

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 31.10.2023 16:59:00  
Уникальный программный ключ:  
b683afe664d7e9f64175886cf9626a198149ad36

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Факультет  
Кафедра

*Естественнонаучный*  
*Технологии и общетехнических дисциплин*

**Оценочные материалы по дисциплине (модулю)**

дисциплина

*Сопротивление материалов*

**Блок Б1, обязательная часть, Б1.О.19**

цикл дисциплины и его часть (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений)

Направление

**20.03.01**  
код

**Техносферная безопасность**  
наименование направления

Программа

**Безопасность технологических процессов и производств**

Форма обучения

**Заочная**

Для поступивших на обучение в  
**2023 г.**

Разработчик (составитель)  
**к.т.н., доцент**  
**Белобородова Т. Г.**  
ученая степень, должность, ФИО

<b>1. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).....</b>	<b>3</b>
<b>2. Оценочные средства, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю).....</b>	<b>6</b>
<b>8. Вычислить значения главных центральных моментов инерции. ....</b>	<b>42</b>
<b>3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания .....</b>	<b>56</b>

**1. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Показатели и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)				Вид оценочного средства
			1	2	3	4	
			неуд.	удовл.	хорошо	отлично	
ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной	ОПК-1.1. Учитывает современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой	Обучающийся должен: Знать основные виды напряженно-деформированного состояния тела: растяжение-сжатие, сдвиг, кручение, изгиб, сложное сопротивление; методы расчета на прочность и жесткость для любого вида напряженно-деформированного состояния тела при действии	Фрагментарные знания основных видов напряженно-деформированного состояния тела: растяжение-сжатие, сдвиг, кручение, изгиб, сложное сопротивление; методов расчета на прочность и жесткость для любого вида напряженно-деформированного состояния тела при	В целом сформированные, но неполные знания основных видов напряженно-деформированного состояния тела: растяжение-сжатие, сдвиг, кручение, изгиб, сложное сопротивление; методов расчета на прочность и жесткость для любого вида напряженно-	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных видов напряженно-деформированного состояния тела: растяжение-сжатие, сдвиг, кручение, изгиб, сложное сопротивление; методов расчета на прочность и жесткость для любого вида напряженно-	Сформированные систематические знания основных видов напряженно-деформированного состояния тела: растяжение-сжатие, сдвиг, кручение, изгиб, сложное сопротивление; методов расчета на прочность и жесткость для любого вида напряженно-	Тестовые задания

<p>деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека;</p>	<p>окружающей среды и обеспечением безопасности человека.</p>	<p>статических нагрузок; методы расчета сжатых стержней на устойчивость.</p>	<p>действии статических нагрузок; методов расчета сжатых стержней на устойчивость.</p>	<p>деформированного состояния тела при действии статических нагрузок; методов расчета сжатых стержней на устойчивость.</p>	<p>деформированного состояния тела при действии статических нагрузок; методов расчета сжатых стержней на устойчивость.</p>	<p>деформированного состояния тела при действии статических нагрузок; методов расчета сжатых стержней на устойчивость.</p>	
	<p>ОПК-1.2. Осуществляет проектирование технических объектов с использованием методов и средств инженерной и компьютерной графики.</p>	<p>Обучающийся должен:  Уметь правильно выбрать предпосылки для расчета: расчетную схему конструкции, режимы ее работы, характер и методы расчета; проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость</p>	<p>Фрагментарное умение правильно выбрать предпосылки для расчета: расчетную схему конструкции, режимы ее работы, характер и методы расчета; проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций;</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое умение правильно выбрать предпосылки для расчета: расчетную схему конструкции, режимы ее работы, характер и методы расчета; проводить расчеты на прочность, жесткость и</p>	<p>Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение правильно выбрать предпосылки для расчета: расчетную схему конструкции, режимы ее работы, характер и методы расчета; проводить расчеты на прочность, жесткость и</p>	<p>Сформированное умение правильно выбрать предпосылки для расчета: расчетную схему конструкции, режимы ее работы, характер и методы расчета; проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций;</p>	<p>Письменная контрольная работа</p>

		элементов конструкций; правильно оценивать результаты расчета, анализировать, обобщать.	правильно оценивать результаты расчета, анализировать, обобщать.	устойчивость элементов конструкций; правильно оценивать результаты расчета, анализировать, обобщать.	устойчивость элементов конструкций; правильно оценивать результаты расчета, анализировать, обобщать.	правильно оценивать результаты расчета, анализировать, обобщать.	
ОПК-1.3. Применяет на практике методы теоретического и экспериментального исследования в естественнонаучных дисциплинах.	Обучающийся должен: Владеть навыками решения типовых задач при простых и сложных видах нагружения; навыками работы со справочной и научной литературой.	Не демонстрирует владение навыками решения типовых задач при простых и сложных видах нагружения; навыками работы со справочной и научной литературой.	Не уверенно демонстрирует владение навыками решения типовых задач при простых и сложных видах нагружения; навыками работы со справочной и научной литературой.	Уверенно демонстрирует владение навыками решения типовых задач при простых и сложных видах нагружения; навыками работы со справочной и научной литературой.	Демонстрирует полное владение навыками решения типовых задач при простых и сложных видах нагружения; навыками работы со справочной и научной литературой	Самостоятельная контрольная работа	

## 2. Оценочные средства, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

### Тестовые задания

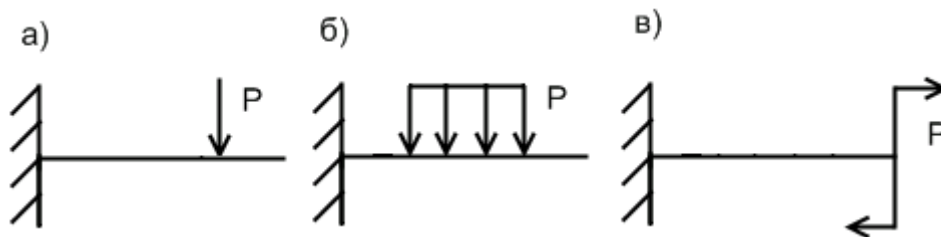
#### Тестовые задания для оценки уровня сформированности компетенции ОПК-1.1 на этапе «Знания»

##### 1. Основные понятия науки о сопротивлении материалов

1. Способность конструкций воспринимать внешнюю нагрузку без разрушения – это:

- а) жесткость;
- б) прочность;
- в) устойчивость;
- г) нет правильного варианта.

2. На расчетных схемах сосредоточенная сила  $P$  изображается:



г) нет правильного варианта.

3. Внутренний силовой фактор, возникающий при стремлении к относительному повороту двух частей стержня вокруг оси  $Z$ :

- а)  $M_y$ ;
- б)  $M_x$ ;
- в)  $M_{kp}$ ;
- г) нет правильного варианта.

4. Напряжение, при котором в поперечном сечении бруса из шести силовых факторов  $M_x \neq 0$  и  $Q_y \neq 0$ , а остальные равны нулю – называется:

- а) растяжение;
- б) плоский поперечный изгиб;
- в) чистый изгиб;
- г) нет правильного варианта.

5. Нагружение, при котором в поперечном сечении бруса из шести силовых факторов  $M_{кр} \neq 0$ , а остальные равны нулю – называется:

- а) растяжение;
- б) кручение;
- в) чистый сдвиг;
- г) нет правильного варианта.

6. Под действием внешних сил все тела в той или иной мере меняют свою форму, т.е.:

- а) упрочняются; б) перемещаются; в) деформируются;
- г) нет правильного варианта.

7. Нагружение, при котором в поперечном сечении бруса возникает только один силовой фактор – продольная сила ( $N$ ) называется:

- а) изгиб; б) кручение; в) растяжение (сжатие);
- г) нет правильного варианта.

8. Элемент конструкции, у которого один из геометрических размеров – длина, много больше двух других называется:

- а) стержень; б) оболочка; в) массивное тело; г) нет правильного варианта.

9. Элемент конструкции, у которого один из геометрических размеров – толщина, много меньше двух других называется:

- а) стержень; б) оболочка; в) массивное тело;
- г) нет правильного варианта.

10. Элемент конструкции, у которого геометрические размеры равновелики называется:

- а) стержень; б) оболочка; в) массивное тело;
- г) нет правильного варианта.

11. Брус круглого поперечного сечения, работающий на кручение, называется:

- а) стержнем; б) валом; в) балкой;
- г) нет правильного варианта.

## 2. Построение эпюр внутренних усилий

1. Если на участке бруса действует распределенная нагрузка, то эпюра продольной силы отчерчивается:

- а) прямой линией; **б) прямой наклонной линией;** в) параболой;
- г) нет правильного варианта.

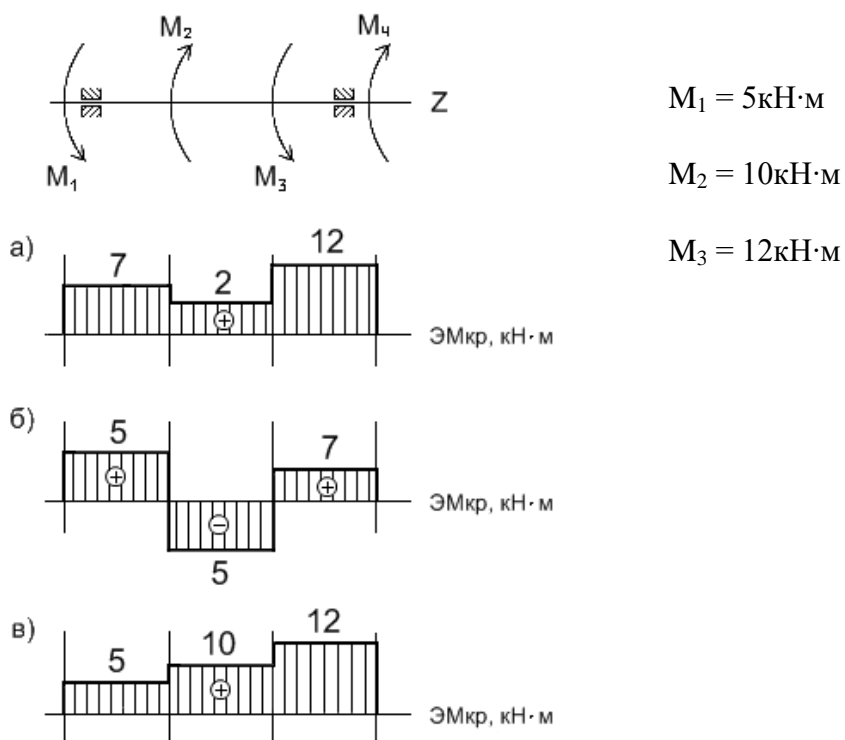
2. В точке приложения сосредоточенной силы на эпюре продольной силы имеется скачек, равный:

- а) нулю; б) величине силы умноженной на длину участка;
- в) величине этой силы;** г) нет правильного варианта.

3. Для крутящего момента  $M_{кр}$  выполняется следующее правило:

- а)  $M_{кр} = \sum M^n = \sum M^n$ ; **б)  $M_{кр} = \sum M^n = -\sum M^n$ ;**
- в)  $M_{кр} = \sum M^n + \sum M^n$ ; г) нет правильного варианта.

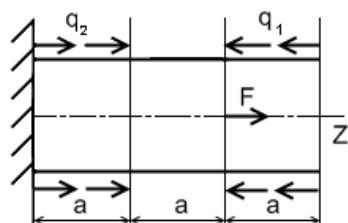
4. Для данной расчетной схемы выбрать правильную эпюру:





г) нет правильного варианта.

5. Для данной расчетной схемы выбрать правильную эпюру:

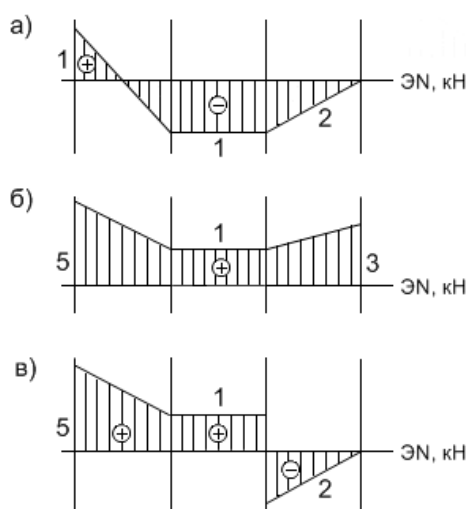


$$F = 3 \text{ кН}$$

$$q_1 = 2 \text{ кН}$$

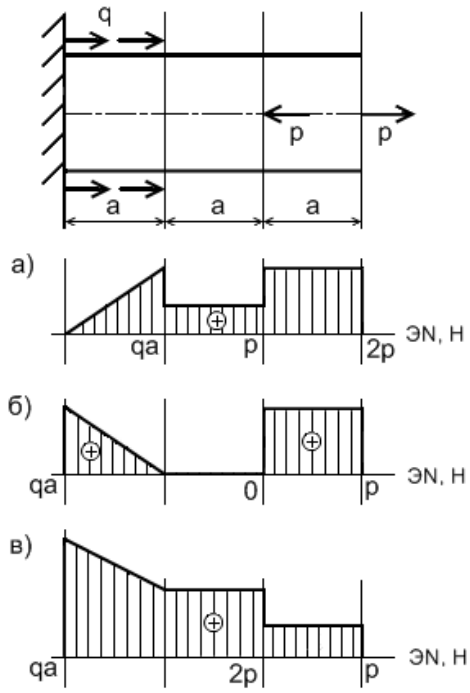
$$q_2 = 4 \text{ кН}$$

$$a = 1 \text{ м}$$



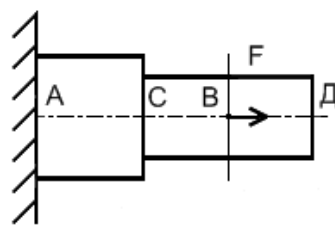
г) нет правильного варианта.

6. Для данной расчетной схемы выбрать правильную эпюру:

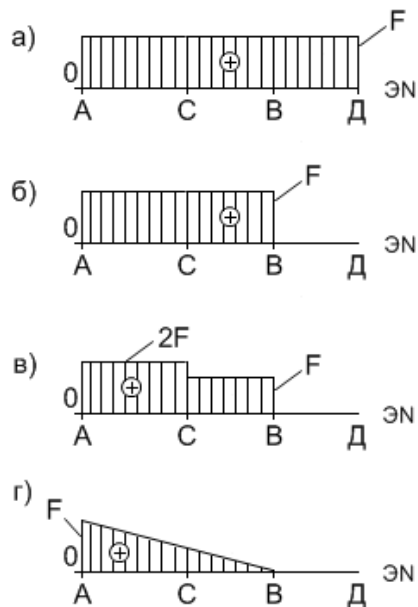


г) нет правильного варианта.

7. Как выглядит заданном нагружении

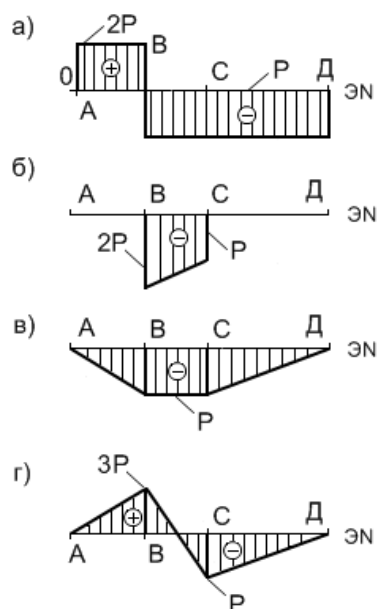
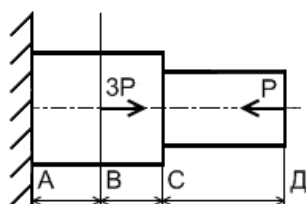


эпюра продольной силы при ступенчатого бруса:

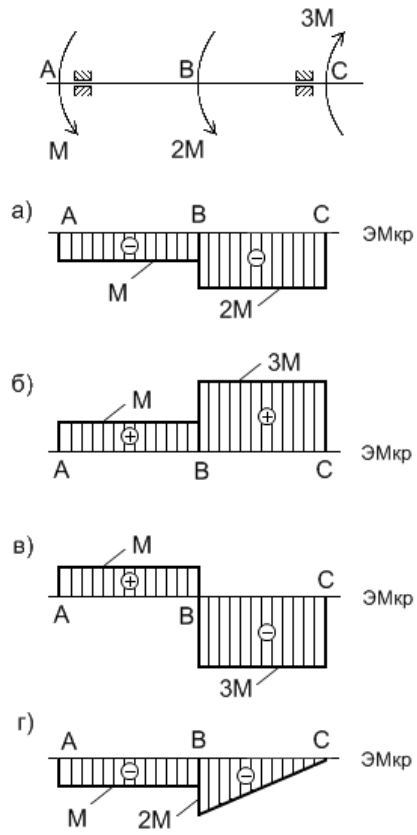


8. Эюра продольной силы при заданном нагружении ступенчатого бруса имеет

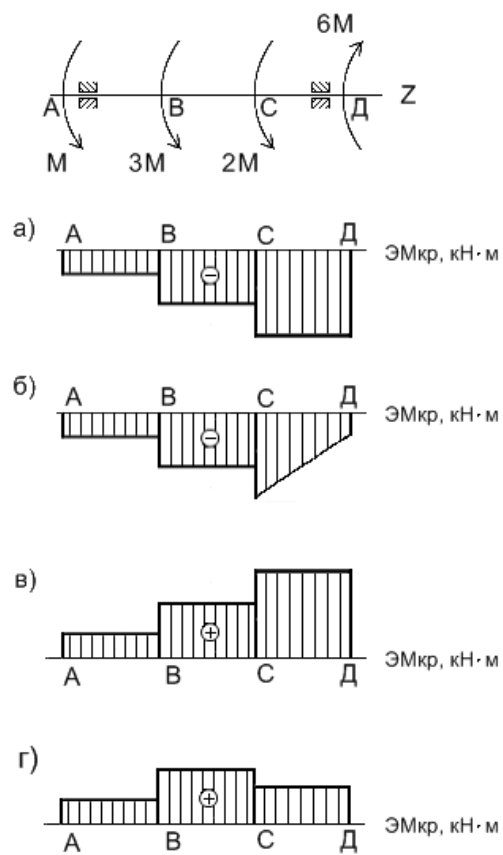
ВИД:



9. Эпюра крутящего момента при заданном нагружении вала имеет вид:

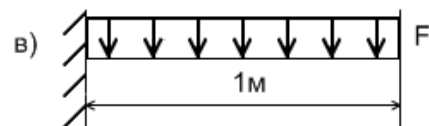
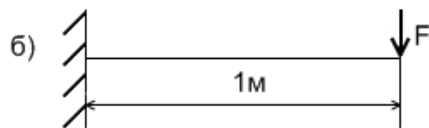
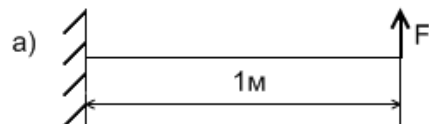
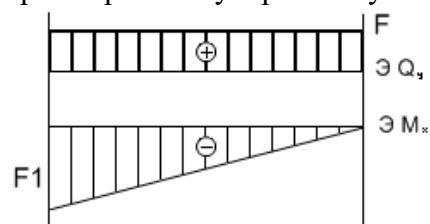


10. Эпюра крутящего  
данном нагружении вала имеет



момента при  
ВИД:

11. Для данных эпюр выбрать правильную расчетную схему:



г) нет правильного варианта.

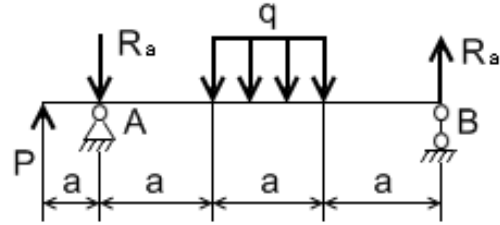
12. Для данной расчетной схемы составить уравнение равновесия:  $\sum F_y = 0$ :

а)  $\sum F_y = -p - R_A - qa + R_B$ ;

б)  $\sum F_y = p - R_A - qa + R_B$ ;

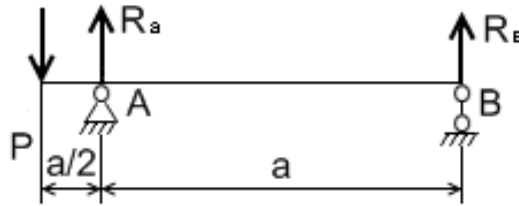
в)  $\sum F_y = -p - R_A + qa + R_B$ ;

г) нет правильного варианта.



13. Для данной расчетной схемы составить уравнение равновесия:  $\sum M_A = 0$  и

$\sum M_B = 0$ :



а)  $\sum M_A = P \times \frac{a}{2} + R_A \times a = 0$ ,

$\sum M_B = P \times \frac{3a}{2} - R_A \times a = 0$ .

б)  $\sum M_A = -P \times \frac{a}{2} + R_A \times a = 0$ ,

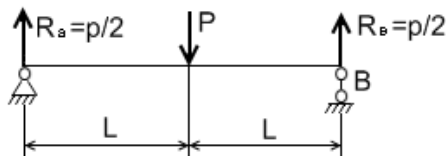
$\sum M_B = -P \times \frac{3a}{2} - R_A \times a = 0$ .

в)  $\sum M_A = -P \times \frac{a}{2} + R_A \times a = 0$ ,

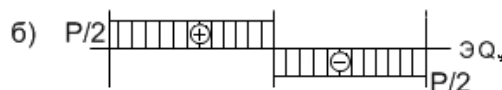
$\sum M_B = -P \times \frac{a}{2} + R_A \times a = 0$ .

г) нет правильного варианта.

14. Для данной выбрать правильную силу  $Q_y$ :

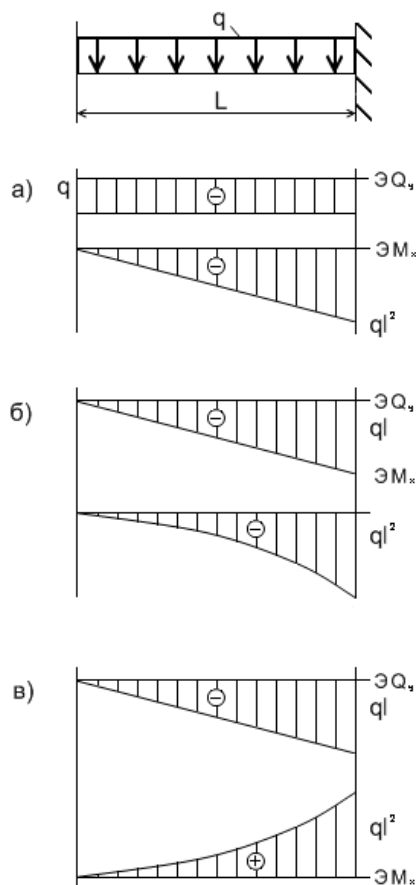


расчетной схемы эпюру поперечной



г) нет правильного варианта.

15. Для данной расчетной схемы выбрать правильную эпюру:



г) нет правильного варианта.

16. Если эпюра поперечной силы пересекает ось эпюры, то чему равен изгибающий момент  $M_x$  в этом сечении:

- а) нулю; **б) принимает экстремальное значение;**
- в) имеет скачок в этой точке; г) нет правильного варианта.

17. Чем вызван скачок на эпюре изгибающего момента:

- а) приложением сосредоточенной силы в этой точке;
- б) приложением распределенной нагрузки;
- в) приложением сосредоточенного момента в этой точке;**
- г) нет правильного варианта.

18. Если на участке балки приложена равномерно-распределенная нагрузка, то какой вид будет иметь эпюра поперечной силы  $Q_y$  на этом участке:

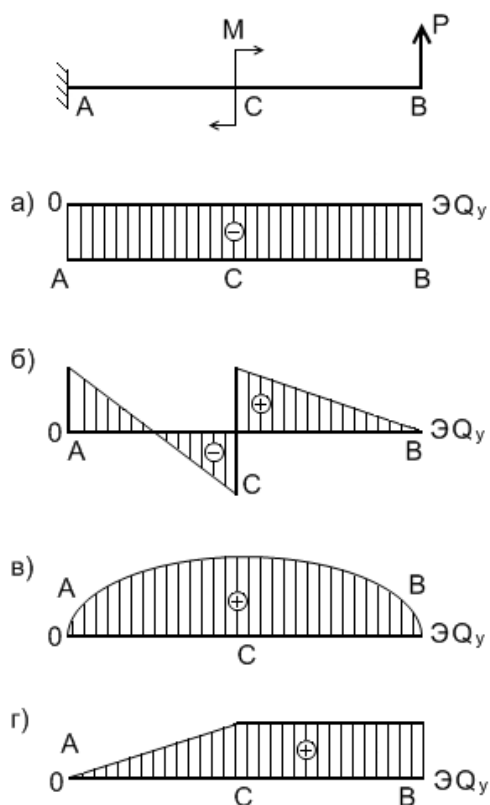
- а) прямая параллельная оси эпюры; **б) наклонная прямая;**
- в) парабола; г) нет правильного варианта.

19. Если на участке балки приложена равномерно-распределенная нагрузка, то какой вид будет иметь эпюра  $\dot{I}_x$  на этом участке:

- а) прямая параллельная оси эпюры; б) наклонная прямая;
- в) парабола, выпуклостью навстречу нагрузке;**
- г) нет правильного варианта.



20. Эюра поперечных сил при данном нагружении консоли выглядит:



### 3. Геометрические характеристики плоских сечений

1. Формула для вычисления статического момента сечения относительно оси y:

$$\text{a) } S_y = \int_A x dA;$$

$$\text{б) } S_x = \int_A y dA;$$

$$\text{в) } S_y = \int_A x^2 dA;$$

$$\text{г) } S_x = \int_A y^2 dA;$$

2. Формулы для вычисления осевых моментов инерции сечения относительно осей x и y:

$$\text{a) } J_x = \int_A y^2 dA; J_y = \int_A x^2 dA;$$

$$\text{б) } J_x = \int_A y^2 dA; J_y = \int_A x^2 dA.$$

$$\text{в)} J_x = \int_A y^2 dA; J_y = \int_A x^2 dA;$$

$$\text{г)} J_x = \int_A y dA; J_y = \int_A x dA.$$

3. Выберите формулу для вычисления координаты  $x_c$  центра тяжести сложного составного сечения:

$$\text{а)} x_c = \frac{\sum_{i=1}^n S_{xi}}{\sum_{i=1}^n A_i};$$

$$\text{б)} x_c = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ci} \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i};$$

$$\text{в)} x_c = \int_A x \cdot dA;$$

$$\text{г)} x_c = \frac{\sum_{i=1}^n y_{ci} \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}.$$

4. Единица измерения моментов инерции сечения:

$$\text{а)} \text{см}^2; \quad \text{б)} \text{см}^3; \quad \text{в)} \text{см}^4; \quad \text{г)} \text{см}^{-2}.$$

5. При переходе от центральных осей к нецентральному, осевые моменты сечения:

а) увеличиваются;

б) уменьшаются;

в) остаются неизменными;

г) нет правильного варианта.

6. Моменты инерции сечения, бывают:

а) геометрические, центробежные, осевые;

б) осевые, центробежные, полярные;

в) полярные, статические, осевые;

г) нет правильного варианта.

7. Центробежные моменты инерции сечения при параллельном переходе от центральных осей к нецентральному вычисляются по формуле:

$$\text{а)} J_{x_1 y_1} = J_{xy} + b^2 A;$$

$$\text{б)} J_{x_1 y_1} = J_x + 2a S x + a^2 A;$$

$$\text{в)} J_{x_1 y_1} = J_{xy} + ab A;$$

$$\text{г)} J_{x_1 y_1} = J_{xy} - ab A.$$

8. Выберите формулу для вычисления полярного момента инерции:

а)  $J_{\rho} = \int_A xy dA$ ; б)  $J_{\rho} = \int_A \rho dA$ ;

в)  $J_{\rho} = \int_A \rho^2 dA$ ; г)  $J_{\rho} = \int_A x^2 dA$ .

9. С изменением угла поворота осей, значение осевых моментов  $J_x$ ,  $J_y$  меняются, а их сумма равна:

а)  $J_x + J_y = J_{xy}$ ;

б)  $J_x + J_y = 0$ ;

в)  $J_x + J_y = J_u + J_v = const$ ;

г) нет правильного варианта.

10. Полярный момент инерции для круга определяется по формуле:

а)  $J_p = \frac{\pi d^4}{32}$ ;

б)  $J_p = \frac{\pi d^4}{64}$ ;

в)  $J_p = \frac{\pi d^4}{8}$ ;

г) нет правильного варианта.

11. Осевой момент инерции  $J_y$  для прямоугольника определяется по формуле:

а)  $J_y = \frac{bh^3}{12}$ ;

б)  $J_y = \frac{hb^3}{12}$ ;

в)  $J_y = \frac{hb^3}{36}$ ;

г)  $J_y = \frac{bh^2}{6}$ .

12. Для фигур, имеющих хотя бы одну ось симметрии центробежный момент инерции относительно этой оси равен:

а)  $J_{xy} = 1$ ;

б)  $J_{xy} = J_p$ ;

в)  $J_{xy} = 0$ ;

г)  $J_{xy} = J_x + J_y$ .

13. Формула для вычисления полярного момента инерции:

а)  $J_{\rho} = \int_A xy dA;$

б)  $J_{\rho} = \int_A \rho dA;$

в)  $J_{\rho} = \int_A \rho^2 dA;$

г)  $J_{\rho} = \int_A x^2 dA.$

14. Формула для вычисления центробежного момента инерции:

а)  $J_{xy} = \int_A x^2 y^2 dA;$

б)  $J_{xy} = \int_A y^2 dA;$

в)  $J_{xy} = \int_A xy dA;$

г)  $J_{xy} = \int_y xy dA;$

15. Главные оси сечения – это:

- а) оси, относительно которых осевые моменты инерции равны нулю;
- б) оси, относительно которых центробежный момент инерции равен нулю;
- в) оси, относительно которых сумма осевых моментов инерции равна нулю;
- г) нет правильного варианта.

## 5. Растяжение (сжатие)

1. При осевом растяжении (сжатии) в сечениях бруса возникает внутреннее усилие:

- а) продольная сила; б) крутящий момент;
- в) продольная сила и крутящий момент; г) нет правильного варианта.

2. Относительное продольное удлинение бруса при растяжении (сжатии)

вычисляется по формуле:

а)  $\varepsilon_z = \frac{\Delta l}{l_0};$

б)  $\varepsilon_z = \frac{\Delta l}{A_0};$

в)  $\varepsilon_z = \frac{N \cdot l}{A \cdot E}$ ;

г) нет правильного варианта.

3. Модуль упругости I рода ( $E$ ), для низкоуглеродистых сталей равен:

а)  $8 \cdot 10^{11}$  Па; б)  $2 \cdot 10^{11}$  Па; в)  $12,5 \cdot 10^{11}$  Па; г)  $8 \cdot 10^{10}$  Па.

4. Коэффициент Пуассона находится в пределах:

а)  $1 \leq \mu \leq 5$ ;

б)  $0 \leq \mu \leq 0.5$ ;

в)  $0.5 \leq \mu \leq 0.8$ ;

г) нет правильного варианта.

5. Точка В на диаграмме зависимости  $\sigma = f(\delta)$  характеризует:

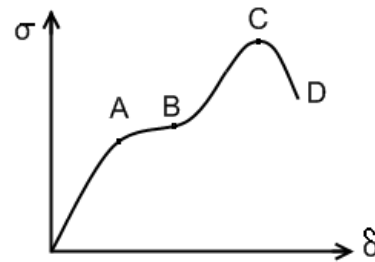
а) предел пропорциональности

материала;

б) предел прочности материала;

в) предел текучести материала;

г) нет правильного варианта.



6. Точка А на диаграмме  $\sigma = f(\delta)$  характеризует:

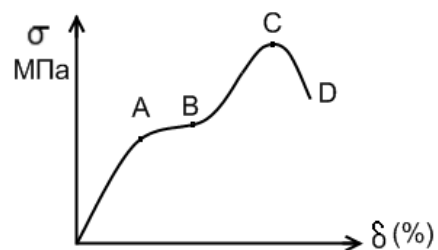
а) предел пропорциональности

материала;

б) предел текучести материала;

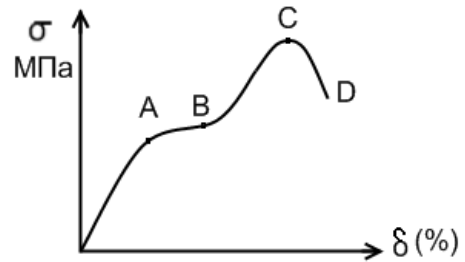
в) предел прочности материала;

г) нет правильного варианта.



7. Точка С на диаграмме  $\sigma = f(\delta)$  характеризует:

- а) предел пропорциональности материала;
- б) предел текучести материала;
- в) предел прочности материала;
- г) нет правильного варианта.



8. Абсолютное удлинение бруса при осевом растяжении (сжатии) определяется выражением:

а)  $\Delta l = \frac{E}{l_0}$ ;

б)  $\Delta l = \frac{Nl}{AE}$ ;

в)  $\Delta l = \frac{NE}{Al}$ ;

г) нет правильного варианта.

9. Закон Гука для одноосного растяжения и сжатия:

а)  $\sigma = N \cdot \varepsilon$ ;

б)  $\sigma = E \cdot \varepsilon$ ;

в)  $\varepsilon = \sigma \cdot E$ ;

г) нет правильного варианта.

10. Какие нормальные напряжения при осевом растяжении и сжатии считаются положительными?

а) сжимающие;

б) растягивающие;

в) изгибающие;

г) нет правильного варианта.

11. Зависимость между продольной силой и напряжением при осевом растяжении (сжатии):

а)  $N = \int_A \sigma_y dA$ ;

б)  $N = \int_A \tau_{zx} dA$ ;

$$в) N = \int_A \sigma_z dA;$$

г) нет правильного варианта.

12. Нормальное напряжение на наклонной площадке при осевом растяжении (сжатии) вычисляются по формуле:

а)  $\sigma \cos^2 \alpha;$

б)  $\frac{1}{2} \sigma \sin 2\alpha;$

в)  $\sigma \cos 2\alpha;$

г)  $\sigma_x = \sigma \cdot \cos 2\alpha.$

13. Под каким углом к поперечному сечению расположена площадка, на которой действуют максимальные касательные напряжения?

а)  $0^\circ;$  б)  $45^\circ;$  в)  $90^\circ;$  г) нет правильного варианта.

14. Условие прочности при осевом растяжении (сжатии) для пластичных материалов:

а)  $\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{A} \leq [\sigma].$  б)  $\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{W_x} \leq [\sigma].$

в)  $\sigma_{\max} = \frac{M}{A} \leq [\sigma].$  г) нет правильного ответа.

### 6. Чистый сдвиг. Кручение

1. Выберите определение чистого сдвига:

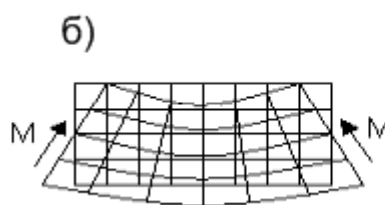
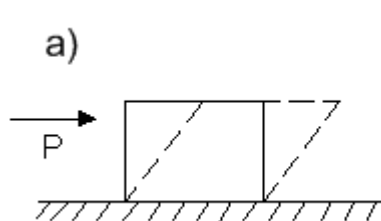
а) такой вид нагружения бруса, при котором на него действуют 2 равные, параллельные, противоположно направленные силы вдоль оси бруса;

б) такое плоское напряженное состояние, когда по 2 взаимно перпендикулярным площадкам выделенного элемента возникают только нормальные напряжения;

в) такое линейное напряженное состояние, когда по 2 взаимно перпендикулярным площадкам выделенного элемента возникают только касательные напряжения;

г) нет правильного варианта.

2. Выберите рисунок деформации бруса при чистом сдвиге:



г) нет правильного варианта.

3. Закон Гука для чистого сдвига:

а)  $\tau = \frac{Q}{A}$ ;

б)  $\tau = G \cdot \gamma$ ;

в)  $\tau = \frac{M_k}{J_p}$ ;

г)  $\tau = E \cdot \gamma$ .

4. Полярный момент сопротивления для вала определяется по формуле:

а)  $W_p = \frac{\pi d^4}{16}$ ;

б)  $W_p = \frac{\pi d^3}{16}$ ;

в)  $W_p = 0,1d^3$ ;

г)  $W_p = 0,2d^4$ .

5. Модуль сдвига II рода G для низкоуглеродистой стали:

а)  $2 \cdot 10^{11}$  Па; б)  $8 \cdot 10^{10}$  Па; в) 160 Па; г) нет правильного варианта.

6. Модуль сдвига II рода может быть определен по формуле:

а)  $G = \frac{E}{2(1 + \mu)}$ ;

в)  $G = \frac{E}{1 + \mu}$ ;

в)  $G = \frac{E}{2(1 - \mu)}$ ;

г) нет правильного варианта.

7. Что называется кручением?



а) такой вид нагружения бруса, при котором в поперечных сечениях возникает только один силовой фактор – крутящий момент;

б) вид деформации, когда в сечениях бруса выявляется силовой фактор изгибающий момент  $M_x$ ;

в) вид нагружения балки, при котором в поперечных сечениях бруса возникает только один силовой фактор – продольная сила;

г) нет правильного варианта.

8. Относительный угол закручивания вала при кручении определяется:

а)  $\theta = \frac{M_{\text{ед}}^{\text{max}}}{[\tau]}$ ;

б)  $\theta = \frac{M_{\text{кр max}}}{G \cdot J_p}$ ;

в)  $\theta = \frac{M_{x\delta}}{W_p}$ ;

г) нет правильного варианта.

9. Назовите три типа задач на прочность при кручении:

а) проверочный расчет, подбор сечений, определение допускаемой нагрузки;

б) проектировочный, аналитический, проверочный расчет;

в) определение допускаемой нагрузки, теоретический, проверочный расчет;

г) нет правильного варианта.

10. Условие жесткости вала при кручении:

а)  $\tau_{\text{max}} = \frac{M_{\text{ед}}^{\text{max}}}{W_p} \leq [\tau]$ ;

б)  $\sigma_{\text{max}} = \frac{M_{x\text{max}}}{W_x} \leq [\sigma]$ ;

в)  $\theta = \frac{M_{\text{кр max}}}{G \cdot J_p} \leq [\theta]$ ;

г)  $\frac{M_{\text{ед}}^{\text{max}}}{W_p} \leq [\theta]$ .

11. Единица измерения относительного угла закручивания  $\theta$ :

а) рад/м<sup>2</sup>; б) м/рад; в) рад/м; г) рад.

12. Допускаемая нагрузка из условия прочности при кручении определяется по формуле:

а)  $[M_{\epsilon\delta}] \leq W_{\rho} \cdot [\tau];$

б)  $[M_{\epsilon\delta}] \geq W_{\rho} \cdot [\tau];$

в)  $[M_{\epsilon\delta}] \geq G \cdot [\tau];$

г)  $[M_{\epsilon\delta}] \leq W_{\rho} \cdot [\sigma].$

13. Условие прочности вала при кручении:

а)  $\tau_{\max} = \frac{M_{\epsilon\delta}^{\max}}{W_{\rho}} \leq [\tau];$

б)  $\tau_{\max} = \frac{M_{\epsilon\delta}^{\max}}{G \cdot J_{\rho}} \leq [\tau];$

в)  $\tau_{\max} = \frac{M_{\epsilon\delta}^{\max}}{W_x} \leq [\tau];$

г)  $\theta = \frac{M_{\epsilon\delta}^{\max}}{G \cdot J_{\rho}} \leq [\theta].$

14. Угол закручивания вала при  $M_z = \text{const}$  определяется по формуле:

а)  $\varphi = \frac{M_{\epsilon\delta}}{GJ_{\rho}};$

б)  $\varphi = \frac{M_{\epsilon\delta} \cdot l}{GJ_{\rho}};$

в)  $\varphi = \frac{M_{\epsilon\delta}}{W_{\rho}};$

г)  $\varphi = \frac{M_{\epsilon\delta} \cdot l}{W_{\rho}};$

## 7. Прямой изгиб

1. При чистом изгибе в сечении бруса возникает внутреннее усилие:

а) продольная сила; б) изгибающий момент;

в) изгибающий момент и поперечная сила; г) изгибающий момент и продольная сила.

2. При плоском поперечном изгибе в сечении бруса возникает внутреннее усилие:

а) продольная сила; б) изгибающий момент;

в) изгибающий момент и поперечная сила; г) изгибающий момент и продольная

сила.

4. Стержень, работающий на изгиб называют:

- а) валом;
- б) осью;
- в) балкой;
- г) стойкой.

5. Балка с одним закреплённым концом называется:

- а) консолью;
- б) однопролетная;
- в) осью;
- г) стойкой.

6. Для пластичных материалов условие прочности при чистом изгибе:

- а)  $\sigma_{\max} = \frac{M_x^{\max}}{W_x} \geq [\sigma];$
- б)  $\sigma_{\max} = \frac{M_x^{\max}}{W_x} \leq [\sigma];$
- в)  $\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{W_x} \leq [\sigma];$
- г)  $\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{W_x} \geq [\sigma].$

7. Как называется слой продольных волокон, длина которых при изгибе не изменяется:

- а) нейтральным;
- б) мнимый слой;
- в) продольный;
- г) нет правильного варианта.

8. Изгиб, при котором плоскость действия изгибающего момента в данном поперечном сечении проходит через одну из главных центральных осей данного сечения называется:

- а) косой изгиб;
- б) параллельный изгиб;
- в) прямой изгиб;
- г) чистый изгиб.

9. Как определяется осевой момент сопротивления сечения при чистом изгибе:

- а)  $W_x = \frac{J_x}{y_{\max}};$
- б)  $W_y = \frac{J_x}{x_{\max}};$

$$в) W_x = \frac{J_y}{y_{\max}};$$

$$г) W_x = \frac{J_\rho}{y_{\max}}.$$

10. Осевой момент сопротивления сечения для стержня прямоугольного сечения со сторонами  $b$  и  $h$  вычисляется по формуле:

$$а) W_x = \frac{b^3 h}{12}; \quad б) W_x = \frac{bh^2}{6}; \quad в) W_x = \frac{bh^3}{12}; \quad г) W_x = \frac{bh^3}{6}.$$

11. Осевой момент сопротивления сечения для стержня круглого сечения определяется по формуле:

$$а) W_x = \frac{\pi D^3}{6};$$

$$б) W_x = \frac{\pi D^3}{12};$$

$$в) W_x = \frac{\pi D^2}{32};$$

$$г) W_x = \frac{\pi D^3}{32}.$$

12. При плоском изгибе:

а) плоскость действия изгибающего момента проходит через одну из главных осей данного сечения;

б) плоскость действия изгибающего момента не проходит ни через одну из главных осей данного сечения;

в) плоскость действия изгибающего момента пересекается с одной из главных осей данного сечения;

г) нет правильного варианта.

13. Какое поперечное сечение балки является наиболее рациональным при изгибе балок из пластичных материалов:

а) прямоугольное;

б) швеллер;

в) двутавр;

г) круг.

14. Изгибающий момент принимает экстремальное значение в сечении, где эпюра поперечных сил:

- а) имеет наибольшее значение;
- б) имеет наименьшее значение;
- в) пересекает ось эпюры;
- г) нет правильного варианта.

15. Если плоскость действия внешних сил совпадает с осью симметрии балки, то изгиб называется:

- а) линейным;    б) плоским;    в) объемным;    г) чистый.

### 8. Устойчивость сжатых стержней.

1. Потеря устойчивости прямолинейной формы равновесия центрально-сжатого прямого стержня называется:

- а) плоский поперечный изгиб;                      б) продольный изгиб;
- в) изгиб с кручением;                                г) нет правильного варианта.

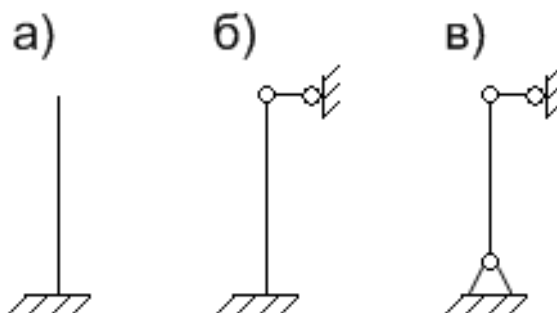
2. Наименьшее значение центрально приложенной сжимающей силы  $P$ , при котором прямолинейная форма равновесия стержня становится неустойчивой, называется:

- а) максимальной силой;                              б) критической нагрузкой;
- в) критической силой;                                г) нет правильного варианта.

3. Переход конструкции из устойчивого состояния в неустойчивое называется:

- а) потерей устойчивости;                              б) потерей прочности;
- в) потерей жесткости;                                г) нет правильного варианта.

4. Какой вид закрепления концов стержня принято называть основным для формулы Эйлера:



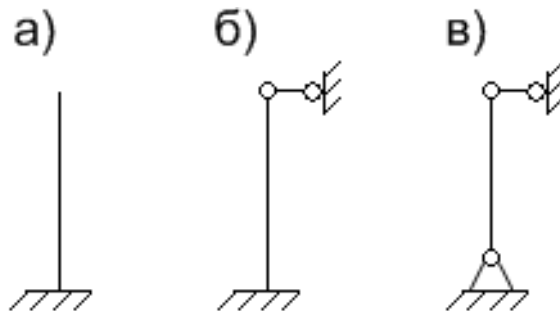
г) нет правильного варианта.

5. Выберите формулу для определения критической силы по Эйлеру:

а)  $P_{кр} = \pi^2 EI_{\min}^2 / (\mu l)^3$ ;                      б)  $P_{кр} = \pi^2 EI_{\min} / (\mu l)^2$ ;

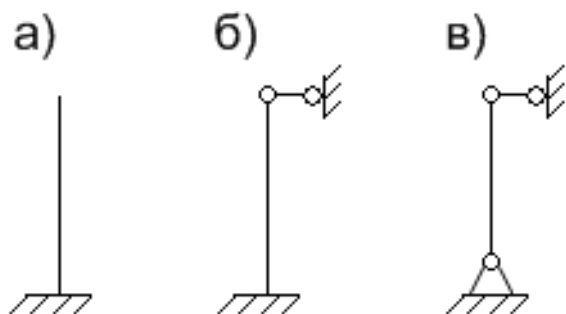
в)  $P_{кр} = \pi^2 E^2 I_{\min} / (\mu l)^2$ ;                      г) нет правильного варианта.

6. Для какого случая закрепления концов стержня коэффициент  $\mu=0,7$ :



г) нет правильного варианта.

7. Для какого случая закрепления концов стержня коэффициент  $\mu=2$ :



г) нет правильного варианта.

8. По какой формуле вычисляется критическая сила для стержней, имеющие гибкость, меньшую предельной?

- а) Ясинского;
- б) Эйлера;
- в) Журавского;
- г) нет правильного варианта.

9. Формула Ясинского для определения критической силы при различных закреплениях концов стержня для пластичных материалов?

- а)  $P_{кр} = (a - b\lambda)^2 A_{брутто}$ ;
- б)  $P_{кр} = (a + b\lambda) A_{нетто}$ ;
- в)  $P_{кр} = (a - b\lambda) A_{брутто}$ ;
- г) нет правильного варианта.

10. Формула Ясинского для определения критической силы при различных закреплениях концов стержня для хрупких материалов?

- а)  $P_{кр} = (a - b\lambda + c\lambda^2) A_{брутто}$ ;
- б)  $P_{кр} = (a - b\lambda + c\lambda) A_{нетто}$ ;
- в)  $P_{кр} = (a - b\lambda + c\lambda)^2 A_{брутто}$ ;
- г) нет правильного варианта.

11. Гибкость стержня определяется по формуле:

- а)  $\lambda = \frac{\mu l}{J_{min}}$ ;
- б)  $\lambda = \frac{\mu l}{i_{min}}$ ;

$$в) \lambda = \frac{\mu l^2}{i_{\min}^2};$$

г) нет правильного варианта.

12. Условие устойчивости:

$$а) n_y = \frac{F_{кр}}{A} \geq [n_y];$$

$$б) \sigma_y = \frac{F_{кр}}{A} \geq [\sigma_y];$$

$$в) \sigma_y = \frac{F_{кр}}{A} \leq [\sigma_y];$$

г) нет правильного варианта.

13. По какой формуле вычисляется критическая сила для стержней, имеющих гибкость, большую предельной?

а) Эйлера; б) Ясинского; в) Гука; г) нет правильного варианта.

14. Предельная гибкость  $\lambda_{пред}$  для Ст3 равна:

а) 50; б) 100; в) 200; г) 1.

### Материалы для письменной контрольной работы

Материалы для письменной контрольной работы для оценки уровня сформированности компетенции ОПК-1.2 на этапе «Умения»:

#### Задание 1. Построение эпюры продольной силы

Таблица 1

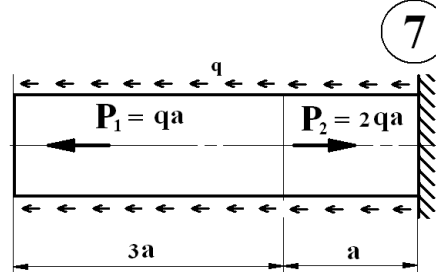
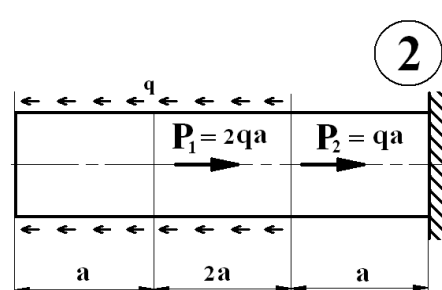
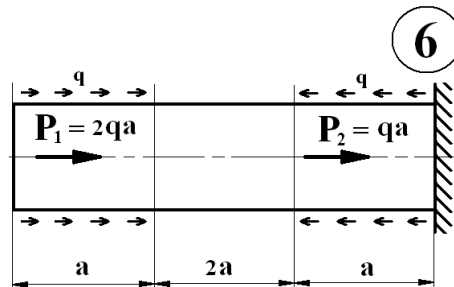
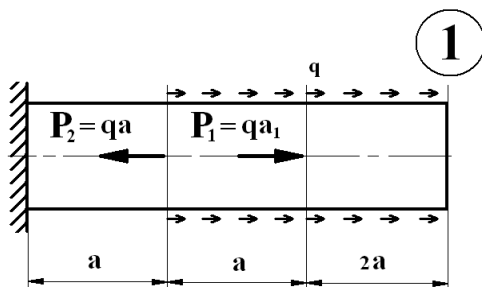
Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q, кН/м	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
a, м	0,4	0,3	0,35	0,4	0,3	0,2	0,06	0,2	0,12	0,06

Таблица 2



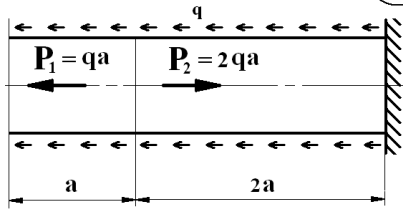
Вариант	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$q$ , кН/м	110	120	125	130	135	140	145	150	160	170	180
$a$ , м	0,6	0,7	0,8	1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7

Задания на построение эпюры продольной силы

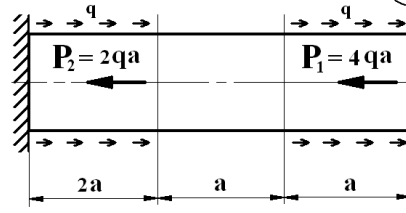




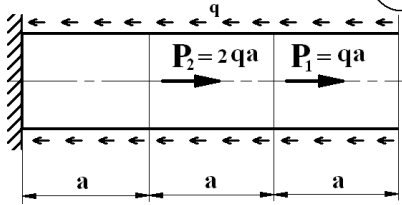
11



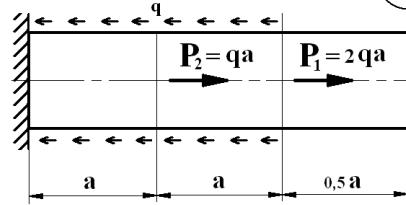
16



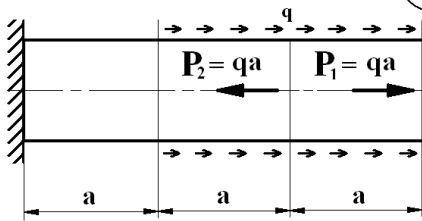
12



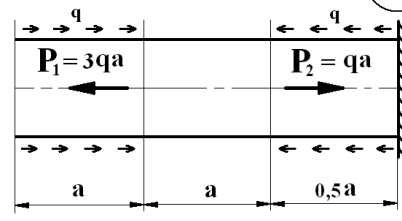
17



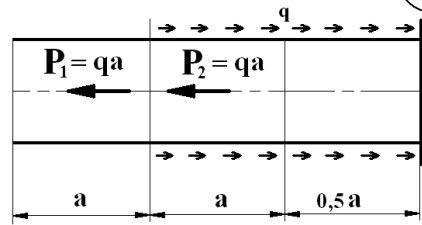
13



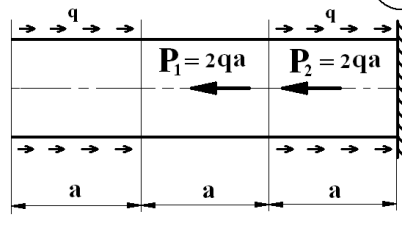
18



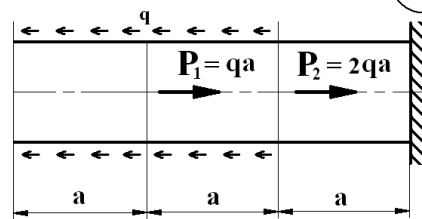
14



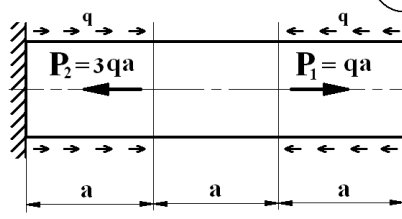
19



15



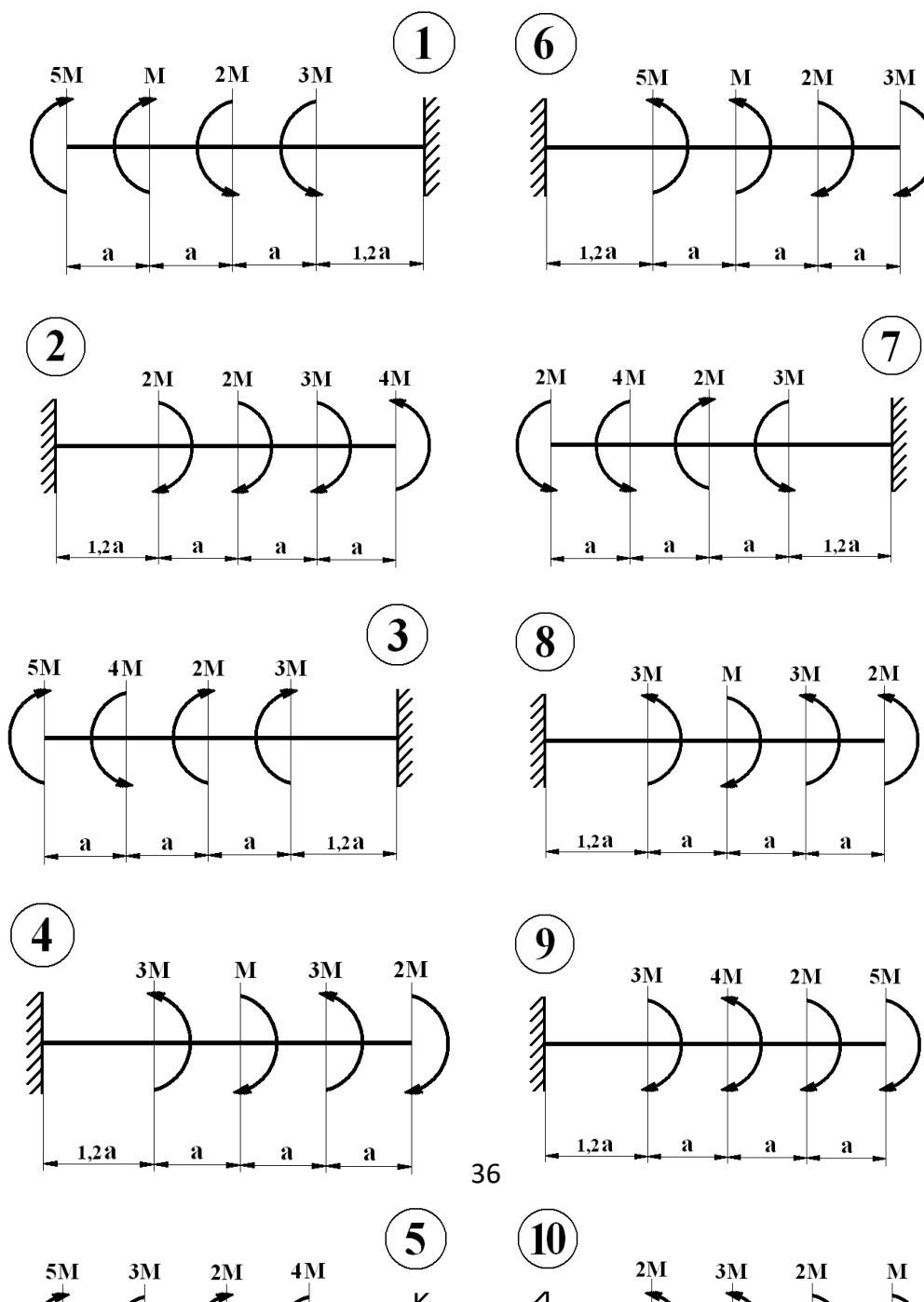
20



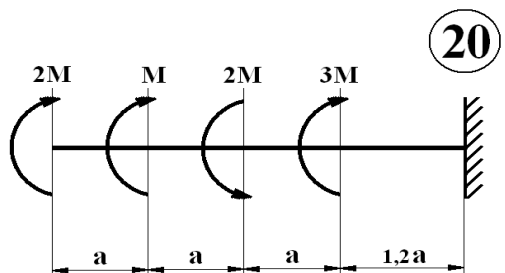
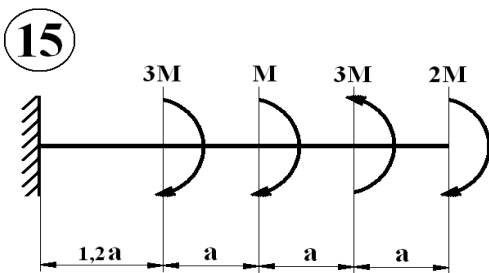
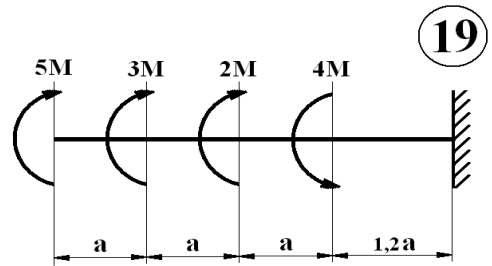
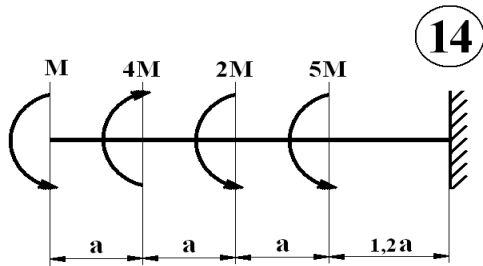
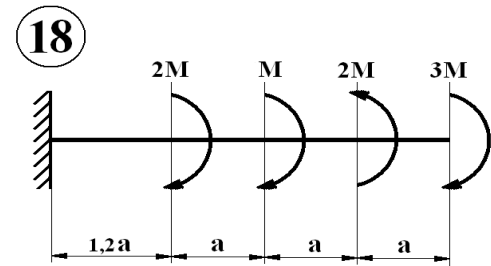
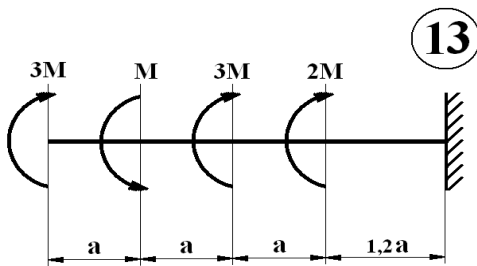
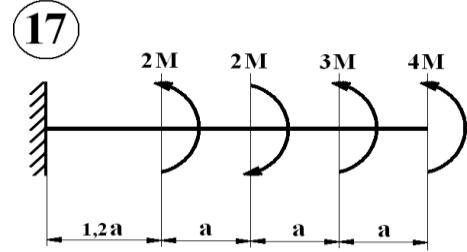
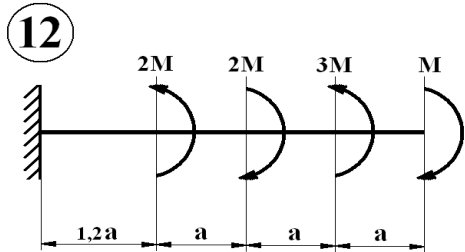
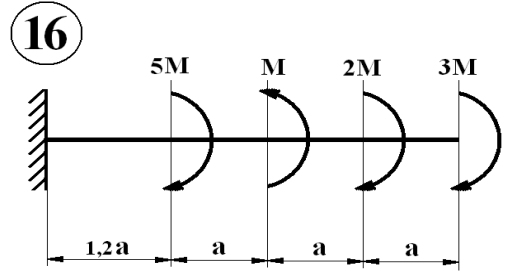
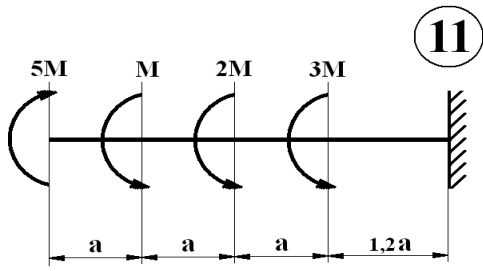
## Задание 2. Построение эпюры крутящего момента

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
М, Нм	50	10	20	30	40	50	60	70	80	90	5
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
М, Нм	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	15
Вариант	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
М, Нм	10	20	25	32	35	42	45	52	55	62	65

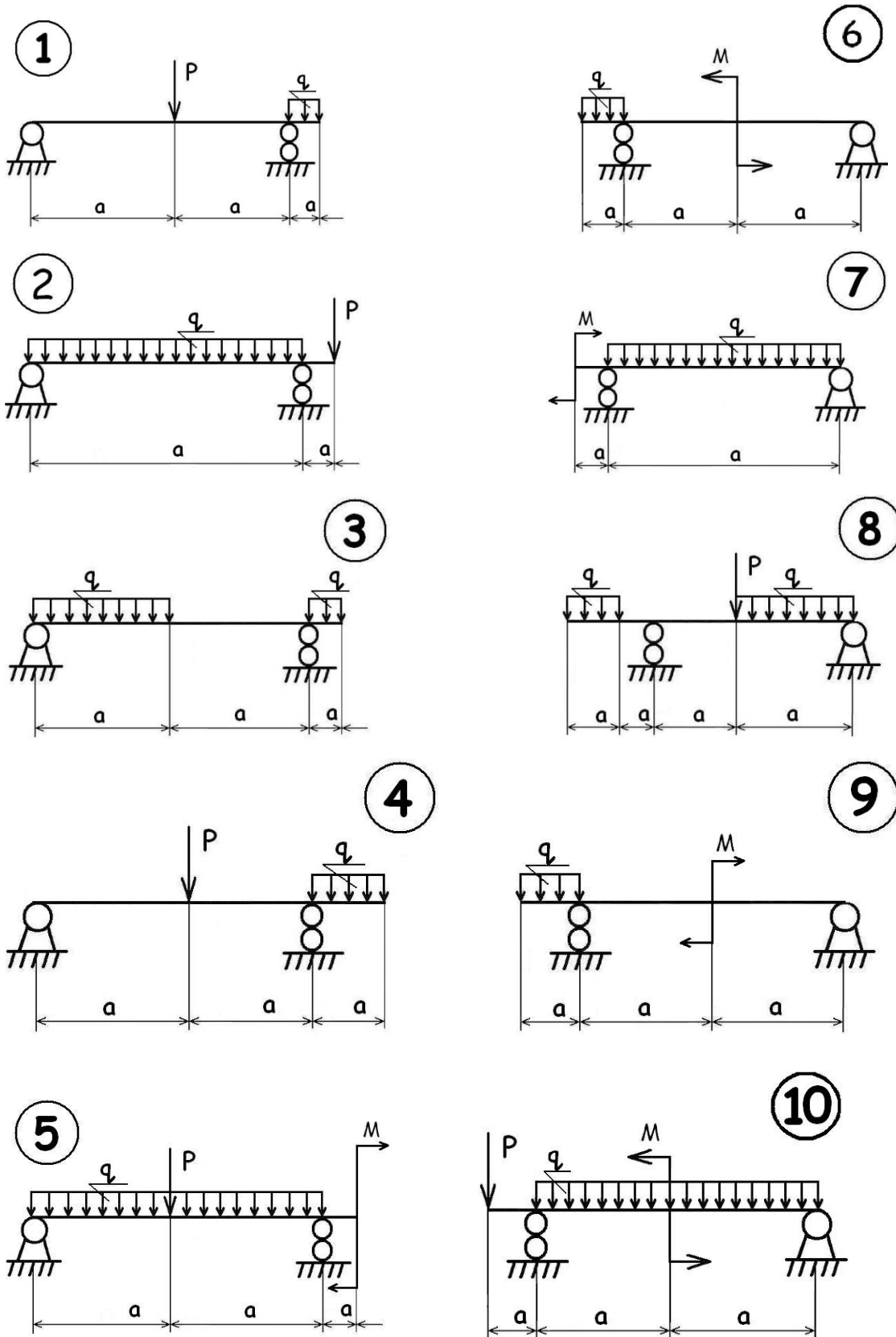
Таблица 3







Задание 3. Построение эпюры поперечной силы и изгибающего момента.



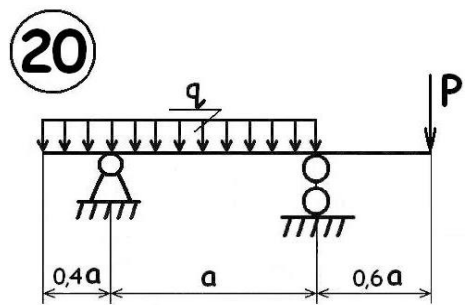
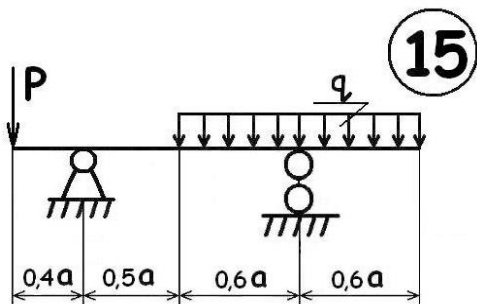
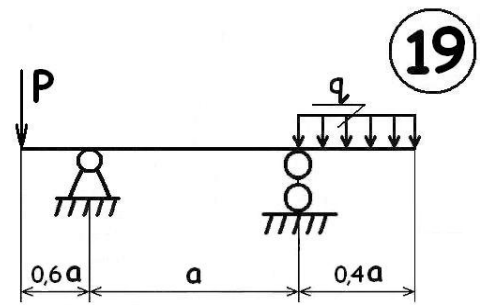
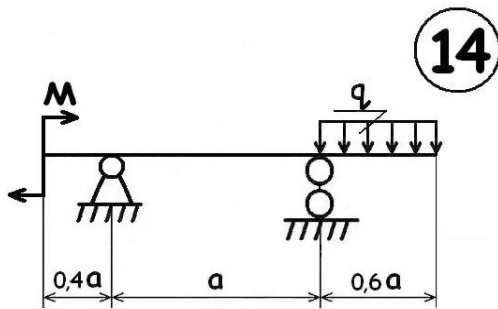
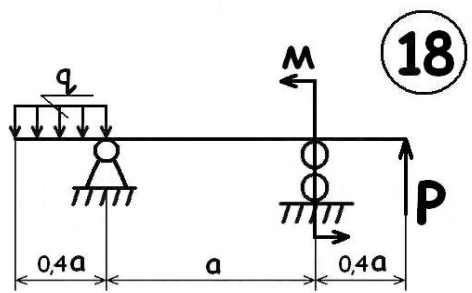
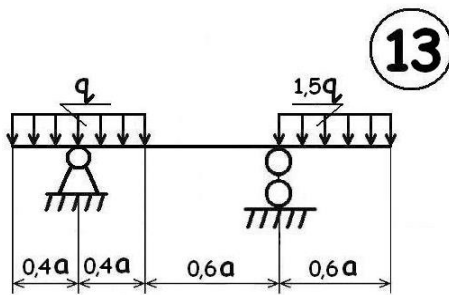
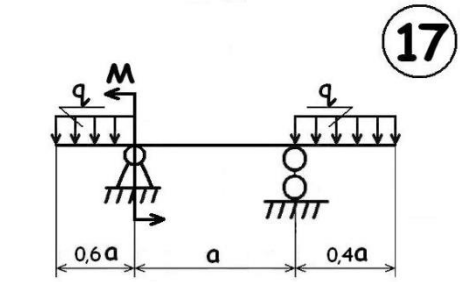
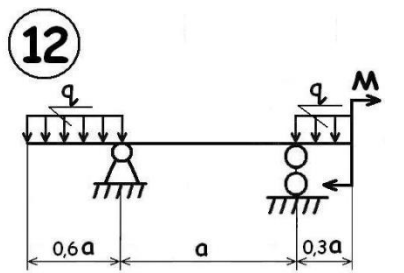
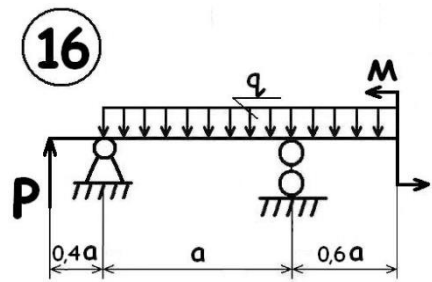
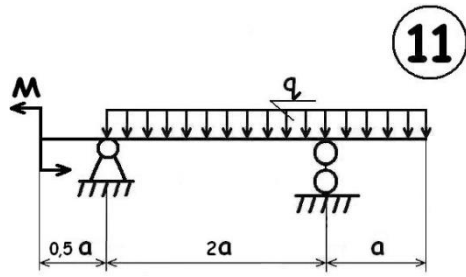




Таблица 5

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
q, кН/м	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
P, кН	50	55	60	65	70	-	-	85	-	-	-
M, Нм	-	-	-	-	10	22	20	-	15	10	5
a, м	1	0,8	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1

Таблица 6

Вариант	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
q, кН/м	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
P, кН	-	-	-	-	10	-	35	40	45	50
M, Нм	5	-	15	20	25	30	36	-	-	-
a, м	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1

### Задания к самостоятельной контрольной работе

**Задания к самостоятельной контрольной работе для оценки уровня сформированности компетенции ОПК-1.3 на этапе «Владения»:**

Самостоятельная контрольная работа представляет собой расчетно-графическую работу на тему: «Расчет стержней и стержневых систем на прочность, жесткость и устойчивость при простых видах деформации и сложном сопротивлении в условиях статического нагружения». Работа содержит 6 задач, охватывающих все основные разделы курса: растяжение и сжатие (задача №2: расчет ступенчатого бруса), геометрические характеристики сечений (задача №1: расчет геометрических характеристик составных сечений), кручение (задача №3: расчет валов на прочность и жесткость), прямой поперечный изгиб (задача №4: расчет балок на прочность и жесткость), сложное сопротивление (задача №5: расчет вала, работающего на изгиб с кручением), устойчивость сжатых стержней (задача №6: расчет стержня на устойчивость). Вариант задачи выбирается по первым буквам фамилии, имени и отчества. По первой букве фамилии выбирается номер расчетной схемы. По первой букве имени выписываются данные из четных столбцов, по первой букве отчества выписываются данные из нечетных столбцов. Для каждой задачи прилагаются расчетные схемы. Таким образом, у каждого студента формируется индивидуальное задание. Контрольная работа оформляется на листах формата А4, с машиностроительной рамкой, полушрифтом, черной пастой в соответствии с требованиями ЕСКД, или в текстовом редакторе Microsoft Word, шрифт GOST type A, кегель 14.

Рисунки выполняются отдельно от расчетов, с соблюдением ГОСТов.

## ЗАДАЧА № 1

### Геометрические характеристики плоских сечений

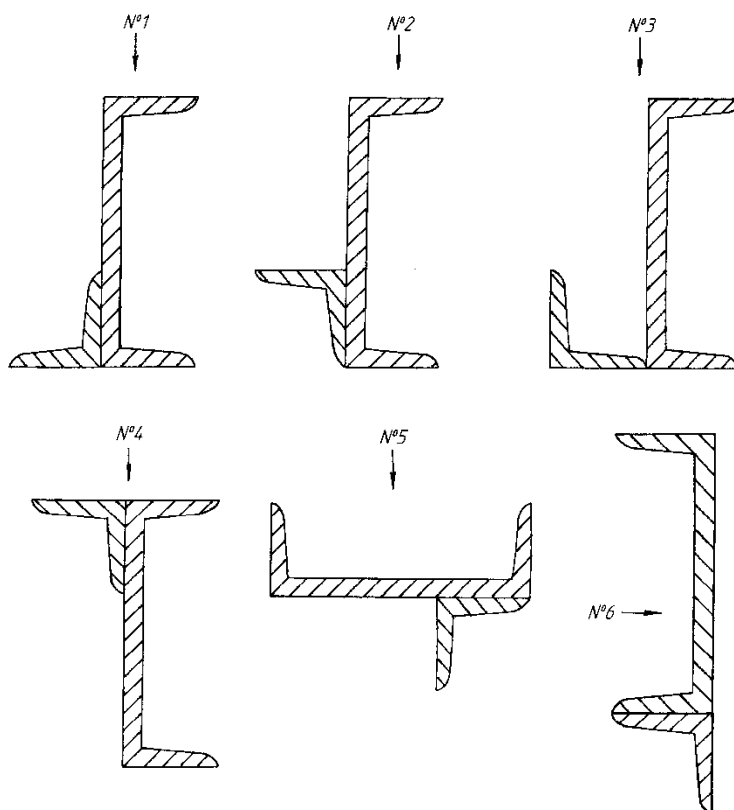
Для поперечного сечения, составленного из стандартных прокатных профилей требуется:

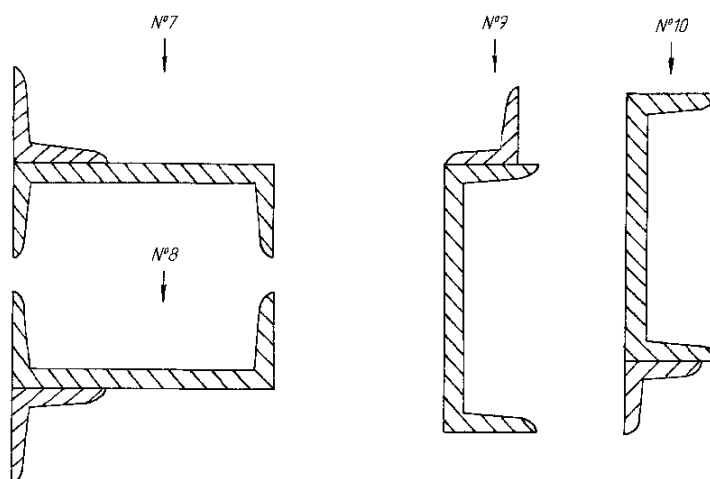
1. Вычертить сечение в масштабе.
2. Разбить сечение на простые элементы.
3. Для каждой фигуры нанести центральные оси  $x_i$ ;  $y_i$ .
4. Выписать из сортамента для стандартных профилей значения площадей, моментов инерции и необходимые расчетные размеры.
5. Выбрать произвольные оси  $x$ ;  $y$  и определить положение центра тяжести сечения относительно этих осей.
1. Нанести положение центра тяжести на чертеж и провести центральные оси  $x_c$ ;  $y_c$ , параллельные ранее принятым осям  $x$ ;  $y$ .
6. Определить осевые и центробежные моменты инерции всего сечения относительно осей  $x_c$ ;  $y_c$ .
7. Определить направление главных центральных осей.
8. Вычислить значения главных центральных моментов инерции. Данные для расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1

Алфавит	ГРАФЫ		
	0	1	2
	№ схемы	Уголок	Швеллер
А, К, Ф	1	80×80×8	№ 14
Б, Л, Х	2	70×70×8	№ 16
В, М, Ц	3	90×90×8	№ 18
Г, Н, Ч	4	40×40×4	№ 12
Д, О, Ш	5	63×63×5	№ 18а
Е, П, Щ	6	100×100×8	№ 22 а
Ё, Р, Ы	7	140×90×10	№ 30
Ж, С, Э	8	160×100×10	№ 27
З, Т, Ю	9	70×45×5	№ 33
И, У, Я	10	40×25×4	№ 24 а

## Расчетные схемы к задаче №1





## ЗАДАЧА № 2

### Расчет ступенчатого бруса

Для ступенчатого бруса ( $E=2 \times 10^5$  МПа,  $\sigma_T=240$  МПа).

Для ступенчатого бруса требуется:

1. Вычертить расчетную схему бруса с указанием численных значений приложенных нагрузок.
2. Определить продольные силы и построить эпюру продольных сил.
3. Задавшись коэффициентом запаса прочности, вычислить допускаемые напряжения (материал бруса – сталь 3,  $E=2 \times 10^5$  МПа,  $\sigma_T=240$  МПа).
4. Из условия прочности найти площади поперечных сечений для всех участков бруса.
5. Вычислить нормальные напряжения в поперечных сечениях бруса и построить эпюру нормальных напряжений.
6. Определить аналитически нормальное и касательное напряжения в опасном сечении на площадке, расположенной под углом  $\alpha$  к нормальной.
7. Определить полное перемещение свободного конца бруса и построить эпюру перемещений.

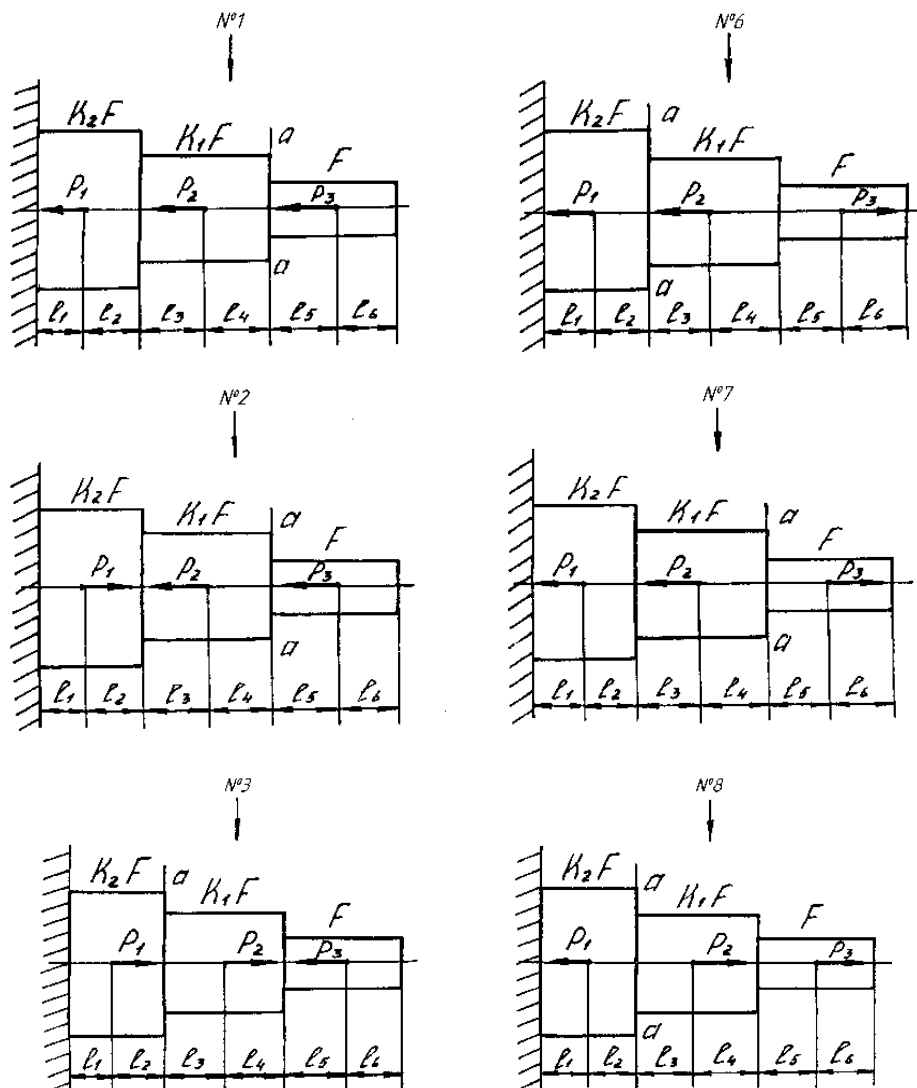
Данные для расчета приведены в таблице 2, расчетная схема на рис. 2.

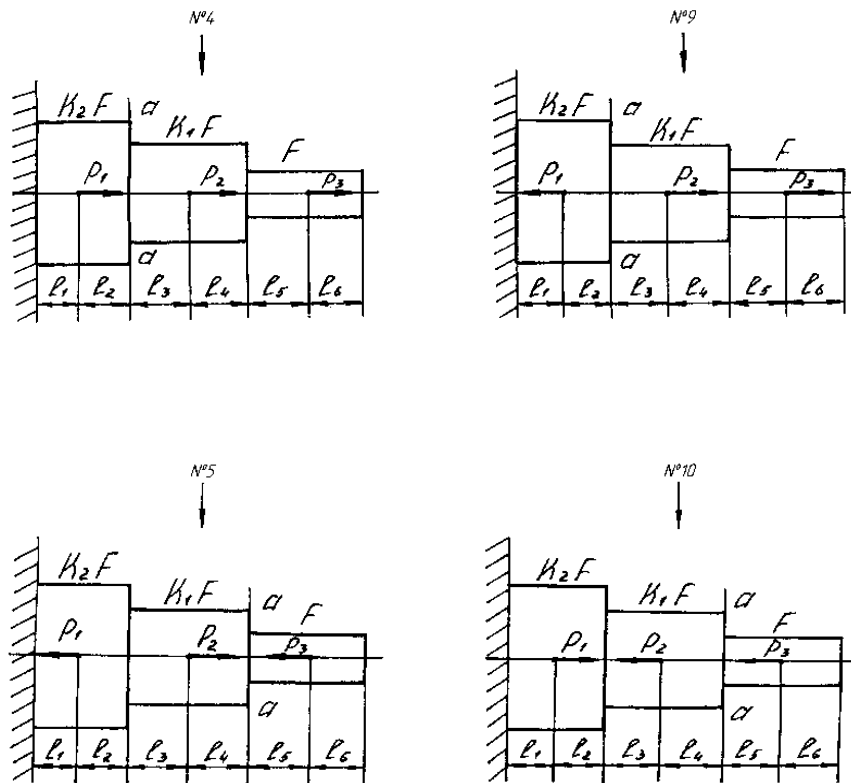
Таблица 2

Алфавит	ГРАФЫ												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	№сх.	$P_1$ , кН	$P_2$ , кН	$P_3$ кН	$K_1$	$K_2$	$L_{1M}$	$L_{2M}$	$L_{3M}$	$L_{4M}$	$L_{5M}$	$L_{6M}$	$\alpha^\circ$

А,К,Ф	1	20	10	60	1,2	2	0,2	0,4	0,3	0,1	0,6	1	15
Б,Л,Х	2	25	15	50	1,3	1,9	0,3	0,5	0,2	0,4	0,5	0,8	30
В,М,Ц	3	30	20	40	1,4	1,8	0,6	0,5	0,3	0,2	0,4	0,9	45
Г,Н,Ч	4	35	25	20	1,5	1,7	0,8	0,3	0,1	0,6	0,4	0,7	60
Д,О,Ш	5	40	30	10	1,6	1,6	0,7	0,9	0,2	0,5	0,8	0,1	75
Е,П,Щ	6	45	35	40	1,7	1,5	0,5	0,7	0,3	0,4	0,1	0,2	75
Ё,Р,Ы	7	50	40	30	1,8	1,4	0,4	0,8	0,5	0,3	0,2	0,4	60
Ж,С,Э	8	55	45	25	1,9	1,3	0,1	0,3	0,4	0,6	0,5	0,9	45
З,Т,Ю	9	60	50	20	2	1,2	0,9	0,1	0,4	0,5	0,6	0,3	30
И,У,Я	10	65	55	15	2,1	1,1	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	15

Расчетные схемы к задаче №2





### ЗАДАЧА № 3

#### Расчет вала на кручение.

Для заданного вала требуется:

1. Вычертить расчетную схему вала с указанием численных значений крутящих моментов.
2. Построить в выбранном масштабе эпюру крутящих моментов.
3. Определить диаметры отдельных его участков (из условия прочности вала на кручение),  $a = 1$  м.
4. Произвести проверку вала на жесткость. Если условие жесткости не выполняется, то определить диаметр вала из условия жесткости.
5. Построить эпюру углов закручивания, производя расчет углов от ведущего шкива.

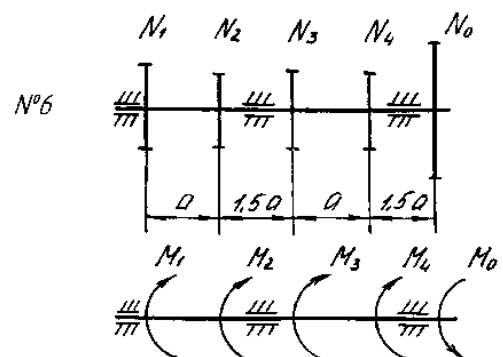
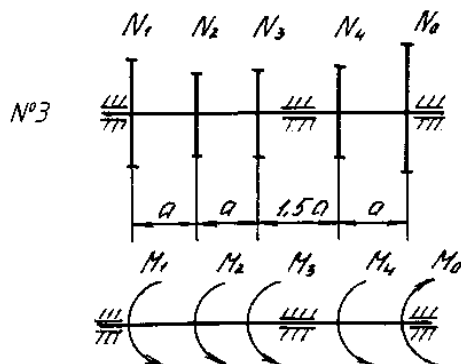
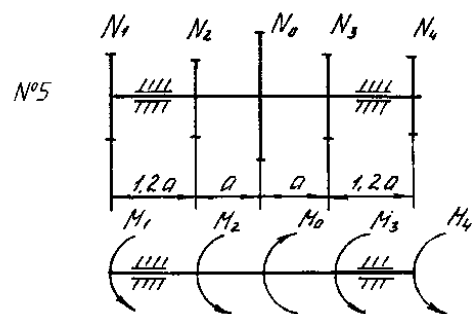
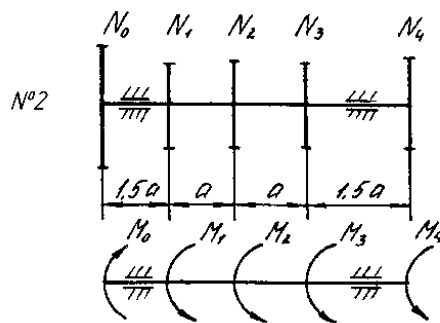
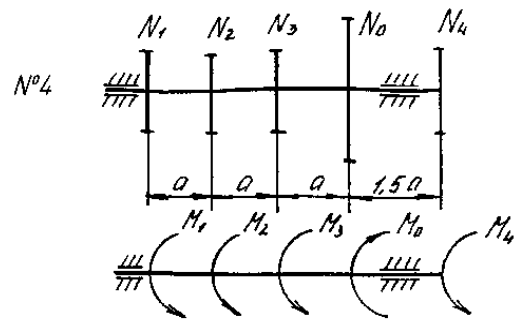
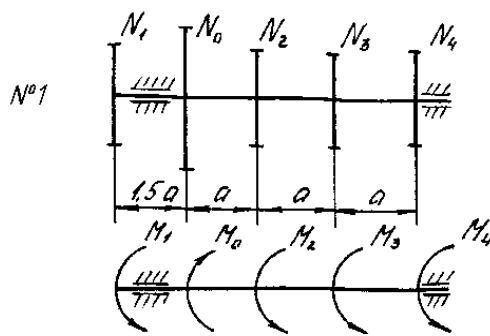
Данные в таблице 4.

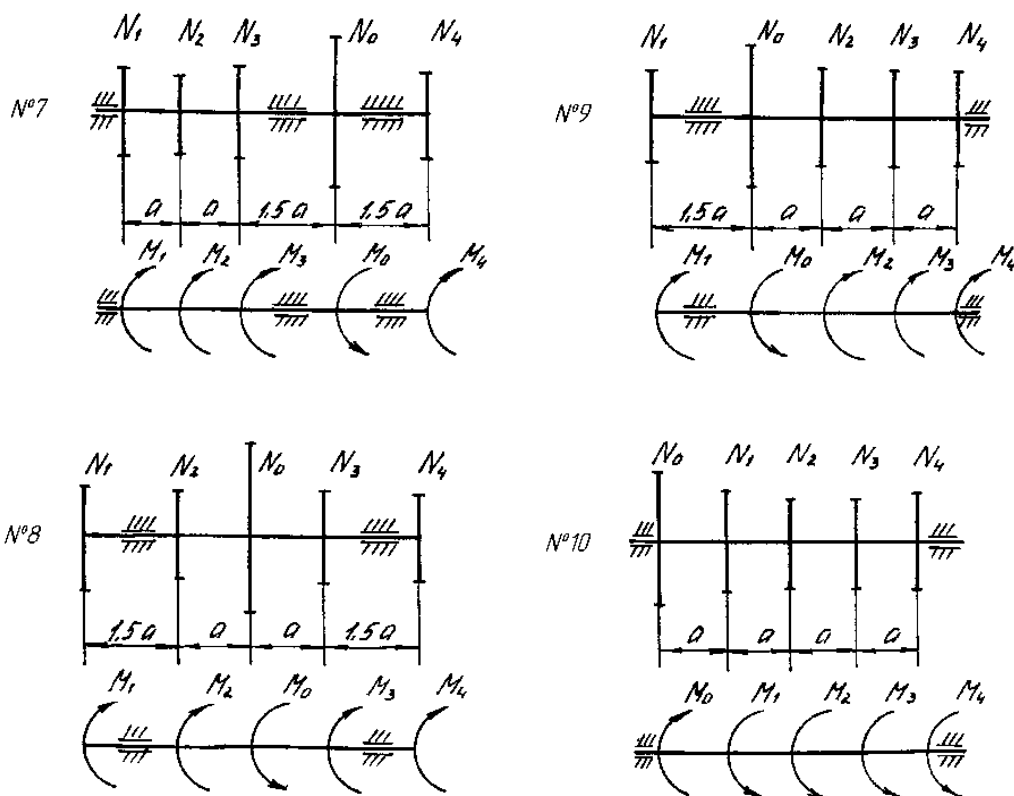
Таблица 4

Алфавит	ГРАФЫ					
	0	1	2	3	4	5
	№ схемы	$N_1$ ; КВт	$N_2$ ; КВт	$N_3$ ; КВт	$N_4$ ; КВт	$n$ ; об/мин
А,К,Ф	1	0,2	0,4	0,3	0,1	100
Б,Л,Х	2	0,1	0,5	0,8	0,4	200

В,М,Ц	3	0,5	0,7	0,3	0,2	300
Г,Н,Ч	4	0,8	0,3	0,1	0,6	400
Д,О,Ш	5	0,3	0,4	0,6	0,5	500
Е,П,Щ	6	0,4	0,3	0,7	0,9	600
Ё,Р,Ы	7	1	1,4	1,6	2	700
Ж,С,Э	8	3,5	4	3	1	800
З,Т,Ю	9	0,9	2	1,5	4	900
И,У,Я	10	5	6,5	4	2	1000

Расчетные схемы к задаче №3





#### ЗАДАЧА № 4

#### Расчет балки на изгиб.

Для заданной балки требуется:

1. Построить в масштабе эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
2. Из расчета на прочность подобрать двутавровое, круглое и прямоугольное сечения (положив для прямоугольного сечения отношение высоты к ширине  $v/h=2$ ) и сравнить массу одного метра длины каждого профиля, если материал балки – сталь 3,  $[\sigma] = 160$  МПа,  $E = 2 \times 10^5$  МПа.

Данные для расчета приведены в таблице 5.

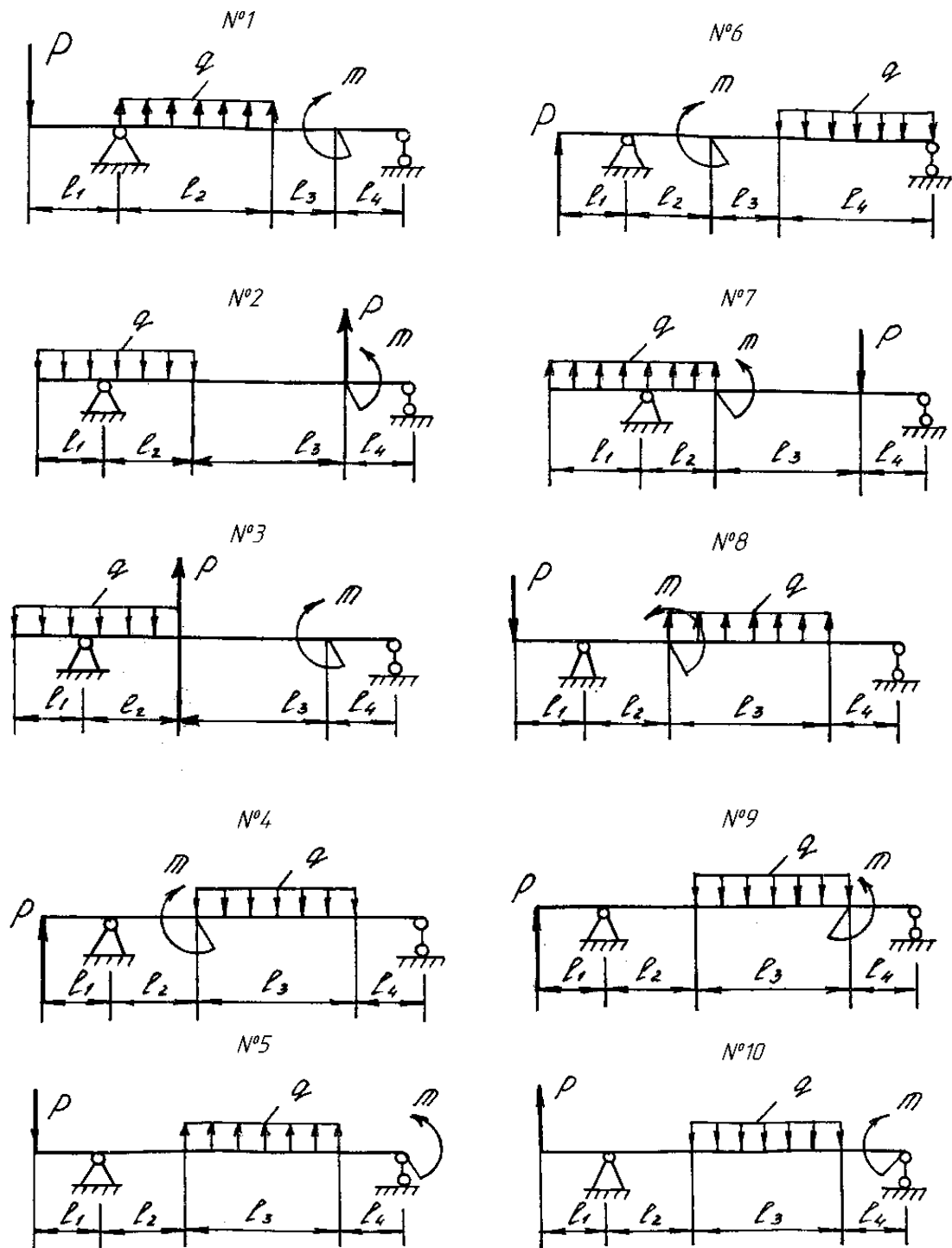
Таблица 5

Алфавит	ГРАФЫ							
	0	1	2	3	4	5	6	7
	№ сх.	q; кН/м	P; Кн	m; кН×м	L <sub>1</sub> ; м	L <sub>2</sub> ; м	L <sub>3</sub> ; м	L <sub>4</sub> ; м
А, К, Ф	1	20	100	15	0,5	0,6	0,4	0,6
Б, Л, Х	2	25	80	20	0,8	0,2	0,4	0,5
В, М, Ц	3	30	70	22	0,3	0,5	0,8	0,1
Г, Н, Ч	4	35	90	24	0,9	0,2	0,4	0,5
Д, О, Ш	5	40	60	30	0,2	0,4	0,6	0,7
Е, П, Щ	6	45	50	32	0,9	0,5	0,3	0,1



Ё, Р, Ы	7	50	30	36	2	1,5	1	0,6
Ж, С, Э	8	55	20	40	2,5	1,2	0,8	0,4
З, Т, Ю	9	60	120	44	2,8	1,4	1,2	0,4
И, У, Я	10	70	40	50	3	2,2	0,8	1,4

Расчетные схемы к задаче №4



## ЗАДАЧА № 5

### Расчет бруса на совместное действие изгиба и кручения.

Определить, применив 3-ю теорию прочности, требуемый диаметр стального вала трансмиссии. Вал делает  $n$  об/мин. и передает мощность  $N$  кВт. Диаметры шкивов  $D_1 = 0,4$  м;  $D_2 = 0,8$  м;  $a = 1$  м;  $[\sigma] = 80$  МПа. На рис.6  $T_1$ ;  $T_2$ ;  $t_1$ ;  $t_2$  – натяжение ветвей ременных передач, причем,  $T_1 = 2t_1$ ;  $T_2 = 2t_2$ .

Данные для расчета приведены в таблице 6.

Для заданного бруса требуется:

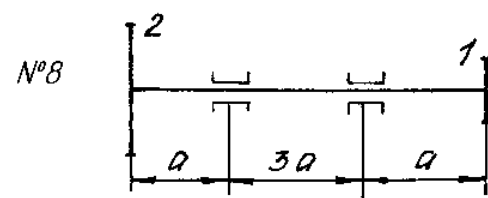
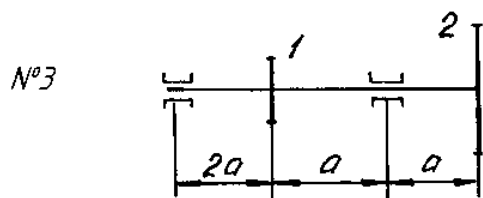
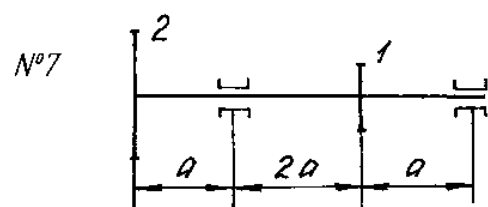
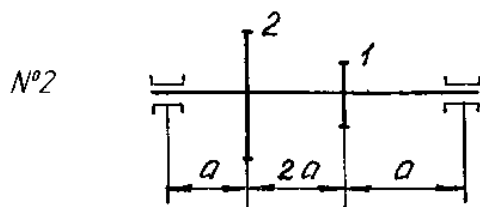
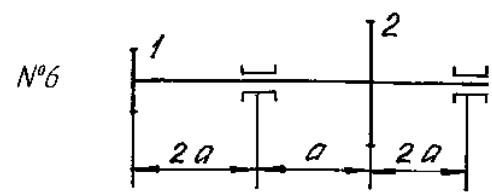
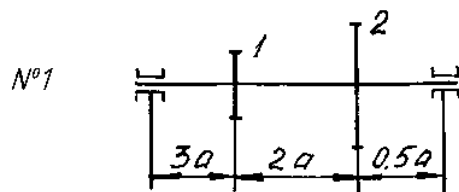
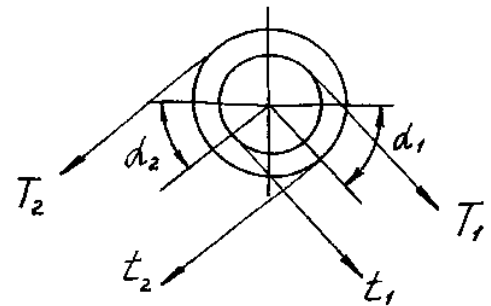
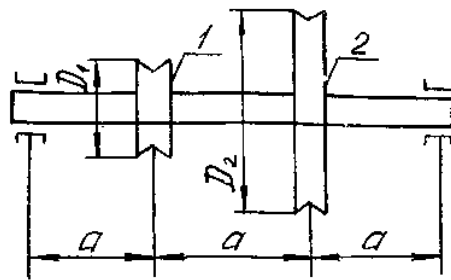
1. Определить моменты, приложенные к шкивам по заданным величинам  $N$  и  $n$ .
2. Построить эпюру крутящего момента  $M_k$ .
3. Определить окружные усилия  $t_1$ ,  $T_1$ ,  $t_2$ ,  $T_2$ , действующие на шкивы по найденному моменту и заданным диаметрам шкивов  $D_1$  и  $D_2$ .
4. Определить давления на вал  $F_1$  и  $F_2$  со стороны шкивов.
5. Определить силы, изгибающие вал в горизонтальной и вертикальной плоскостях.
6. Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной плоскости  $M_x$  и в горизонтальной плоскости  $M_y$ .
7. Построить эпюру суммарных изгибающих моментов  $M_{изг}$ .
8. По эпюрам  $M_k$  и  $M_{изг}$  найти опасное сечение и определить величину максимального расчетного момента по третьей теории прочности.
9. Подобрать диаметр вала и округлить его величину до стандартного ряда.

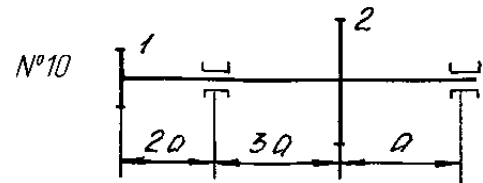
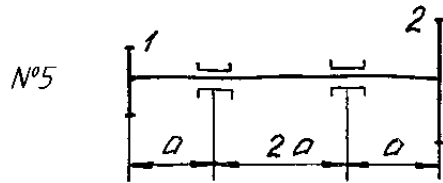
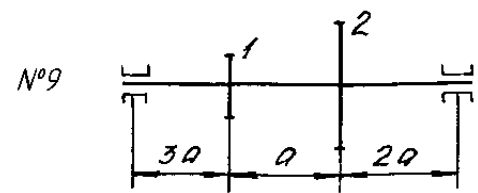
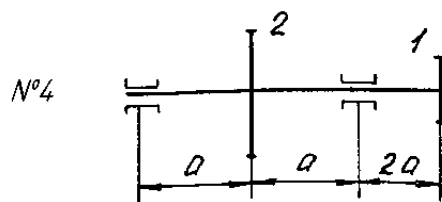
Таблица 6

Алфавит	ГРАФЫ				
	0	1	2	3	4
	№ схемы	$N$ ; кВт	$n$ ; об/мин	$\alpha_1$	$\alpha_2$
А,К,Ф	1	20	500	0	120
Б,Л,Х	2	15	600	30	300
В,М,Ц	3	25	700	60	240
Г,Н,Ч	4	40	800	180	210

Д,О,Ш	5	35	400	135	270
Е,П,Щ	6	30	900	270	135
Ё,Р,Ы	7	18	300	210	180
Ж,С,Э	8	24	1000	240	60
З,Т,Ю	9	32	450	300	30
И,У,Я	10	50	750	120	0

Расчетные схемы к задаче №5





### ЗАДАЧА № 6

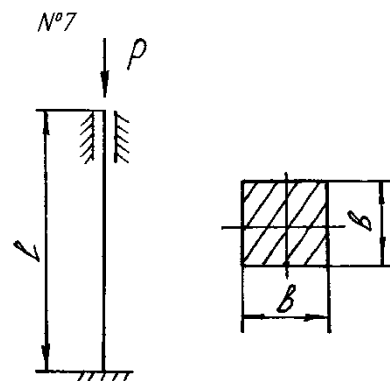
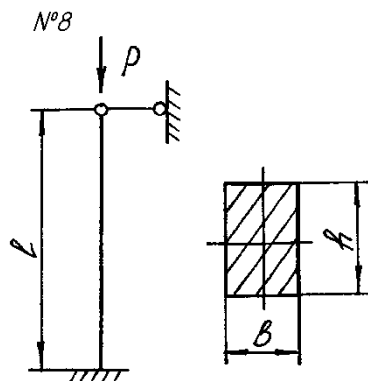
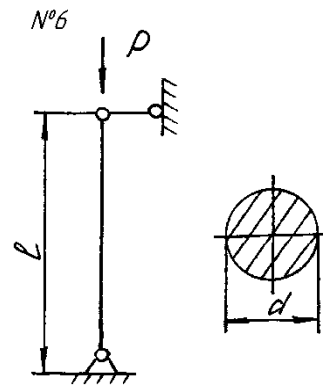
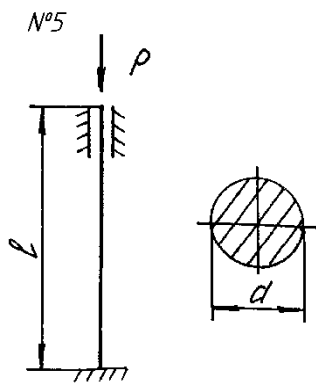
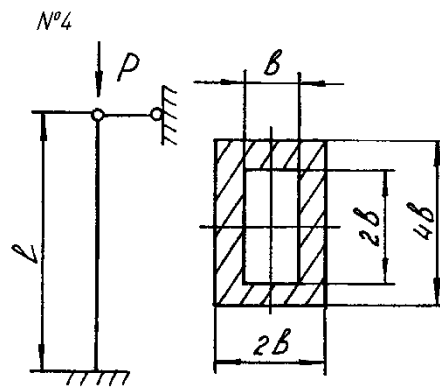
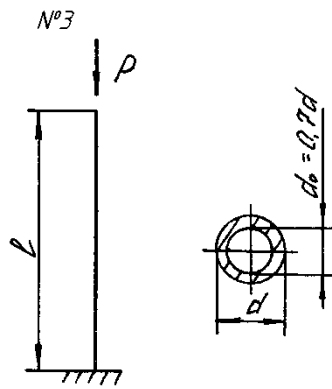
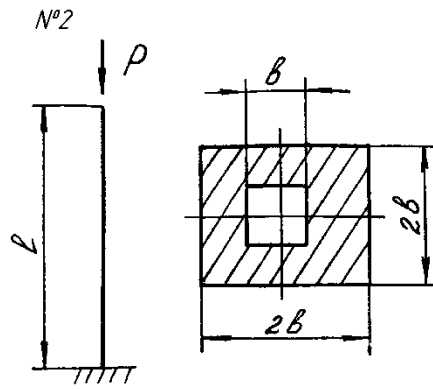
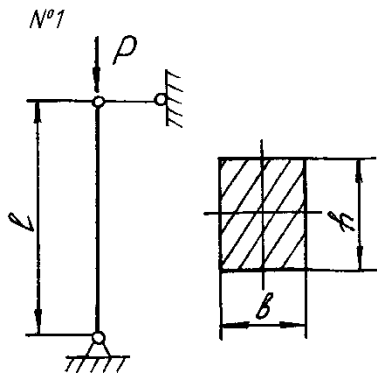
#### Расчет на устойчивость

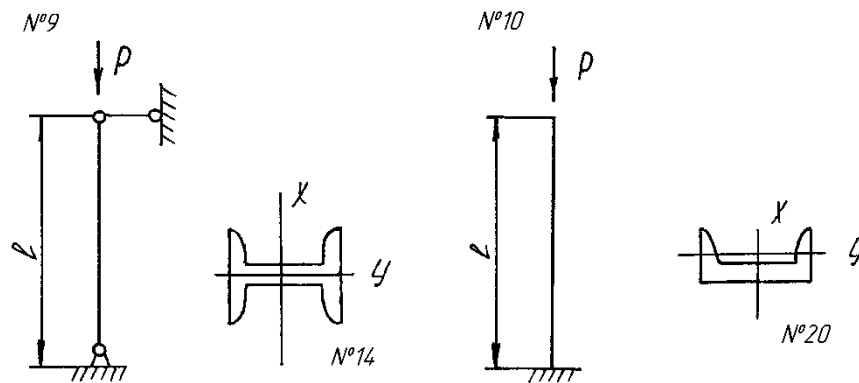
Для стойки (рис. 7) определить допускаемое значение сжимающей силы при заданной величине  $[n_y]$ . Материал стойки сталь 3. Размеры поперечного сечения стойки:  $b = 0,04$  м;  $h = 0,06$  м;  $d = 0,05$  м. Остальные значения приведены в таблице 7.

Таблица 7

Алфавит	ГРАФЫ		
	0	1	2
	№ схемы	L, м	$[n_y]$
А, К, Ф	1	2	2,5
Б, Л, Х	2	2,5	3
В, М, Ц	3	3	2,2
Г, Н, Ч	4	1,5	2
Д, О, Ш	5	4	2,6
Е, П, Щ	6	3,5	3,2
Ё, Р, Ы	7	4,2	2,3
Ж, С, Э	8	3,4	3,2
З, Т, Ю	9	2,8	2
И, У, Я	10	4,5	2,1

#### Расчетные схемы к задаче №6





### Перечень вопросов к экзамену

1. Наука о сопротивлении материалов. Изучаемые объекты.
  2. Расчетная схема. Упрощения, вводимые в геометрию реального объекта.
- Классификация внешних нагрузок.
3. Основные гипотезы науки о сопротивлении материалов.
  4. Внутренние силы. Методы сечений. Эпюры.
  5. Напряжения в сечениях.
  6. Деформации и перемещения.
  7. Построение эпюр продольных сил. Пример. Контроль правильности построенной эпюры.
  8. Построение эпюр крутящих моментов. Пример. Контроль правильности построенной эпюры.
  9. Балки и опоры. Определение опорных реакций.
  10. Внутренние силы при плоском поперечном изгибе. Дифференциальная зависимость между  $M$ ,  $Q$ ,  $q$ .
  11. Построение эпюр  $O_y$ ,  $M_x$ . в балках. Пример. Контроль правильности построенных эпюр.
  12. Статические моменты. Центр тяжести.
  13. Моменты инерции плоских фигур. Моменты инерции сложных фигур.
  14. Момент инерции относительно параллельных осей.
  15. Зависимость между моментами инерции при повороте координатных осей.
  16. Определение направления главных осей. Главные моменты инерции.
  17. Вычисление моментов инерции сечений простой формы: прямоугольного, треугольного, круга.
  18. Понятие о радиусе инерции и эллипсе инерции.
  19. Порядок расчета моментов инерции сложных сечений.
  20. Напряжения и деформации (продольные и поперечные) при растяжении и сжатии. Закон Гука.
  21. Испытание материалов на растяжение и сжатие. Механические характеристики материалов.
  22. Напряжение в сечениях наклонных к оси стержня.
  23. Допускаемые напряжения. Три типа расчетов на прочность.
  24. Сдвиг. Понятие о деформации сдвига. Поперечная сила и касательное

напряжение при сдвиге.

25. Чистый сдвиг. Анализ напряженного состояния.
26. Закон Гука. Связь между  $E$ ,  $G$ ,  $\mu$ .
27. Проверка прочности и допускаемое напряжение при чистом сдвиге.
28. Расчет заклепочных и болтовых соединений.
29. Кручение бруса круглого поперечного сечения. Определение напряжений и деформации.
30. Анализ напряженного состояния. Разрушение при кручении.
31. Расчет на прочность и жесткость при кручении.
32. Концентрация напряжений при кручении.
33. Прямой чистый изгиб. Определение нормальных напряжений.
34. Нормальные и касательные напряжения при плоском поперечном изгибе.

Формула Журавского.

35. Три типа расчетов на прочность при изгибе. Рациональные формы поперечных сечений балок.
36. Линейные и угловые перемещения при изгибе. Метод начальных параметров.
37. Косой изгиб. Определение напряжений и перемещений. Определение опасных точек сечения. Расчет на прочность.
38. Внецентренное растяжение (сжатие). Определение напряжений. Свойства нулевой линии. Ядро сечения.
39. Изгиб с кручением бруса, круглого поперечного сечения. (Пример).
40. Явление усталости. Механизм усталостного разрушения.
41. Диаграмма усталости и предел усталости.
42. Факторы, влияющие на усталостную прочность материала.
43. Расчет на усталостную прочность.
44. Расчеты движущихся деталей при заданных ускорениях.
45. Расчет поступательно движущихся систем.
46. Напряжения в тонкостенном вращающемся кольце.
47. Расчет равномерно вращающегося прямого бруса.
48. Понятие удара. Основные допущения технической теории удара.
49. Продольный и поперечный удары.
50. Динамическое кручение.
51. Расчет на прочность и жесткость элементов конструкций при ударном воздействии.
52. Расчет на прочность с учетом сил инерции.
53. Понятие об устойчивости сжатых стержней. Формула Эйлера для определения критической силы. Влияние способов закрепления концов стержня на величину критической силы.
54. Предел применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского.
55. Практические расчеты стержней на устойчивость.

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			минимальный	максимальный
<b>Модуль 1</b>			0	35
<b>Текущий контроль</b>			0	20
Контрольные срезы (тесты) по разделам 1,2,3, 4	5	3	0	15
Письменная контрольная работа	5	1	0	5
<b>Рубежный контроль</b>			0	15
Самостоятельная контрольная работа: задачи №1, №2, №3	5	3	0	15
<b>Модуль 2</b>			0	35
<b>Текущий контроль</b>			0	20
Контрольные срезы (тесты) по разделам 5,6, 7, 8	5	3	0	15
Письменная контрольная работа	5	1	0	5
<b>Рубежный контроль</b>			0	15
Самостоятельная контрольная работа: задачи №4, №5, №6	5	3	0	15
<b>Поощрительные баллы</b>			0	10
Решение задачи у доски на практическом занятии	1	5	0	5
Выполнение домашних заданий	1	5	0	5
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			0	- 6
2. Посещение практических занятий			0	- 10
<b>Итоговый контроль</b>				
2. Экзамен				30



Результаты обучения по дисциплине (модулю) у обучающихся оцениваются по итогам текущего контроля количественной оценкой, выраженной в рейтинговых баллах. Оценке подлежит каждое контрольное мероприятие.

При оценивании сформированности компетенций применяется четырехуровневая шкала «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Максимальный балл по каждому виду оценочного средства определяется в рейтинг-плане и выражает полное (100%) освоение компетенции.

Уровень сформированности компетенции «хорошо» устанавливается в случае, когда объем выполненных заданий соответствующего оценочного средства составляет 80-100%; «удовлетворительно» – выполнено 40-80%; «неудовлетворительно» – выполнено 0-40%

Рейтинговый балл за выполнение части или полного объема заданий соответствующего оценочного средства выставляется по формуле:

Рейтинговый балл =  $k \times$  Максимальный балл,

где  $k = 0,2$  при уровне освоения «неудовлетворительно»,  $k = 0,4$  при уровне освоения «удовлетворительно»,  $k = 0,8$  при уровне освоения «хорошо» и  $k = 1$  при уровне освоения «отлично».

Оценка на этапе промежуточной аттестации выставляется согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов УУНиТ:

На экзамене выставляется оценка:

- отлично - при накоплении от 80 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- хорошо - при накоплении от 60 до 79 рейтинговых баллов,
- удовлетворительно - при накоплении от 45 до 59 рейтинговых баллов,
- неудовлетворительно - при накоплении менее 45 рейтинговых баллов.

При получении на экзамене оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», на зачёте оценки «зачтено» считается, что результаты обучения по дисциплине (модулю) достигнуты и компетенции на этапе изучения дисциплины (модуля) сформированы.