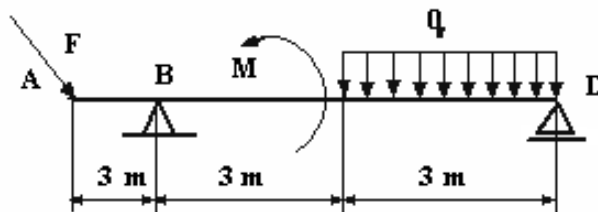
Дано  $q = 3 \text{ Н/м}$ ,  $F = 5 \text{ Н}$ ,  $M = 2 \text{ Н*м}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ . Определить реакции опор:



**Экзаменационный билет №5.**

1. Каков принцип расчета на прочность материалов с трещиной?
2. Что понимается под устойчивым и неустойчивым равновесием?
3. Практическое задание.

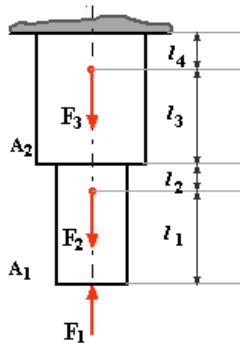
Дано  $q = 3 \text{ Н/м}$ ,  $F = 5 \text{ Н}$ ,  $M = 2 \text{ Н*м}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ . Определить реакции опор:



**Экзаменационный билет №6.**

1. Правило знаков для изгибающих моментов для двухопорных балок.
2. Дайте определение свойства материалов, называемого ползучестью.
3. Практическое задание.

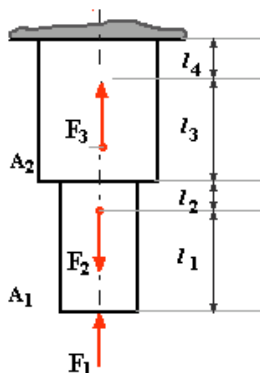
Дано:  $F_1 = 2 \text{ кН}$ ,  $F_2 = 5 \text{ кН}$ ,  $F_3 = 2 \text{ кН}$ ,  $A_1 = 2 \text{ см}^2$ ,  $A_2 = 4 \text{ см}^2$ ,  $l_1 = 100 \text{ мм}$ ,  $l_2 = 50 \text{ мм}$ ,  $l_3 = 200 \text{ мм}$ ,  $l_4 = 150 \text{ мм}$ . Определить продольные силы и построить их эпюры.



### Экзаменационный билет №7.

1. Вектор силы. Проекция вектора. Равнодействующая сила.
2. Какие методы могут быть использованы для расчета статически неопределимых балок?
3. Практическое задание.

Дано:  $F_1 = 2 \text{ кН}$ ,  $F_2 = 5 \text{ кН}$ ,  $F_3 = 2 \text{ кН}$ ,  $A_1 = 2 \text{ см}^2$ ,  $A_2 = 4 \text{ см}^2$ ,  $l_1 = 100 \text{ мм}$ ,  $l_2 = 50 \text{ мм}$ ,  $l_3 = 200 \text{ мм}$ ,  $l_4 = 150 \text{ мм}$ . Определить продольные силы и построить их эпюры.



### Экзаменационный билет №8.

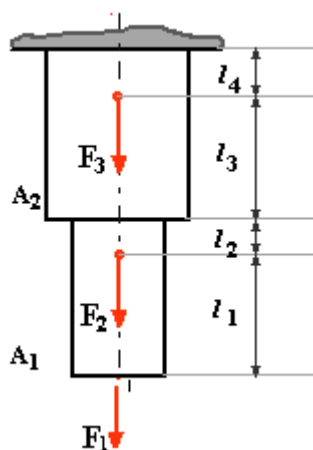
1. Система уравнений равновесия для расчета статически определимых стержневых систем. Ее особенности в случае геометрической изменяемости

системы.

2. Какая принципиальная разница между коэффициентом интенсивности напряжения и коэффициентом вязкости разрушения?

3. Практическое задание.

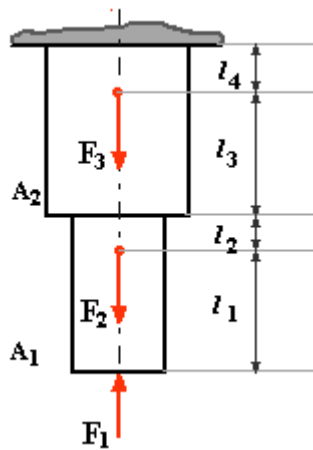
Дано:  $F_1 = 2 \text{ кН}$ ,  $F_2 = 5 \text{ кН}$ ,  $F_3 = 2 \text{ кН}$ ,  $A_1 = 2 \text{ см}^2$ ,  $A_2 = 4 \text{ см}^2$ ,  $l_1 = 100 \text{ мм}$ ,  $l_2 = 50 \text{ мм}$ ,  $l_3 = 200 \text{ мм}$ ,  $l_4 = 150 \text{ мм}$ . Определить продольные силы и построить их эпюры.



### Экзаменационный билет №9.

1. Правило знаков для изгибающих моментов.
2. Какую нормальную силу называют положительной? Отрицательной?
3. Практическое задание.

Дано:  $F_1 = 2 \text{ кН}$ ,  $F_2 = 5 \text{ кН}$ ,  $F_3 = 2 \text{ кН}$ ,  $A_1 = 2 \text{ см}^2$ ,  $A_2 = 4 \text{ см}^2$ ,  $l_1 = 100 \text{ мм}$ ,  $l_2 = 50 \text{ мм}$ ,  $l_3 = 200 \text{ мм}$ ,  $l_4 = 150 \text{ мм}$ . С помощью метода сечений по виду и расположению нагрузок, установить вид внутренних силовых факторов, возникающих в поперечных сечениях бруса, и сделать вывод о виде нагружения бруса.



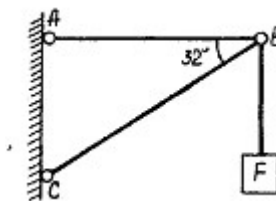
### Экзаменационный билет №10.

1. Последовательность построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов в двухпорных балках.

2. Установившаяся и неустановившаяся ползучесть.

3. Практическое задание.

Известен вес  $F=10$  кН. Определить реакции в стержнях.



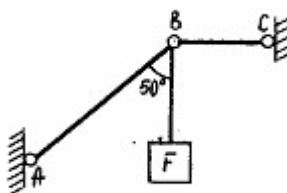
### Экзаменационный билет №11.

1. Теорема о взаимности перемещений.

2. Опасность потери устойчивости.

3. Практическое задание.

Известен вес  $F=10$  кН. Определить реакции в стержнях.

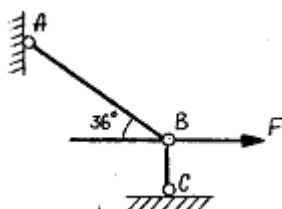


### Экзаменационный билет №12.

1. Главный вектор силы и главный момент силы.
2. Объясните, как, используя условия прочности по нормальным напряжениям, подбираются балки из ГОСТа.

### 3. Практическое задание.

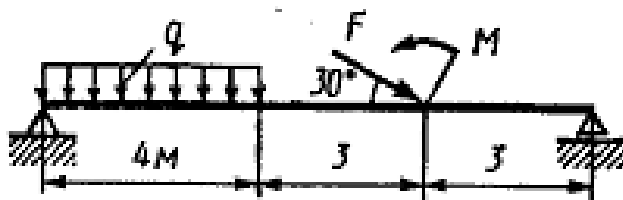
Известна сила  $F=10$  кН. Определить реакции в стержнях.



### Экзаменационный билет №13.

1. Условие жесткости при изгибе.
2. Приведите примеры объемных дефектов в структуре материала.
3. Практическое задание.

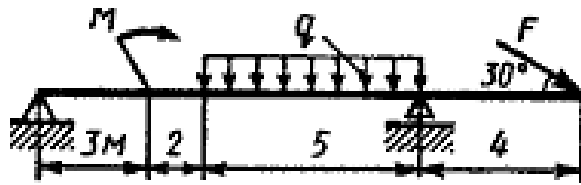
Дано  $q = 3$  Н/м,  $F = 5$  Н,  $M = 2$  Н\*м,  $\alpha = 60^\circ$ . Определить поперечную силу и изгибающий момент на расстоянии 5 метров от левого края балки.



### Экзаменационный билет №14.

1. Признаки равновесия узла рамы.
2. В чем суть (основная идея) метода конечных элементов?
3. Практическое задание.

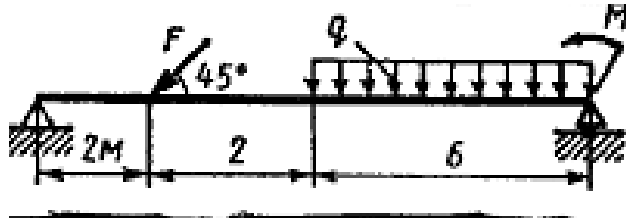
Дано  $q = 3$  Н/м,  $F = 5$  Н,  $M = 2$  Н\*м,  $\alpha = 60^\circ$ . Определить поперечную силу и изгибающий момент на расстоянии 5 метров от левого края балки.



**Экзаменационный билет №15.**

1. Правило знаков для поперечных сил для двухопорных балок.
2. Как определяется коэффициент вязкости разрушения?
3. Практическое задание.

Дано  $q = 3 \text{ Н/м}$ ,  $F = 5 \text{ Н}$ ,  $M = 2 \text{ Н*м}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ . Определить поперечную силу и изгибающий момент на расстоянии 5 метров от левого края балки.

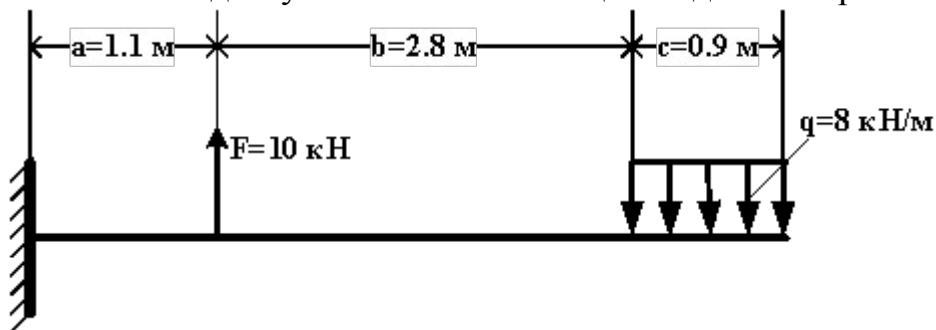


**Экзаменационный билет №16.**

1. Условие прочности при изгибе.
2. Какие перемещения определяются для балок при действии нагрузки?
3. Практическое задание.

Для заданной балки (рис) требуется:

записать уравнения для вычисления поперечной силы  $Q$  и изгибающего момента  $M$  на каждом участке балок в общем виде и построить эпюры  $Q$  и  $M$ .



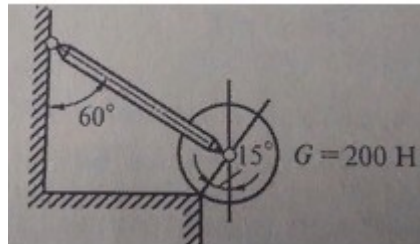
**Экзаменационный билет №17.**

1. Как записывается интеграл Мора?

2. Причины потери устойчивости.

3. Практическое задание.

Определить реакции опоры и стержня.



### Экзаменационный билет №18.

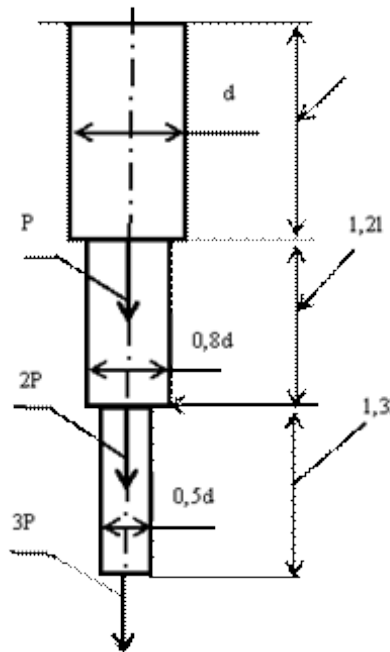
1. Последовательность построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.

2. Поясните, что такое упругое последствие.

3. Практическое задание.

Определить полное удлинение жёстко заделанного круглого стержня от воздействия сил  $P$  и напряжение растяжения в сечении стержня диаметром  $0,8d$ . Принять следующие исходные данные:  $l=1\text{ м}$ ,  $d=0,02\text{ м}$ .

Модуль упругости материала стержня  $2 \cdot 10^5 \text{ Мпа}$ .  $P=1 \text{ кН}$ .

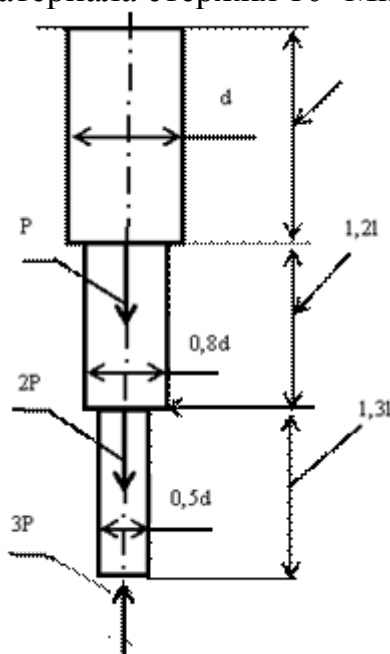


### Экзаменационный билет №19.

1. Как определяются опорные реакции в статически определимых рамах?
2. Определение изгибающих моментов, поперечных сил и опорных реакций в неразрезных балках.
3. Практическое задание.

Определить полное удлинение жёстко заделанного круглого стержня от воздействия сил  $P$  и напряжение растяжения в сечении стержня диаметром  $0,8d$ . Принять следующие исходные данные:  $l=1\text{ м}$ ,  $d=0,02\text{ м}$ .

Модуль упругости материала стержня  $10^5\text{ Мпа}$ .  $P=2\text{ кН}$ .

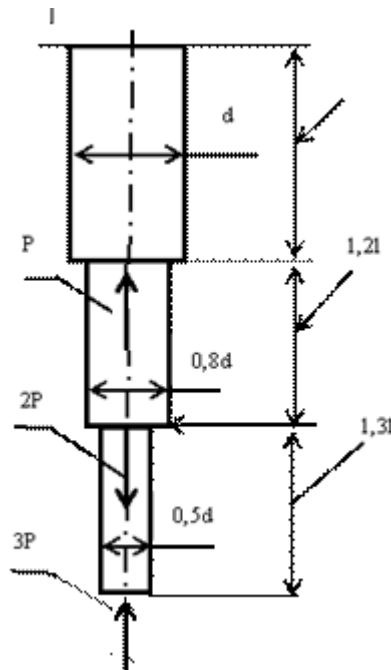


### Экзаменационный билет №20.

1. Условие жесткости при изгибе.
2. Дайте определение предела ползучести.
3. Практическое задание.

Определить полное удлинение жёстко заделанного круглого стержня от воздействия сил  $P$  и напряжение растяжения в сечении стержня диаметром  $0,8d$ . Принять следующие исходные данные:  $l=1\text{ м}$ ,  $d=0,02\text{ м}$ .

Модуль упругости материала стержня  $2 \cdot 10^5\text{ Мпа}$ .  $P=1\text{ кН}$ .



### 4.3. Комплект тестовых заданий

1. Вектор силы на плоскости задан проекциями  $F_x = 3 \text{ Н}$ ,  $F_y = 4 \text{ Н}$ . Чему равен модуль силы?

- А) 5 Н
- Б) 7 Н
- В) 1 Н
- Г) 12 Н

2. Какая из аксиом статики позволяет переносить силу вдоль линии ее действия?

- А) Аксиома о параллелограмме сил
- Б) Аксиома о равенстве действия и противодействия
- В) Аксиома о присоединении/отбрасывании уравновешенной системы сил
- Г) Аксиома о твердом теле (принцип переноса)

3. Главный вектор системы сил равен нулю, а главный момент не равен нулю. Приведите систему сил к простейшему виду:

- А) равнодействующая сила
- Б) пара сил
- В) динама (силовой винт)
- Г) уравновешенная система

4. Положительной нормальной силой (продольной) при растяжении/сжатии считается:

- А) сила, вызывающая сжатие стержня

- Б) Сила, вызывающая растяжение стержня
- В) Сила, перпендикулярная оси стержня
- Г) Сила, не зависящая от деформации

**5. Признаком равновесия узла плоской рамы является:**

- А) Сумма моментов всех сил относительно узла равна нулю
- Б) Сумма проекций всех сил на ось X и сумма проекций на ось Y равны нулю
- В) Равенство нулю только горизонтальных проекций
- Г) Равенство нулю только вертикальных проекций

**6. По правилу знаков для поперечной силы Q (сопромат, метод сечений):**

- А) Q положительна, если левая часть стремится подняться вверх относительно правой
- Б) Q положительна, если правый торец стремится подняться вверх
- В) Q положительна при сжатии
- Г) Q всегда отрицательна при изгибе

**7. Изгибающий момент M в сечении считается положительным, если:**

- А) Балка изгибается выпуклостью вверх
- Б) Балка изгибается выпуклостью вниз (растянуты нижние волокна)
- В) Момент вращает сечение по часовой стрелке
- Г) Момент направлен перпендикулярно оси балки

**8. В двухопорной балке поперечная сила Q на участке без распределенной нагрузки ( $q=0$ ):**

- А) Изменяется линейно
- Б) Постоянна
- В) Изменяется по квадратичной параболе
- Г) Равна нулю

**9. Первым шагом при построении эпюр Q и M для балки является:**

- А) Построение эпюры моментов
- Б) Определение опорных реакций
- В) Вычисление напряжений
- Г) Подбор сечения из ГОСТа

**10. Условие прочности при изгибе по нормальным напряжениям имеет вид:**

- А)  $\tau \leq [\tau]$
- Б)  $\sigma \leq [\sigma]$
- В)  $M \leq [M]$
- Г)  $f \leq [f]$

**11. Условие жесткости при изгибе ограничивает:**

- А) Напряжения
- Б) Деформации (прогибы и углы поворота)
- В) Поперечные силы
- Г) Крутящие моменты

**12. Явление потери устойчивости характерно для:**

- А) Только пластичных материалов
- Б) Только сжатых длинных стержней (гибких)
- В) Только растянутых стержней
- Г) Всех без исключения конструкций

**13. Критическая сила Эйлера для шарнирно-опертого стержня равна:**

- А)  $F_{кр} = \pi^2 EI / l^2$
- Б)  $F_{кр} = \sigma_{т} \cdot A$
- В)  $F_{кр} = E \cdot \varepsilon$
- Г)  $F_{кр} = \sigma_{в} \cdot A$

**14. Устойчивое равновесие отличается от неустойчивого тем, что при малом отклонении:**

- А) Система возвращается в исходное положение
- Б) Система удаляется от исходного положения
- В) Система остается в новом положении
- Г) Разрушается мгновенно

**15. Какой параметр конструкции НЕ влияет на критическую силу по Эйлеру?**

- А) Длина стержня
- Б) Модуль упругости материала
- В) Предел текучести материала
- Г) Момент инерции сечения

**16. Интеграл Мора для определения перемещений в стержневых системах имеет вид:**

- А)  $\Delta = \int (M \cdot M_1) / (EI) dx$
- Б)  $\Delta = \int \sigma dA$
- В)  $\Delta = F \cdot l / (EA)$
- Г)  $\Delta = \int \tau dA$

**17. Правило Верещагина (способ перемножения эпюр) позволяет:**

- А) Вычислять интегралы Мора графически
- Б) Определять критическую силу

- В) Строить эпюры напряжений
- Г) Подбирать сечения балок

**18. Теорема о взаимности перемещений (теорема Бетти) утверждает, что:**

- А)  $\Delta_{12} = \Delta_{21}$
- Б)  $M_{12} = M_{21}$
- В)  $\sigma_{12} = \sigma_{21}$
- Г)  $F_{12} = F_{21}$

**19. Степень статической неопределимости плоской рамы определяется по формуле:**

- А)  $n = \text{Сопор} - 3$
- Б)  $n = 3K - \text{Ш}$
- В)  $n = F_{\text{кр}} / F$
- Г)  $n = E / \sigma$

**20. В методе перемещений за основные неизвестные принимают:**

- А) Узловые перемещения (линейные и угловые)
- Б) Опорные реакции
- В) Внутренние силовые факторы
- Г) Коэффициенты запаса прочности

#### Ключи ответов

1-а	11-б
2-г	12-б
3-б	13-а
4-б	14-а
5-б	15-в
6-а	16-а
7-б	17-а
8-б	18-а
9-б	19-б
10-б	20-а