

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта -  
филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(УУКЖТ ИрГУПС)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**ОП.04. ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ)

по специальности СПО

13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)

*Базовая подготовка  
среднего профессионального образования*

*Очная форма обучения на базе  
основного общего образования/общего среднего образования*

Улан-Удэ 2024

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



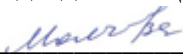
Фонд оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) (базовая подготовка) и рабочей учебной программы дисциплины ОП.04. Техническая механика.

РАССМОТРЕНО

ЦМК общетехнических и  
электротехнических дисциплин

протокол №4 от 08.04.2024 г.

Председатель ЦМК

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

И.И. Молчанова  
(И.О.Ф)

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора колледжа по УР

  
\_\_\_\_\_  
И.А. Бочарова

(подпись)

(И.О.Ф)

24.04.2024

Разработчик:

*Аверина А.В.*, преподаватель УУКЖТ

## Содержание

	Стр.
1. Паспорт фонда оценочных средств .....	4
1.1 Область применения.....	4
1.2 Результаты освоения дисциплины, подлежащие контролю .....	4
1.3 Система контроля и оценки освоения программы дисциплины .....	6
1.3.1 Формы промежуточной аттестации по ППССЗ при освоении программы дисциплины.....	6
1.3.2 Организация контроля и оценки освоения программы дисциплины...	6
2. Фонд оценочных средств для оценки уровня освоения умений и знаний по дисциплине.....	9
2.1 Материалы текущего контроля успеваемости.....	9
2.2 Материалы промежуточной аттестации .....	23

## 1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств

### 1.1 Область применения

Фонд оценочных средств предназначен для проверки результатов освоения дисциплины ОП.04. Техническая механика программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ) по специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям).

ФОС включает контрольные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации в форме экзамена. Итогом экзамена является оценка в баллах: 5 – отлично; 4 – хорошо; 3 – удовлетворительно; 2 – неудовлетворительно.

ФОС позволяет оценивать уровень освоения знаний и умений по дисциплине.

### 1.2 Результаты освоения дисциплины, подлежащие контролю

В результате контроля и оценки по дисциплине осуществляется проверка следующих знаний и умений по показателям:

Таблица 1

Результаты обучения	Показатели оценки результата	Формируемые общие и профессиональные компетенции
У1 - определять напряжения в конструкционных элементах	грамотное определение напряжения в конструкционных элементах	ОК 01., ОК 02., ОК 05., ПК 2.4
У2 – определять передаточное отношение	грамотное определять передаточное число	ОК 02., ОК 03., ОК 04., ОК 05., ПК 2.4, ПК 2.5
У3 – проводить расчет и проектировать детали и сборочные единицы общего назначения	грамотно рассчитывать и проектировать детали и сборочные единицы общего назначения	ОК 01., ОК 02., ОК 05., ПК 2.2, ПК 2.4, ПК 3.3.
У4 – проводить сборочно-разборочные работы в соответствии с характером соединений деталей и сборочных единиц	грамотно проводить сборочно-разборочные работы в соответствии с характером соединений деталей и сборочных единиц	ОК 01., ОК 02., ОК 04., ОК 05., ПК 2.4, ПК 3.3.
У5 – производить расчеты на сжатие, срез и смятие	грамотно производить расчеты на сжатие, срез и смятие	ОК 01., ОК 02., ОК 04., ОК 05., ПК 2.4, ПК 2.5, ПК 3.2, ПК 3.3
У6 – производить расчеты элементов конструкций на	грамотно производить расчеты элементов	ОК 01., ОК 02., ОК 04., ОК 05., ПК 2.4, ПК 2.5,

прочность, жесткость и устойчивость	конструкций на прочность, жесткость и устойчивость	ПК 3.2, ПК 3.3
У7 – собирать конструкции из деталей по чертежам и схемам	грамотно собирать конструкции из деталей по чертежам и схемам	ОК 01., ОК 02., ОК 03., ОК 04., ОК 05, ПК 2.4, ПК 2.5
У8 – читать кинематические схемы	грамотно читать кинематические схемы	ОК 01., ОК 04., ОК 05., ПК 2.5, ПК 3.3
31- виды движений и преобразующие движения механизмы	объяснение видов движений и преобразующие движения механизмы	ОК 01., ОК 04., ОК 05., ПК 2.4, ПК 3.3
32 – виды износа и деформаций деталей и узлов	объяснение износа и деформаций деталей узлов	ОК 01., ОК 02., ОК 03., ОК 04., ОК 05., ПК 2.4, ПК 2.5, ПК 3.2, ПК 3.3
33 – виды передач, их устройство, назначение, преимущества и недостатки, условные обозначения на схемах	объяснение видов передач, их устройство, назначение, преимущества и недостатки, условные обозначения на схемах	ОК 01., ОК 02., ОК 03., ОК 04., ОК 05., ПК 3.2, ПК 3.3
34 – кинематику механизмов, соединения деталей машин, механические передачи, виды и устройство передач	объяснение кинематики механизмов, соединений деталей машин, механических передач, видов и устройства передач	ОК 01., ОК 02., ОК 03., ОК 04., ОК 05., ПК 3.2, ПК 3.3
35 – методику расчета конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации	объяснение методики расчета конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации	ОК 02., ОК 03., ОК 04., ОК 05., ПК 2.4, ПК 2.5, ПК 3.2, ПК 3.3
36 – методику расчета на сжатие, срез и смятие	объяснение методики расчета на сжатие, срез и смятие	ОК 01., ОК 03., ОК 04., ОК 05., ПК 2.4, ПК 2.5, ПК 3.2, ПК 3.3
37 – назначение и классификацию подшипников	объяснение назначения и классификации подшипников	ОК 01., ОК 02., ОК 03., ОК 04., ОК 05., ПК 3.3
38 – характер соединения основных сборочных единиц и деталей	объяснение характера соединения основных сборочных единиц и деталей	ОК 03., ОК 04., ОК 05., ПК 2.4, ПК 2.5., ПК 3.2., ПК 3.3.
39 – основные типы смазочных устройств	объяснение основных видов смазочных устройств	ОК 03., ОК 04., ОК 05., ПК 2.4, ПК 2.5., ПК 3.2., ПК 3.3.
310 – типы, назначение, устройство редукторов	объяснение типов, назначения и устройства редуктора	ОК 01., ОК 04., ОК 05., ПК 2.2, ПК 3.3.
311 – трение, его виды, роль трения в технике	объяснение трения, его видов, роль трения в технике	ОК 01., ОК 02., ОК 03., ОК 04., ОК 05., ПК 2.4, ПК 3.2, ПК 3.3
312 – устройство и назначение инструментов и контрольно-	объяснения устройства и назначения инструментов и	ОК 01., ОК 02., ОК 03., ОК 04., ОК 05., ПК 2.4,

измерительных приборов, используемых при техническом обслуживании и ремонте оборудования	контрольно-измерительных приборов, используемых при техническом обслуживании и ремонте оборудования	ПК 2.5, ПК 3.2, ПК 3.3
--	---	------------------------

### 1.3 Система контроля и оценки освоения программы дисциплины

#### 1.3.1 Формы промежуточной аттестации по ПССЗ при освоении программы дисциплины

Таблица 2

Наименование дисциплины	Семестр на базе		Формы промежуточной аттестации
	основного общего образования	среднего общего образования	
Техническая механика	4	2	Экзамен

#### 1.3.2 Организация контроля и оценки освоения программы дисциплины

Основными формами проведения текущего контроля знаний на занятиях являются: устный опрос, тестирование, выполнение практических и лабораторных работ.

Таблица 3

Раздел/тема дисциплины	Текущий контроль успеваемости		Промежуточная аттестация	
	Формы контроля	Проверяемые У, З, ОК, ПК	Формы контроля	Проверяемые У, З, ОК, ПК
Раздел 1. Теоретическая механика			Экзамен	У1-У8, 31-312, ОК 01-ОК 05, ПК.2.4, ПК.2.5, ПК.3.2, ПК.3.3
Тема 1.1 Основные понятия и аксиомы статики	Устный опрос	У1-У8, 31-312, ОК 01-ОК 05, ПК.2.4, ПК.2.5		
Тема 1.2 Плоская система сил	Устный опрос, выполнение практической работы 1	У1-У8, 31-312, ОК 01-ОК 05, ПК 2.5		
Тема 1.3 Пара сил и момент силы относительно точки	Устный опрос	У1-У8, 31-312, ОК 01-ОК 05, ПК 2.5		
Тема 1.4 Плоская система произвольно расположенных сил	Устный опрос, выполнение практической работы 2	У1-У8, 31-312, ОК 01-ОК 05, ПК 2.5		
Тема 1.5 Центр тяжести	Устный опрос, выполнение практических работ 3	У1-У8, 31-312, ОК 01-ОК 05, ПК.2.4, ПК.2.5, ПК.3.2, ПК.3.3		
Тема 1.6 Кинематика	Тестирование	У1-У8, 31-312, ОК 01-ОК 05, ПК.2.4, ПК.2.5		
Тема 1.7 Динамика	Тестирование	У1-У8, 31-312,		

		ОК 01-ОК 05, ПК.2.4, ПК.2.5		
<b>Раздел 2. Сопротивление материалов</b>				
Тема 2.1. Основные положения теории сопротивления материалов	Тестирование	У1-У8, 31-312, ОК 01-ОК 05, ПК.2.4, ПК.2.5		
Тема 2.2. Растяжение (сжатие). Методика расчета конструкций на прочность	Устный опрос, выполнение практической работы лабораторной работы 1 4,	У1-У8, 31-312, ОК 01-ОК 05, ПК.2.4, ПК.2.5, ПК.3.2, ПК.3.3		
Тема 2.3. Практические расчеты на срез и смятие. Методика расчета конструкции на прочность	Выполнение лабораторной работы 2	У1-У8, 31-312, ОК 01-ОК 05, ПК.2.4, ПК.2.5, ПК.3.2, ПК.3.3		
Тема 2.4. Геометрические характеристики плоских сечений	Устный опрос	У1-У8, 31-312, ОК 01-ОК 05, ПК.2.4, ПК.2.5, ПК.3.2, ПК.3.3		
Тема 2.5. Кручение. Методика расчета конструкции на прочность и жесткость	Устный опрос, выполнение практической работы лабораторной работы 3 5,	У1-У8, 31-312, ОК 01-ОК 05, ПК.2.4, ПК.2.5, ПК.3.2, ПК.3.3		
Тема 2.6. Изгиб. Методика расчета конструкции на прочность и жесткость	Устный опрос, выполнение практической работы лабораторной работы 4 6,	У1-У8, 31-312, ОК 01-ОК 05, ПК.2.4, ПК.2.5, ПК.3.2, ПК.3.3		
<b>Раздел 3. Детали машин</b>				
Тема 3.1. Основные положения	Устный опрос	У1-У8, 31-312, ОК 01-ОК 05, ПК.2.4, ПК.2.5, ПК.3.2, ПК.3.3		
Тема 3.2. Механические передачи	Устный опрос, выполнение практической работы 7	У1-У8, 31-312, ОК 01-ОК 05, ПК.2.4, ПК.2.5, ПК.3.2, ПК.3.3		
Тема 3.3. Направляющие вращательного движения. Назначение и классификация подшипников	Устный опрос	У1-У8, 31-312, ОК 01-ОК 05, ПК.2.4, ПК.2.5, ПК.3.2, ПК.3.3		

Тема 3.4. Характер соединения основных сборочных единиц и деталей	Устный опрос	У1-У8, 31-312, ОК 01-ОК 05, ПК.2.4, ПК.2.5, ПК.3.2, ПК.3.3		
---	--------------	--	--	--

Оценка освоения дисциплины ОП.04 Техническая механика предусматривает систему оценивания: текущего контроля, промежуточной аттестации в виде экзамена по дисциплине.

Экзамен проводится в сроки, установленные учебным планом, и определяемые календарным учебным графиком образовательного процесса. Экзамен проводится в форме собеседования.

Распределение проверяемых результатов обучения по дисциплине по видам контроля приводится в сводной таблице.

Таблица 4 Сводная таблица по дисциплине

Результаты обучения по дисциплине		Текущий контроль				Промежуточная аттестация
		устный опрос	тестирование	выполнение практических работ	выполнение лабораторных работ	экзамен
Уметь	У1	+	+	+	+	+
	У2	+	+	+	+	+
	У3	+		+	+	+
	У4	+	+	+	+	+
	У5	+		+	+	+
	У6	+	+	+	+	+
	У7	+	+	+	+	+
	У8	+	+	+	+	+
Знать	31	+	+	+	+	+
	32	+	+	+	+	+
	33	+		+	+	+
	34	+	+	+	+	+
	35	+		+	+	+
	36	+	+	+	+	+
	37	+		+	+	+
	38	+		+	+	+
	39	+	+	+	+	+
	310	+		+	+	+
	311	+	+	+	+	+



	312	+		+	+		+
--	-----	---	--	---	---	--	---

## **2. Фонд оценочных средств для оценки уровня освоения умений и знаний по дисциплине**

### **2.1 Материалы текущего контроля успеваемости**

*Материал для тестирования* изложен в сборнике тестовых заданий по технической механике В.П. Олофинская.

Итогом проведения тестирования является оценка в баллах: оценка 5 «отлично» - ставится за пять правильных ответов; оценка 4 «хорошо» - ставится за 4 правильных ответа; оценка 3 «удовлетворительно» - ставится за 3 правильных ответа; оценка 2 «неудовлетворительно» - ставится, если верные ответы даны не более чем на два вопроса.

Проверяемые знания и умения: У1, У2, У4, У6, У7, У8, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 310, 311, 312.

*Материал для выполнения практических работ* изложен в методических указаниях по выполнению практических работ, пример приложение Б.

В методическом пособии приведено 7 практических работ и 4 лабораторных занятия, которые носят индивидуальный характер.

Требования к оформлению отчета, критерии оценок, проверяемые знания и умения указаны в пояснительной записке к методическим указаниям по выполнению практических работ.

#### **Практическая работа 1**

**Тема:** Определение реакций в стержнях

**Цель:** Определить усилия в стержнях аналитическим, графическим и графоаналитическим способом.

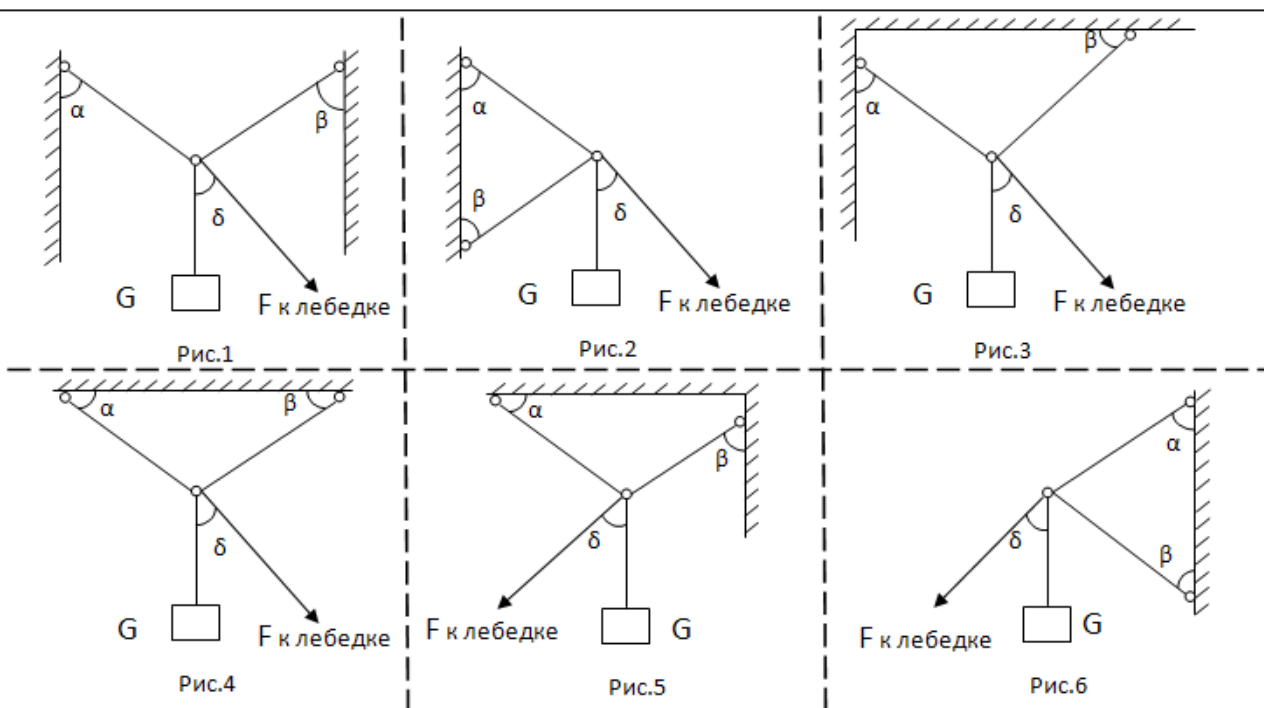
#### **Рекомендуемая литература**

1. Техническая механика : учебник для среднего профессионального образования / В. В. Джамай, Е. А. Самойлов, А. И. Станкевич, Т. Ю. Чуркина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 360 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-14636-3. — Текст :

**Задание:** Определить усилия в стержнях аналитическим и графическим способами, в соответствии с рисунками 1-6, данные для расчетов по вариантам взять из таблицы 1.

Таблица 1

<b>Вариант</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
<b>Рисунок</b>	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1
<b>G, кН</b>	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	60
<b><math>\alpha, ^\circ</math></b>	50	70	40	60	30	45	45	30	60	40	70	50	50
<b><math>\beta, ^\circ</math></b>	45	70	30	60	40	30	45	70	30	60	40	30	45
<b><math>\delta, ^\circ</math></b>	40	90	50	90	50	60	40	90	50	90	30	60	40
<b>Вариант</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>
<b>Рисунок</b>	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2
<b>G, кН</b>	50	40	30	20	10	120	110	100	90	80	70	25	30
<b><math>\alpha, ^\circ</math></b>	70	40	60	30	45	40	70	30	60	40	30	50	40
<b><math>\beta, ^\circ</math></b>	70	30	60	40	30	45	30	70	40	60	50	60	30
<b><math>\delta, ^\circ</math></b>	90	50	90	60	60	45	90	50	90	30	60	40	60



## **Краткие теоретические сведения**

Для определения усилий в стержнях аналитическим способом необходимо пользуясь условием равновесия для плоской системы сходящихся сил составить два уравнения из которых методом подстановки определить величину усилий в стержнях.

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

Для определения усилий в стержнях графическим способом необходимо построить силовой многоугольник с соблюдением масштаба. Так как система находится в равновесии многоугольник, должен быть замкнутым. Измеряем длину векторов усилий и при помощи масштаба узнаем величину усилий в стержнях.

При помощи построенного силового многоугольника определяем усилия в стержнях графоаналитическим способом. Для этого полученный четырехугольник делим на два треугольника при помощи равнодействующей  $R$ , таким образом, чтобы один из треугольников был  $GFR$ . Из этого треугольника определяем  $R$ . После чего из второго треугольника определяем значений усилий. В данном способе рекомендуется применять теорему Пифагора, теорему синусов и определения  $\cos$  и  $\sin$ .

После решения тремя способами, сравниваем полученные результаты. Допускается погрешность 5%.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Расставить усилия в стержнях.
2. Перенести все силы на координатную плоскость (2 усилия,  $G$ ,  $F$ )
3. Решить аналитическим способом.
4. Решить графическим способом
5. Решить графоаналитическим способом.
6. Сравнить полученные результаты

**Содержание отчета:** оформить отчет на формате А4. В соответствии с положением «Требования к оформлению текстовой и графической части документации. "Нормоконтроль»

### **Контрольные вопросы:**

1. Сформулируйте аксиомы статики.
2. Нарисуйте и опишите связи и их реакции.
3. Напишите условия равновесия для плоской системы сходящихся сил.

**Проверяемые знания и умения:** У1, У3, З2, З4

### Лабораторная работа 1

**Тема:** Испытание стального образца на растяжение

**Цель:** Изучить методику проведения испытаний на растяжение для определения механических свойств различных материалов.

### **Рекомендуемая литература**

1. Техническая механика : учебник для среднего профессионального образования / В. В. Джамай, Е. А. Самойлов, А. И. Станкевич, Т. Ю. Чуркина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 360 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-14636-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517739>

2. Соппротивление материалов. Электронный учебный курс для студентов очной и заочной форм обучения <http://www.soprotmat.ru>

**Задание:** Провести испытания на растяжение различных материалов и определить показатели прочности и пластичности.

**Приборы и оборудование:** Для проведения работы необходимо иметь разрывную испытательную машину, образцы для испытания на растяжение, штангенциркуль, микрометр 0–25 мм, линейку с делениями, бумагу для записи диаграммы.

### **Краткие теоретические сведения**

При определении качества конструкционных материалов, выпускаемых промышленностью, одним из основных видов испытаний являются испытания на растяжение. Результаты испытаний позволяют судить о прочности материалов при статических нагрузках, выбирать материал для проектируемой конструкции. Они являются основными при расчетах на прочность деталей машин и элементов конструкций. Испытания на растяжение являются основным и наиболее

распространенным методом лабораторного исследования и контроля механических свойств материалов.

Эти испытания проводятся и на производстве для установления марки поставленной заводом стали или для разрешения конфликтов при расследовании аварий.

В таких случаях, кроме металлографических исследований, определяются главные механические характеристики на образцах, взятых из зоны разрушения конструкции. Образцы изготавливаются по ГОСТ 1497-84 и могут иметь различные размеры и форму.

### **Теоретические основы испытания материалов на растяжение**

Действие силы вызывает деформацию твердого тела, и в нем возникают напряжения. Напряжение является удельной величиной и определяется как отношение силы, действующей на тело, к площади его сечения:

$$\sigma = F/A_0, \text{ (Па, МПа)},$$

где  $F$  – сила,  $A_0$  – площадь поперечного сечения образца,  $\text{м}^2$  (рис. 7);  
 $A_0 = \pi d_0^2/4$ ,  $d_0$  – начальный диаметр образца, м.

Напряжение в системе СИ выражается в  $\text{Н/м}^2$  или  $\text{МН/м}^2$ , т.е. МПа. На практике может быть использована размерность  $\text{кгс/мм}^2$ , ( $1 \text{ кгс/мм}^2 = 9,81 \text{ МПа}$ );  $1 \text{ кгс} = 9,8 \text{ Дж}$ ;  $1 \text{ кгс/см}^2 = 0,1 \text{ МПа}$ ;  $1 \text{ МПа} = 1000000 \text{ Па}$ ;  $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$ ;  $1 \text{ МПа} = 1 \text{ Н/мм}^2 = 10 \text{ кгс/см}^2$ .

Деформацией в механике называется процесс изменения взаимного расположения каких-либо точек твердого тела. Деформация может быть обратимой (упругой), исчезающей после снятия нагрузки, и необратимой – остающейся после снятия деформирующего усилия. Необратимую деформацию называют пластической или остаточной. При определенных условиях нагружения деформация может закончиться разрушением.

Процесс деформации под действием постепенно возрастающей нагрузки складывается из трех последовательно накладывающихся одна на другую стадий.

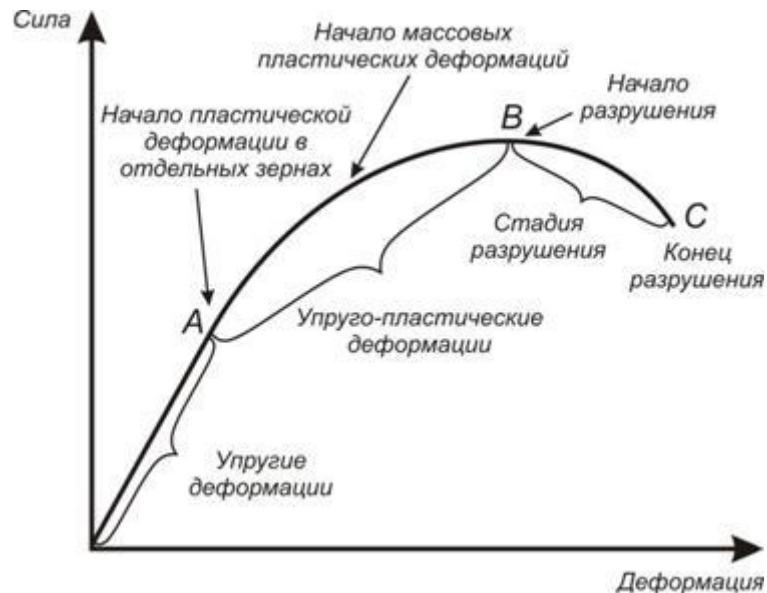


Рис. 1. Схема процесса деформации

Даже незначительное усилие вызывает упругую деформацию, которая в чистом виде наблюдается только при нагрузках до точки А. Упругая деформация характеризуется прямо пропорциональной зависимостью от нагрузки и упругим изменением межатомных расстояний. При нагрузках выше точки А в отдельных зернах металла, ориентированных наиболее благоприятно относительно направления деформации, начинается пластическая деформация. Дальнейшее увеличение нагрузки вызывает и увеличение упругой, и пластической деформации (участок АВ). При нагрузках точки В возрастание упругой деформации прекращается. Начинается процесс разрушения, который завершается в точке С.

Механические свойства материалов: прочность, твердость, пластичность, вязкость, упругость определяются при различных условиях нагружения и разных схемах приложения усилий. Широко распространено испытание материалов на растяжение, по результатам которого можно определить в частности показатели прочности и пластичности материала.

#### Показатели прочности

Сопротивление малым пластическим деформациям характеризуют предел пропорциональности, предел упругости и предел текучести.

*Предел пропорциональности*  $\sigma_{\text{пц}}$  – напряжение, до которого материал деформируется строго упруго, то есть соблюдается закон Гука  $\sigma = E\varepsilon$ , где  $E$  – модуль упругости (модуль Юнга - это структурно нечувствительная величина).

$$\sigma_{\text{пц}} = F_{\text{пц}}/A_0,$$

где  $F_{\text{пц}}$  – нагрузка, при пределе пропорциональности.

*Предел упругости*  $\sigma_y$  – наибольшее напряжение, до которого в материале не обнаруживается признаков пластической деформации;

$$\sigma_y = F_y/A_0.$$

*Физический предел текучести*  $\sigma_T$  – это наименьшее напряжение, при котором образец деформируется без увеличения растягивающей нагрузки:

$$\sigma_T = F_T/A_0.$$

Если на кривой деформации отсутствует четко выраженная площадка текучести (рис. 4,а), то определяют условный предел текучести.

*Условный предел текучести*  $\sigma_{0,2}$  – это напряжение, при котором остаточное удлинение (необратимая пластическая деформация) составляет 0,2% длины участка образца на его рабочей части, удлинение которого принимается в расчет при определении указанной характеристики.

Сопrotивление значительным пластическим деформациям (для пластичных материалов) характеризуется пределом прочности.

*Предел прочности* (временное сопротивление)  $\sigma_B$  – это условное напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке, предшествовавшей разрыву образца:

$$\sigma_B = F_B/A_0,$$

где  $F_B$  – нагрузка, соответствующая точке В.

Показатели пластичности

Относительное удлинение после разрыва  $\delta$  – это отношение приращения расчетной длины образца ( $l_k - l_0$ ) после разрушения (рис. 6.) к начальной расчетной длине  $l_0$ , выраженное в процентах:

$$\delta = \frac{l_k - l_0}{l_0} \cdot 100\%.$$

Для определения длины расчетной части  $l_k$  после разрыва части образца плотно прикладывают друг к другу и измеряют расстояние между метками, которые ограничивали начальную расчетную длину.

Относительное сужение  $\psi$  – это отношение абсолютного уменьшения площади поперечного сечения в шейке образца ( $F_0 - F_k$ ) к начальной площади сечения  $F_0$ , выраженное в процентах:

$$\Psi = \frac{F_0 - F_k}{f_0} \cdot 100\%,$$

где  $F_0$  и  $F_k$  – площади поперечного сечения образца до и после испытания соответственно.

Для проведения испытаний используются следующие образцы (рис. 2):

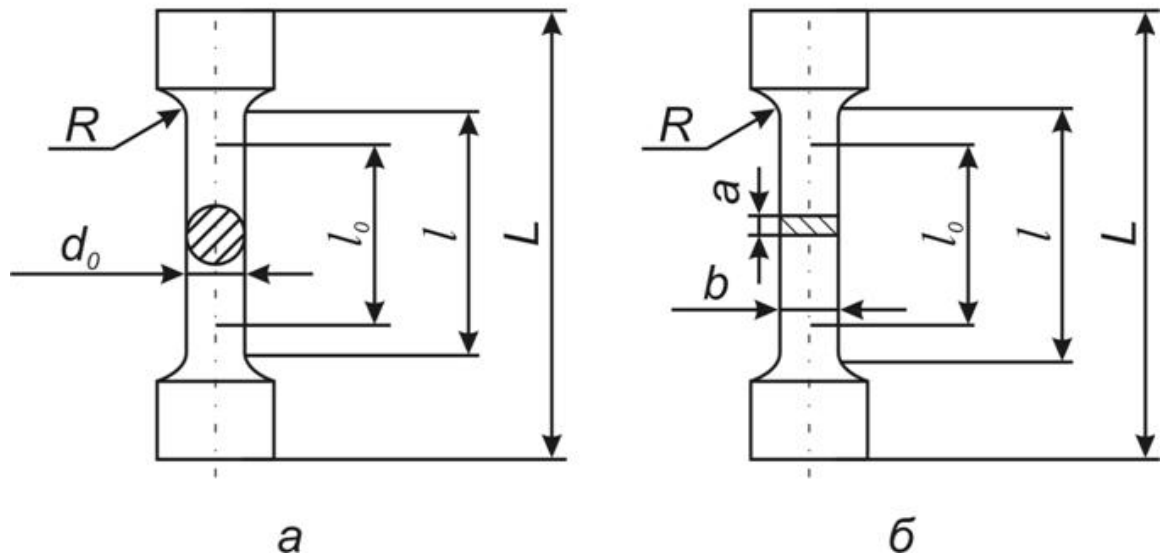


Рис. 2. Образцы для испытаний: *a* – круглый образец; *б* – плоский образец;  $L$  – общая длина;  $l$  – рабочая длина;  $l_0$  – начальная расчетная длина;  $d_0$  – диаметр образца до испытания;  $a$  – толщина;  $b$  – ширина;  $R$  – радиус скругления.

#### Диаграмма растяжения

Вид диаграммы растяжения зависит от природы материала и от его структурного состояния (рис. 4).

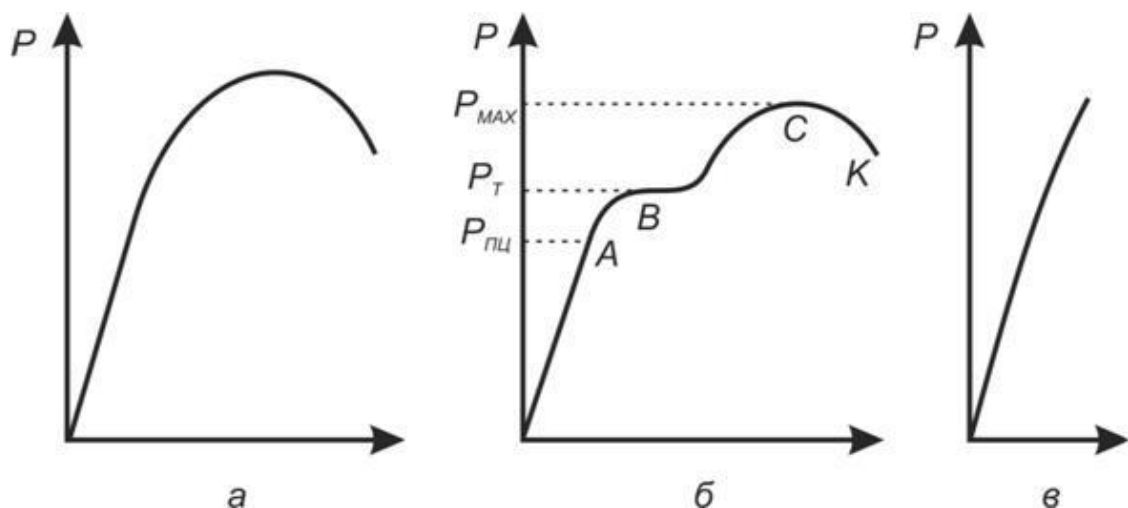




Рис. 3. Виды диаграмм растяжения различных материалов: *a* – для большинства металлов в пластичном состоянии с постепенным переходом из упругой области в пластическую (медь, бронза, легированные стали); *б* – для некоторых металлов в пластичном состоянии со скачкообразным переходом в пластическую область (малоуглеродистая сталь, некоторые отожженные бронзы); *в* – для хрупких материалов (чугун, стекло, закаленная и неотпущенная сталь, силумин)

Рассмотрим стадии растяжения малоуглеродистой стали (рис. 3,б).

Вначале до точки А зависимость между нагрузкой и удлинением изображается прямой линией, т.е. наблюдается прямая пропорциональность между удлинением и нагрузкой. Интенсивность возрастания нагрузки с ростом удлинения характеризует жесткость материала.

Ордината точки А соответствует нагрузке при пределе пропорциональности  $P_{\text{пц}}$ . До предела пропорциональности в образце возникают только упругие деформации. При дальнейшем растяжении образца начинается заметное отклонение линии от первоначального направления, приводящее в случае малоуглеродистой стали к появлению на диаграмме горизонтального или почти горизонтального участка. Это означает, что образец удлиняется без заметного возрастания растягивающей нагрузки. Материал как бы течет, поэтому нагрузка  $P_{\text{т}}$ , соответствующая горизонтальному участку (точка В), называется нагрузкой при пределе текучести.

В период течения в образце происходит пластическая деформация, возрастает количество дислокации и других дефектов. В результате этого металл упрочняется. Поэтому при дальнейшем растяжении нагрузка вновь начинает увеличиваться и достигает значения  $P_{\text{мах}}$ , соответствующего ординате максимально удаленной точки С на кривой растяжения. При нагрузке  $P_{\text{мах}}$  деформация образца локализуется, начинает образовываться шейка – местное уменьшение сечения. Нагрузку  $P_{\text{мах}}$  называют нагрузкой на пределе прочности, или нагрузкой временного сопротивления. При нагрузке, соответствующей точке К, происходит разрыв образца.

Нагрузки  $P_{\text{пц}}$ ,  $P_{\text{т}}$ ,  $P_{\text{мах}}$  и т.п. являются характеристиками данного образца. Свойства же материала характеризуют другими показателями.

Описание метода эксперимента

Последовательность действий следующая:

1. Взять образец со стола (рис. 4);
2. Установить образец между кулачками (рис. 5);
3. Включить УММ-5 (кнопка внизу «красная» - включить, «белая» - выключить);
4. Установить передачу (рис. 6);



Рис. 4. Стол с образцами



Рис. 5. Зажатый образец

5. Нажать кнопку «ВНИЗ». Образец начнет растягиваться.

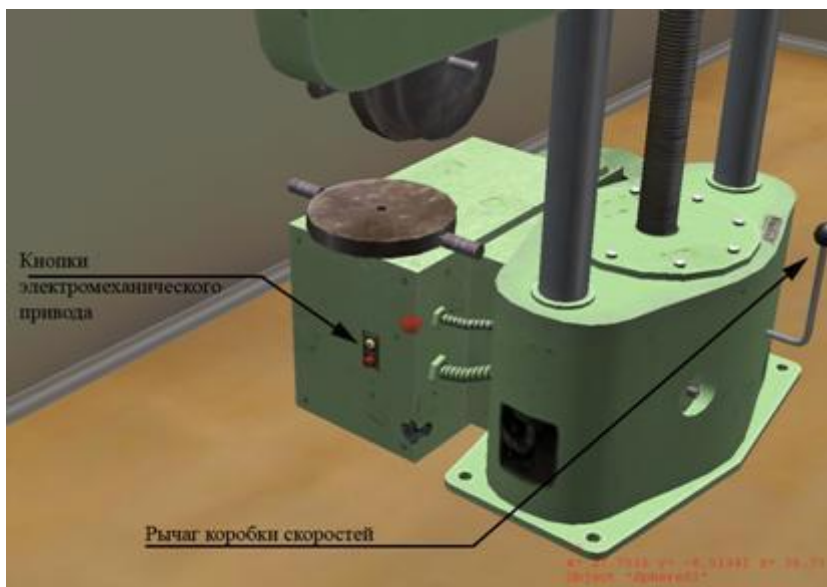


Рис. 6. Кнопки электромеханического привода и рычаг коробки скоростей

При растягивании шкала показывает данные (рис. 7). Управление пассивной стрелкой происходит от рукоятки посередине шкалы (вращая рукоятку, можно вращать стрелку). Во время работы из диаграммного аппарата «выезжает» лист с диаграммой (рис. 8).

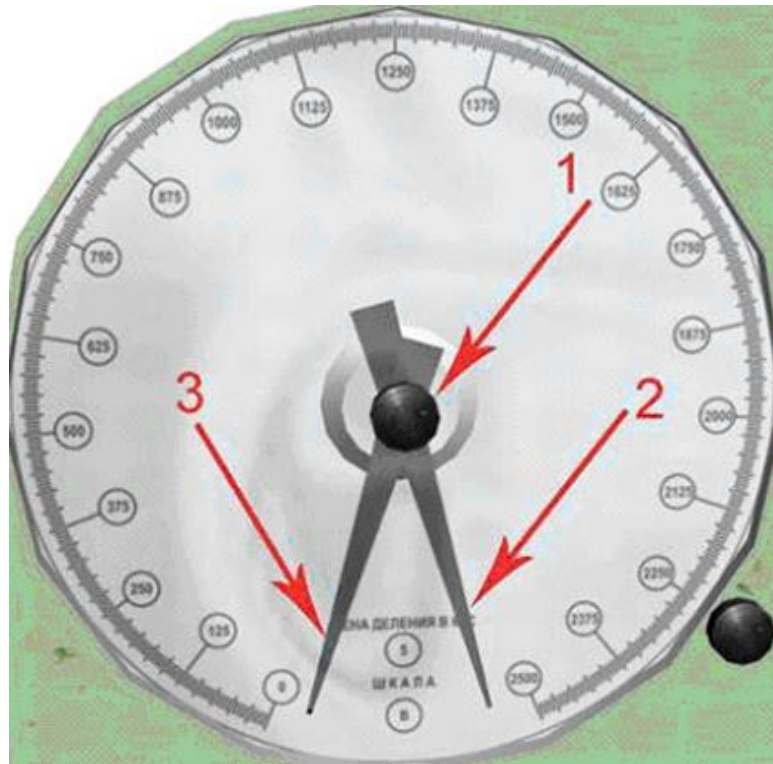


Рис. 7. Шкала динамографа: 1 – рукоятка управления пассивной стрелкой; 2 – активная стрелка (связана с замером); 3 – пассивная стрелка.

6. Постепенно образец в середине становится тоньше и длиннее за счет растяжения. В конце испытания образец рвется;

7. Затем необходимо выключить УММ–5 (кнопка «СТОП»), либо машина выключится сама;

8. Вытащить образец, и положить его на стол для замера (две половинки образца лягут друг к другу, образуя «целый» образец). Замер будет производиться при помощи штангенциркуля (рис. 9);

9. Взять со стола штангенциркуль и указать на образец. Одной губкой штангенциркуля встанет к месту замера на образце, а вторую можно двигать, тем самым производя замер в месте обрыва;

10. Снять динамограмму с УММ-5 и положить ее на стол. После того, как динамограмма оказалась на столе, имеется возможность растянуть ее на весь экран (щелчок на динамограмму растягивает ее на весь экран, повторный щелчок убирает ее обратно на стол);

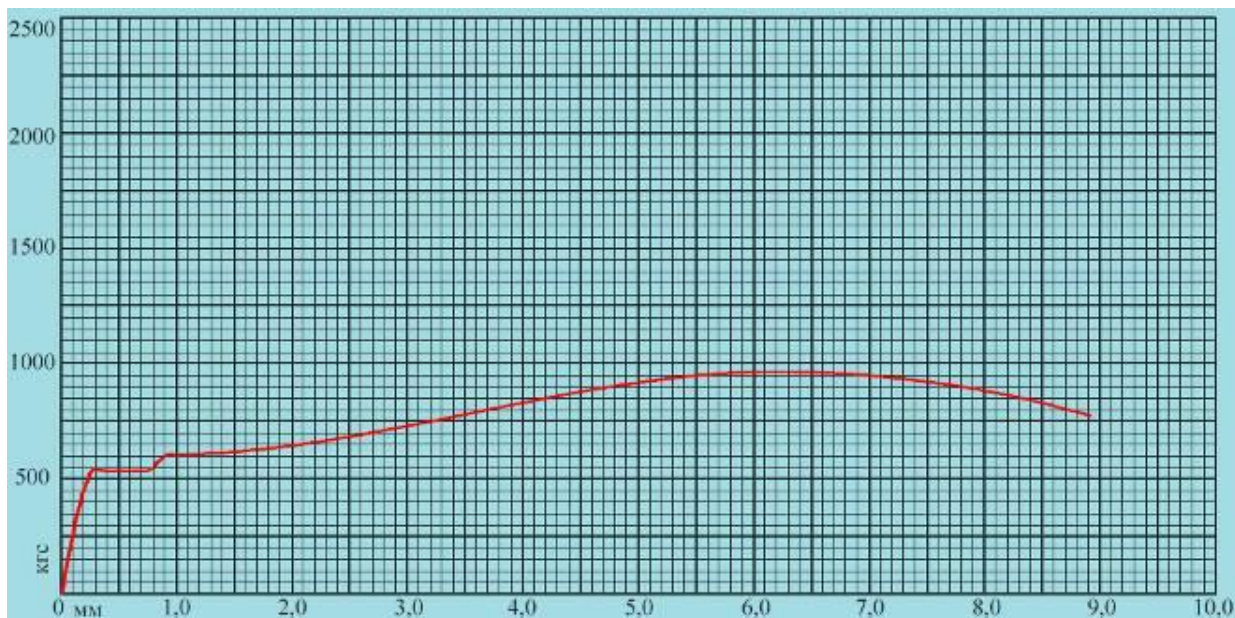


Рис. 8. Пример диаграммы разрыва образца

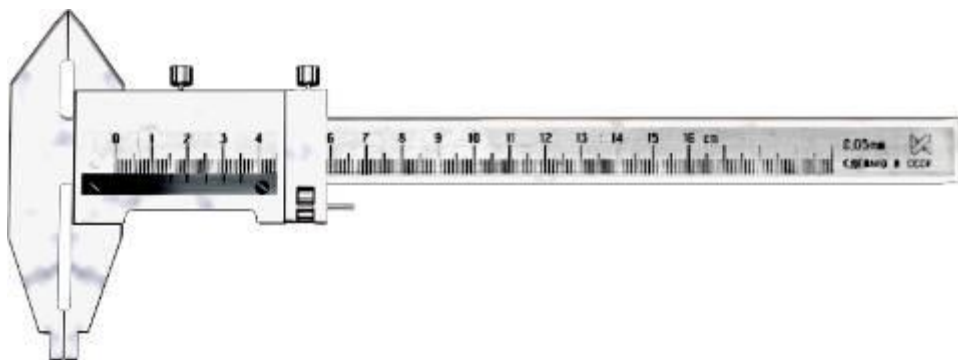


Рис. 9. Штангенциркуль

11. Сломанный образец нужно выкинуть в урну;
  12. Далее нижний кулачок поднять (кнопка «ВВЕРХ») до положения, чтобы поместить новый образец;
  13. Пассивную стрелку (3) динамографа установить в нулевое положение.
- Можно проводить дальнейшие испытания.

**Правила техники безопасности при работе на оборудовании при испытании на растяжение**

- Проверить наличие и исправность инструмента, исправность оборудования;
- Ознакомиться с технической документацией предстоящей работы;

- Подготовить рабочее место: на рабочем месте не должно быть ничего лишнего, рабочее место должно содержаться в чистоте;

- По окончании работы выключить оборудование.

**Отчет о работе:**

1. Указать тип и наименование испытательной машины.

2. Изобразить эскизы образца до испытаний и после.

3. Диаграмма растяжения стали.

4. Таблица протокола испытаний.

5. Вывод.

Таблица 6 - Протокол испытаний на растяжение

	Показатели		Образец				
			№ 1	№ 2	№ 3	№4	№5
Материал образца			Ст. 12 ХНЗ А	Ст. 20 ХГР	Ст. 25 ХГМ	Ст.30 Х	Ст. 30 ХГС
Диаметр образца	до испытания $d_0$ после испытания $d_k$	мм мм					
Площадь поперечного сечения	до испытания $F_0$ после испытания $F_k$	мм <sup>2</sup> мм <sup>2</sup>					
Длина расчетной части	до испытания $l_0$ после испытания $l_k$	мм мм					
Нагрузки, соответствующие пределу текучести:	физическому $P_T$ условному $P_{0,2}$ пределу прочности $P_{max}$	Н Н Н					
Предел текучести	Физический $\sigma_T$ условный $\sigma_{0,2}$	МПа МПа					
Предел прочности $\sigma_B$	МПа						
Относительное удлинение $\delta$	%						
Относительное сужение $\psi$	%						

Таблица 7 – протокол на растяжение

	Показатели		Образец				
			№ 6	№ 7	№ 8	№9	№10
Материал образца			Ст. 40	Ст.40 X	Ст. 65	Ст. СТ3	Ст. СТ5
Диаметр образца	до испытания $d_0$ после испытания $d_k$	мм мм					
Площадь поперечного сечения	до испытания $F_0$ после испытания $F_k$	мм <sup>2</sup> мм <sup>2</sup>					
Длина расчетной части	до испытания $l_0$ после испытания $l_k$	мм мм					
Нагрузки, соответствующие пределу текучести:	физическому $P_T$ условному $P_{0,2}$ пределу прочности $P_{max}$	Н Н Н					
Предел текучести	Физический $\sigma_T$ условный $\sigma_{0,2}$	МПа МПа					
Предел прочности $\sigma_B$	МПа						
Относительное удлинение $\delta$	%						
Относительное сужение $\psi$	%						

**Контрольные вопросы:**

1. На каком участке образца происходят основные деформации удлинения? Как это наблюдается на образце? Какие нагрузки фиксируются в этот момент?
2. Объясните, почему после образования шейки дальнейшее растяжение происходит при все уменьшающейся нагрузке?
3. Перечислите механические характеристики, определяемые в результате испытаний материала на растяжение. Укажите характеристики прочности и пластичности.
4. Дайте определение предела пропорциональности.
5. Дайте определение предела упругости.
6. Дайте определение предела текучести.

7. Дайте определение предела прочности.

8. Как определить предел текучести при отсутствии площадки текучести?

Покажите, как это сделать, по конкретной диаграмме.

9. Какие деформации называются упругими, какие остаточными? Укажите их на полученной в лабораторной работе диаграмме растяжения стали.

10. Как определяется остаточная деформация после разрушения образца?

11. Выделите на диаграмме растяжения образца из мягкой стали упругую часть его полного удлинения для момента действия максимальной силы.

12. Какое явление называется наклепом? До какого предела можно довести предел пропорциональности материалов с помощью наклепа?

13. Почему испытания на растяжение называются статическими?

14. Какие механические свойства металлов определяют при помощи этих испытаний?

15. Какие образцы применяются для статических испытаний металлических материалов на растяжение?

16. Назовите основные части разрывной машины и укажите их назначение.

**Проверяемые знания и умения:** ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 05, ПК 2.4, ПК 2.5, ПК 3.2, ПК 3.3

## **2.2 Материалы промежуточной аттестации**

Задания для оценки освоения знаний представляют экзамены по темам учебных семестров рабочей учебной программы дисциплины ОП.04 Техническая механика:

4 семестр/2 семестр в форме экзамена в виде собеседования.

Пакет экзаменатора  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**  
 Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта -  
 филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
 высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»  
 (УУКЖТ ИрГУПС)

РАССМОТРЕНО  
 ЦМК  
 Общетехнических и  
 электротехнических дисциплин  
 протокол № от « » \_\_\_\_\_ 2024 г.  
 \_\_\_\_\_ И.И. Молчанова  
 (подпись) (Ф.И.О.)

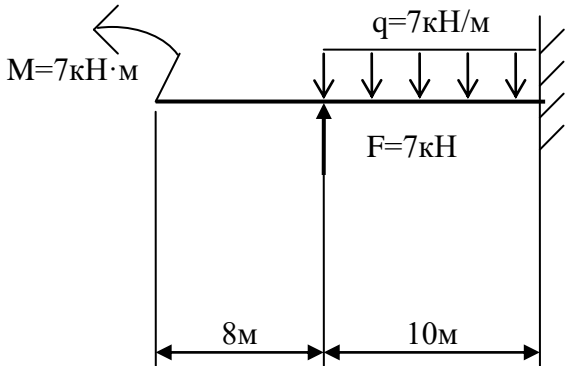
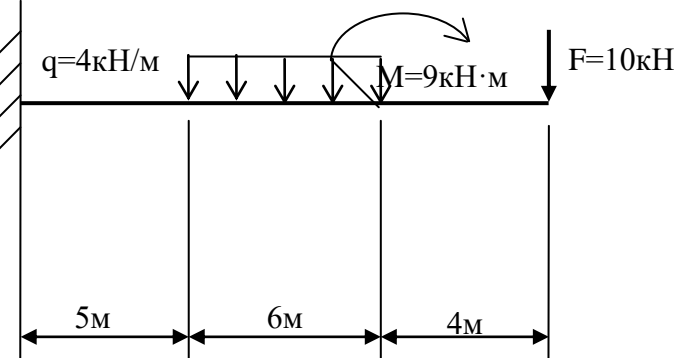
СОГЛАСОВАНО  
 Зам. директора колледжа по УР  
 \_\_\_\_\_ И.А. Бочарова  
 « » \_\_\_\_\_ 2024 г.

Пакет экзаменатора для оценки освоения умений и усвоения знаний  
 по дисциплине ОП.04. Техническая механика  
 специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)  
 2 курс, 4 семестр/1 курс, 2 семестр

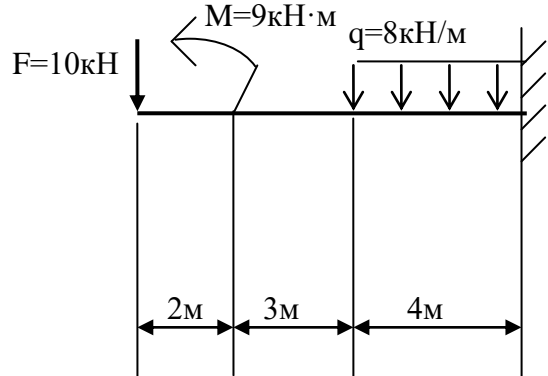
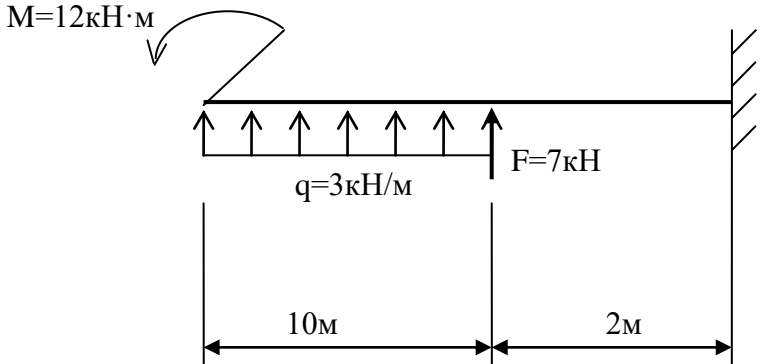
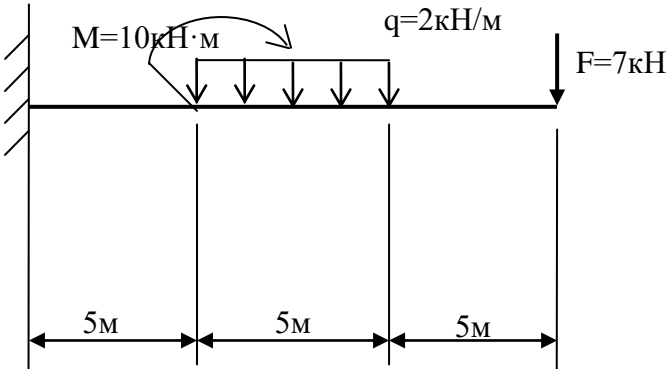
Содержание задания 1	Оцениваемые умения и знания 2	Показатели оценки результата 3
Вопросы:	31 – виды движений и преобразующие движения механизмы;	объяснение видов движений и преобразующие движения механизмы
1. Редукторы, их назначение, устройство, классификация.	32– виды износа и деформаций деталей и узлов;	объяснение видов износа и деформаций деталей и узлов;
2. Червячные передачи, их назначение, область применения.	33– виды передач, их устройство, назначение, преимущества и недостатки, условные обозначения на схемах;	объяснение видов передач, их устройство, назначение, преимущества и недостатки, условные обозначения на схемах;
3. Червячные передачи, их назначение, область применения.	34– кинематику механизмов, соединения деталей машин, механические передачи, виды и устройство передач;	объяснение кинематики механизмов, соединения деталей машин, механические передачи, виды и устройство передач;
4. Зубчатые передачи, их назначение, область применения.		
5. Фрикционные передачи, их назначение область применения.		
6. Оси и валы, их конструктивные особенности.		
7. Детали машин. Основные понятия, критерии работоспособности.		
8. Классификация неразъемных соединений. Сварные соединения.		

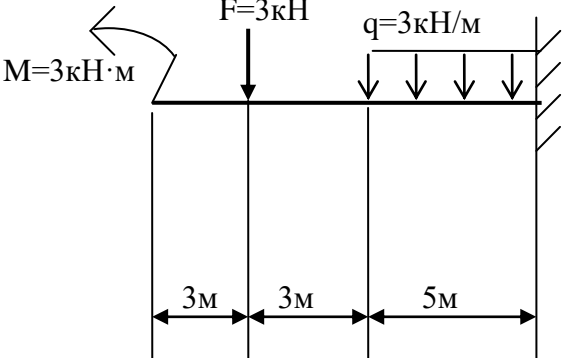
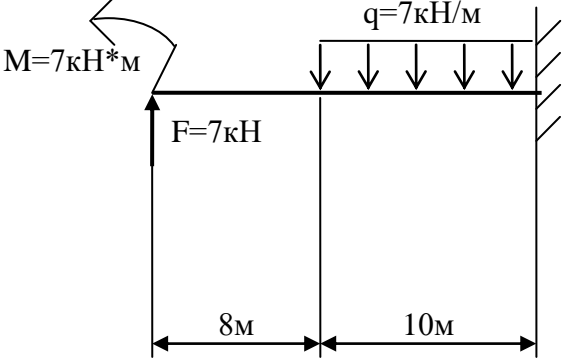
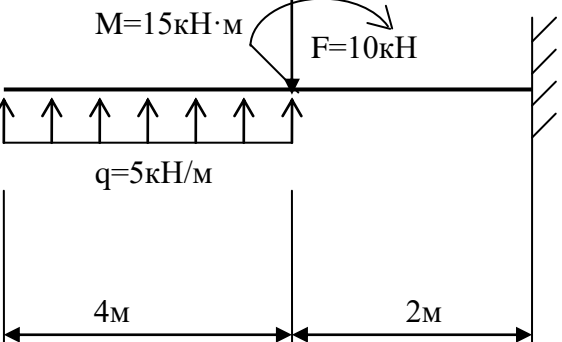


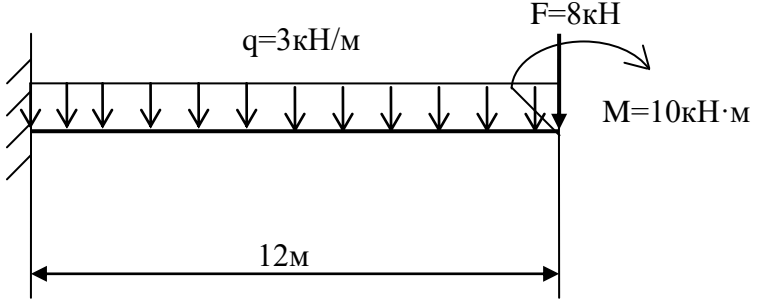
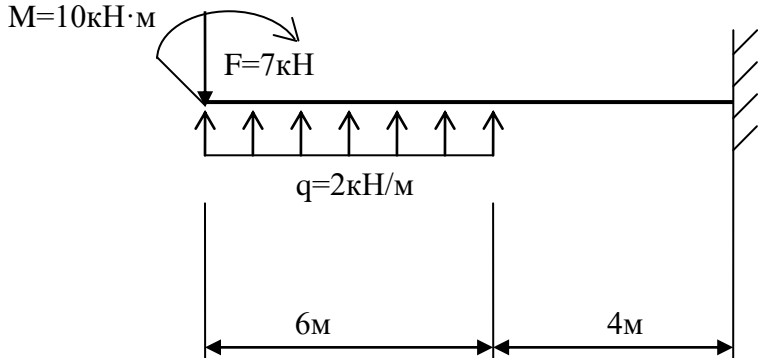
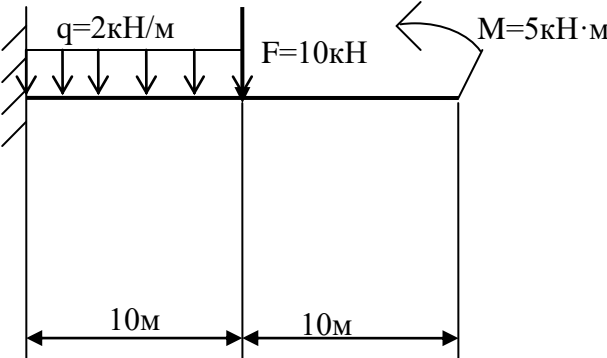
1	2	3
9. Классификация разъемных соединений. Резьбовые соединения.	35– методику расчета конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации;	объяснение методики расчета конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации;
10. Классификация механических передач. Основные кинематические соотношения.		
11. Муфты, их назначение, устройство, применение.	37– назначение и классификацию подшипников;	объяснение назначения и классификации подшипников;
12. Формула Эйлера. Пределы применимости.	38– характер соединения основных сборочных единиц и деталей;	объяснение характера соединения основных сборочных единиц и деталей;
13. Поперечный изгиб. Условие прочности. Момент сопротивления. Три рода задач при изгибе.	39– основные типы смазочных устройств;	объяснение основных типов смазочных устройств;
14. Кручение. Условие прочности и жесткости при кручении.	310– типы, назначение, устройство редукторов;	объяснение типов, назначения, устройства редукторов;
15. Осевой, центробежный и полярный моменты инерции сечения.	311– трение, его виды, роль трения в технике;	объяснение трения, его виды, роль трения в технике;
16. Эвольвентное зацепление в зубчатой передаче.	312– устройство и назначение инструментов и контрольно-измерительных приборов, используемых при техническом обслуживании и ремонте оборудования.	объяснение устройство и назначение инструментов и контрольно-измерительных приборов, используемых при техническом обслуживании и ремонте оборудования.
17. Напряжение рабочее и допускаемое.		
18. Деформация изгиба. Поперечная сила и изгибающий момент.		
19. Редукторы, их назначение, устройство, классификация.		
20. Резьбовые соединения. Способы стопорения резьбовых соединений.		
21. Ременная и цепная передача. Применение, классификация.		
22. Устойчивость сжатых стержней.		
23. Растяжение, сжатие прямого бруса.		
24. Эвольвентное зацепление.		
25. Подшипники скольжения. Подшипники качения.		

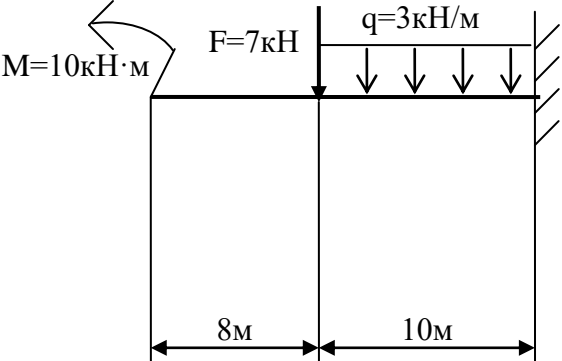
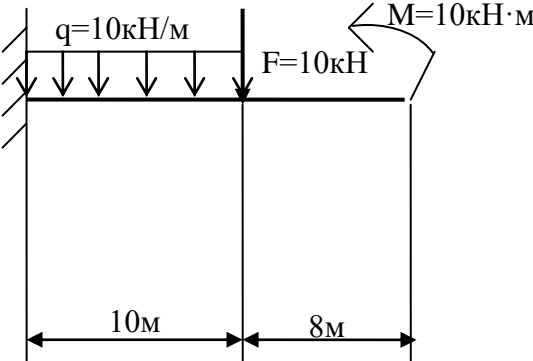
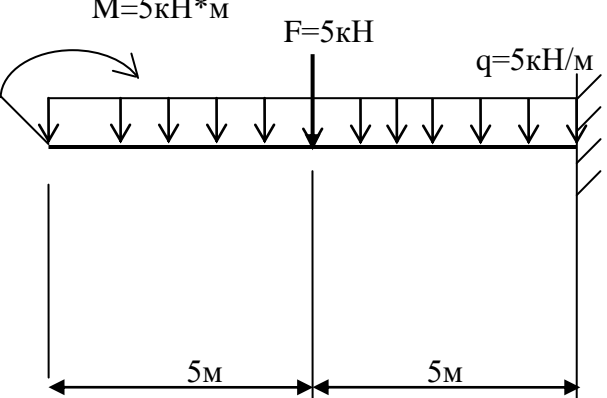
1	2	3
<p>Практические задачи: Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов</p>	<p>У1– определять напряжения в конструктивных элементах; У2– определять передаточное отношение;</p>	<p>грамотно определять напряжения в конструктивных элементах; грамотно определять передаточное отношение;</p>
<p>1.</p> 	<p>У3– проводить расчет и проектировать детали и сборочные единицы общего назначения; У4– проводить сборочно-разборочные работы в соответствии с характером соединений деталей и сборочных единиц;</p> <p>У5– производить расчеты на сжатие, срез и смятие;</p>	<p>грамотно проводить расчет и проектировать детали и сборочные единицы общего назначения; грамотно проводить сборочно-разборочные работы в соответствии с характером соединений деталей и сборочных единиц;</p> <p>грамотно производить расчеты на сжатие, срез и смятие;</p>
<p>2.</p> 	<p>У6– производить расчеты элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;</p> <p>У7– собирать конструкции из деталей по чертежам и схемам;</p> <p>У8– читать кинематические схемы.</p>	<p>грамотно производить расчеты элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;</p> <p>грамотно собирать конструкции из деталей по чертежам и схемам;</p> <p>грамотно читать кинематические схемы.</p>

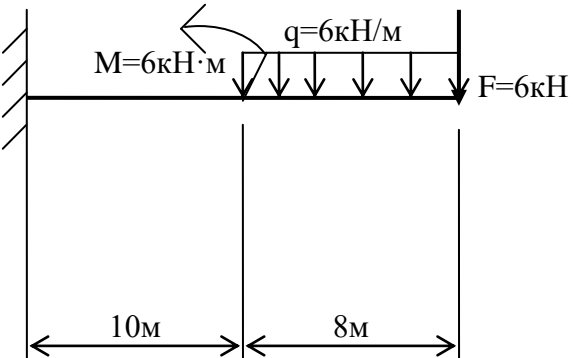
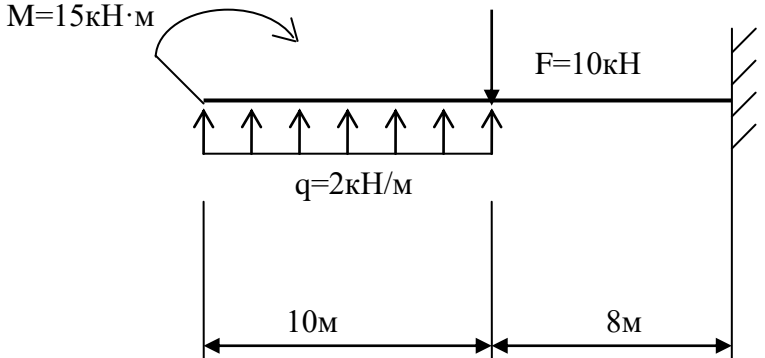
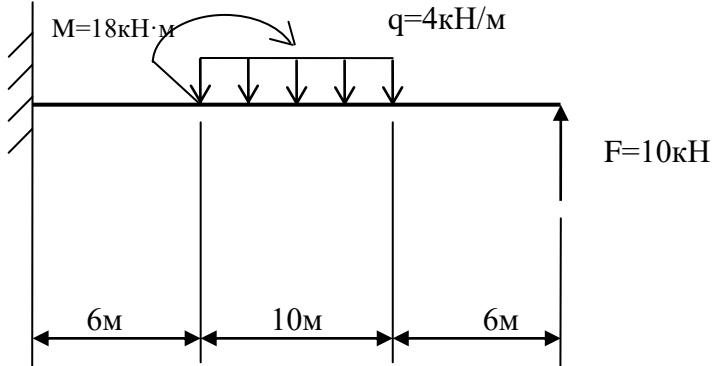
1	2	3
<p>3.</p> <p>Diagram 3: A beam of length 14m is fixed at the right end. A uniformly distributed load <math>q = 3 \text{ kH/m}</math> acts upwards over the first 8m. A point load <math>F = 8 \text{ kH}</math> acts upwards at the end of the distributed load. A counter-clockwise moment <math>M = 7 \text{ kH}\cdot\text{m}</math> is applied at the fixed end.</p>		
<p>4.</p> <p>Diagram 4: A beam of length 12m is fixed at the right end. A point load <math>F = 10 \text{ kH}</math> acts upwards at the left end. A uniformly distributed load <math>q = 3 \text{ kH/m}</math> acts upwards over the last 10m of the beam. A counter-clockwise moment <math>M = 10 \text{ kH}\cdot\text{m}</math> is applied at the fixed end.</p>		
<p>5.</p> <p>Diagram 5: A beam of length 15m is fixed at the right end. A counter-clockwise moment <math>M = 9 \text{ kH}\cdot\text{m}</math> is applied at the left end. A point load <math>F = 9 \text{ kH}</math> acts downwards at 4m from the left. A uniformly distributed load <math>q = 3 \text{ kH/m}</math> acts downwards over the last 6m of the beam.</p>		

1	2	3
<p>6.</p> 		
<p>7.</p> 		
<p>8.</p> 		

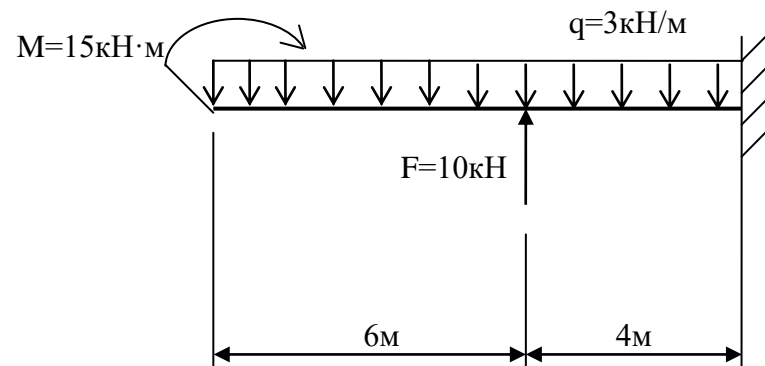
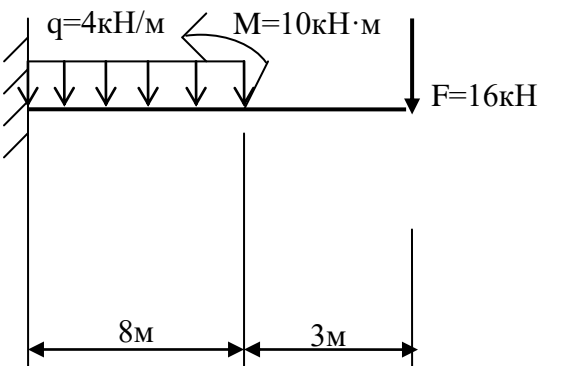
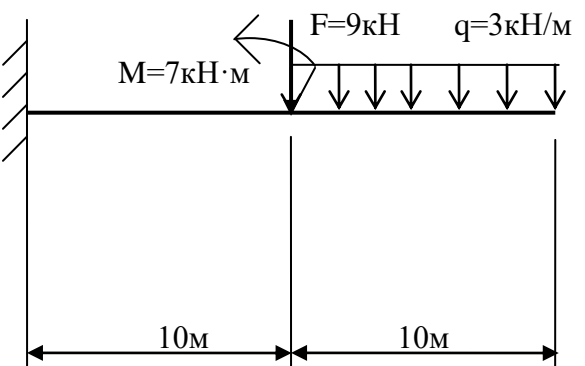
1	2	3
<p>9.</p> 		
<p>10.</p> 		
<p>11.</p> 		

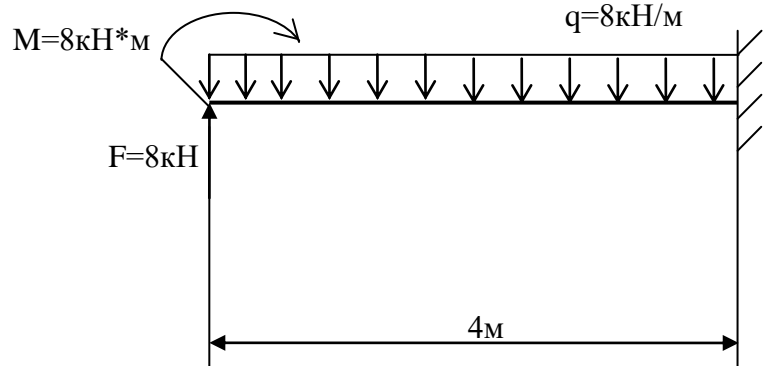
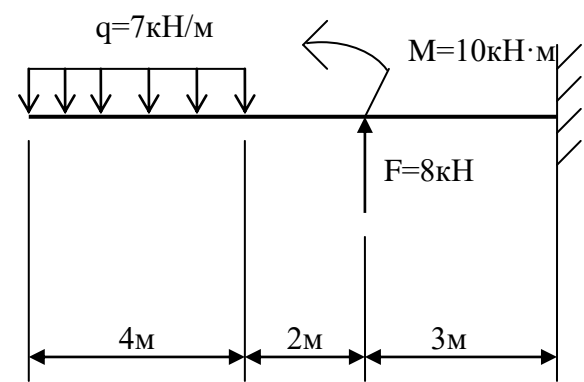
1	2	3
<p>12.</p> 		
<p>13.</p> 		
<p>14.</p> 		

1	2	3
<p>15.</p> 		
<p>16.</p> 		
<p>17.</p> 		

1	2	3
<p>18.</p> 		
<p>19.</p> 		
<p>20.</p> 		



1	2	3
<p>21.</p> 		
<p>22.</p> 		
<p>23.</p> 		

1	2	3
<p>24.</p> 		
<p>25.</p> 		

Условия выполнения задания:

1. Максимальное время выполнения задания 60 минут.

Преподаватель \_\_\_\_\_

(подпись)

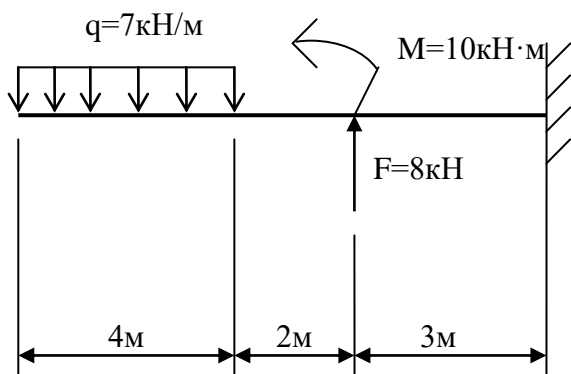
(Ф.И.О.)

Приложение Г  
 Экзаменационный билет  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
 Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта -  
 филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
 высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»  
 (УУКЖТ ИрГУПС)

РАССМОТРЕНО ЦМК Общетехнических и электротехнических дисциплин протокол № от« » 2024 г. _____ И.И.Молчанова (подпись) (Ф.И.О.)	ЭКЗАМЕН Дисциплина: <b>ОП.04 Техническая механика</b> Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) 2 курс, 4 семестр/1 курс, 2 семестр	СОГЛАСОВАНО Зам. директора колледжа по УР _____ И.А.Бочарова « » 2024 г.
--	--	---

**Билет №1**

Содержание задания	Оцениваемые умения и знания
1. Редукторы, их назначение, устройство, классификация.	З1
2. Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов	У1, У2



**Инструкция**

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Максимальное время выполнения задания 60 минут.
3. Критерии оценки результата:

- «отлично» - теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные учебной рабочей программой задания выполнены;

- «хорошо»- теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные учебной рабочей программой задания выполнены, некоторые из выполненных заданий содержат незначительные ошибки;

- «удовлетворительно» - теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят систематического характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство, предусмотренных учебной рабочей программой заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками;

- «неудовлетворительно» - теоретическое содержание дисциплины не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство, предусмотренных учебной рабочей программой заданий не выполнено

Преподаватель \_\_\_\_\_