

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Северский технологический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(СТИ НИЯУ МИФИ)**

---

**Кафедра «Машины и аппараты химических и атомных производств»**

**ОДОБРЕНО**  
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ  
протокол № 6 от 30.08.2024

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**  
**15.03.06 Мехатроника и робототехника**  
**НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**  
**Разработка роботизированных систем для атомной промышленности**  
Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
3	4	144	16	16	0	0	112	Экз.
Итого	4	144	16	16	0	0	112	

## 1 МОДЕЛЬ КОНТРОЛИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ОПК-1	З-ОПК-1	РГЗ1, РГЗ2, РГЗ3, Т1, КР1, Экзамен (3 сем.)
ОПК-1	У-ОПК-1	РГЗ1, РГЗ2, РГЗ3, Т1, КР1, Экзамен (3 сем.)
ОПК-1	В-ОПК-1	РГЗ1, РГЗ2, РГЗ3, Т1, КР1, Экзамен (3 сем.)
УК-1	З-УК-1	РГЗ1, РГЗ2, РГЗ3, Т1, КР1, Экзамен (3 сем.)
УК-1	У-УК-1	РГЗ1, РГЗ2, РГЗ3, Т1, КР1, Экзамен (3 сем.)
УК-1	В-УК-1	РГЗ1, РГЗ2, РГЗ3, Т1, КР1, Экзамен (3 сем.)

**Шкалы оценки образовательных достижений.** Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Экзамена.

### Аттестация в 3 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
<b>Текущая аттестация</b>			
РГЗ1	Расчетно-графическое задание	10	6
РГЗ2	Расчетно-графическое задание	10	6
РГЗ3	Расчетно-графическое задание	10	6
Т1	Тестирование	15	9
КР1	Контрольная работа	15	9
<b>Сумма:</b>		<b>60</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			
Экзамен		<b>40</b>	<b>24</b>
<b>Итого:</b>		<b>100</b>	<b>60</b>

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х балльной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)			удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)
Зачет	Зачтено						Не зачтено

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### 2.1 РГР – расчетно-графическая работа

#### 2.1.1 Комплект материалов для оценивания выполнения домашних заданий по разделу 1 «Сопротивление материалов»

Содержание домашних заданий приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Содержание домашних заданий по модулю 1 «Сопротивление материалов»

№	Наименование темы домашнего занятия	Номер задачи*	РГР	Кол-во баллов
1	Метод сечений – основной метод сопротивления материалов.	1-16	1	2
2	Растяжение-сжатие. Условие прочности и жесткости при растяжении.	1-16	1	4
3	Сдвиг (срез) и смятие. Расчеты соединений.	1-10	-	1
4	Расчеты на кручение. Условие прочности и жесткости при кручении.	1-12	2	4
5	Изгиб. Определение внутренних усилий и расчеты на прочность.	1-16	3	4
6	Сложное сопротивление.	1-10	-	1

Расчетно-графическая работа на тему «Растяжение – сжатие».

Цель расчёта

Для стержня, представленного на рисунке 2, построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений. Вычислить коэффициент запаса прочности для опасного сечения стержня по отношению к пределу текучести, если материал бруса Ст.3 ( $\sigma_T = 240 \text{ МПа}$ ). Определить абсолютную продольную деформацию стержня.

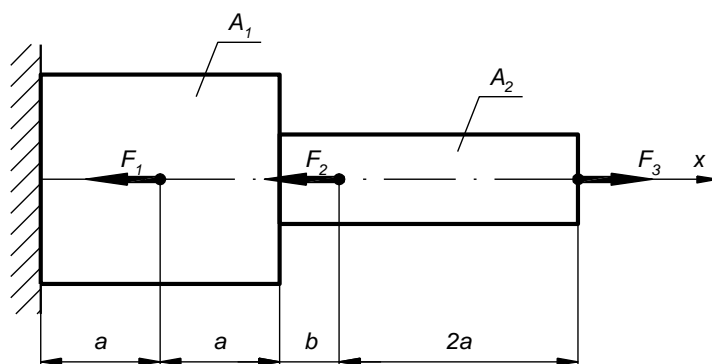


Рисунок 2 – Стержень с прямолинейной осью

Данные для расчёта

Исходные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные для расчёта

$F_1$	$F_2$	$F_3$	$A_1$	$A_2$	$a$	$b$
$\text{кН}$			$\text{м}^2$		$\text{м}$	
30	10	20	$3 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	0,3	0,2

Условия расчёта

Продольные силы  $N$  в сечениях стержня определяются на основе метода сечений.

Эпюра продольных сил есть график зависимости  $N$  от положения поперечного сечения по длине стержня, т.е.  $N = f_1(x)$ .

Эпюра нормальных напряжений – это график зависимости  $\sigma$  от положения поперечного сечения по длине стержня, т.е.  $\sigma = f_2(x)$ .

Расчётный коэффициент запаса прочности  $n = \sigma_{\text{пред}} / |\sigma_{\text{max}}|$ , где предельное (опасное) напряжение  $\sigma_{\text{пред}} = \sigma_T$ .

Расчёт

Построение эпюр  $N$  и  $\sigma$

Для построения эпюр  $N$  и  $\sigma$  рассмотрим столько сечений, сколько участков имеет стержень. Число участков определяется точками приложения внешних сил  $F_1, F_2, F_3$  и реакции жёсткого защемления  $R$  (рисунок 3), а также, на основании формулы (2), изменением размеров поперечного сечения (см. рисунок 2). Таким образом, для данного стержня следует рассмотреть четыре сечения.

Примечание – Чтобы не определять реакцию жёсткого защемления, все сечения будем рассматривать со стороны не защемлённого конца, т.е. справа.

На основании метода сечений расчётные схемы, отсечённых сечениями 1, 2, 3 и 4 правых частей стержня будут иметь вид, представленный на рисунках 4-7.

Рассмотрим сечение 1 (см. рисунки 3, а, 4). Действующие на отсечённую этим сечением часть стержня силы  $F_3$  и  $N_1$  представляют уравновешенную систему сил, для которой уравнение равновесия будет иметь вид:

$$\sum x_i = 0, \quad F_3 - N_1 = 0,$$

откуда

$$N_1 = F_3 = 20 \text{ кН}.$$

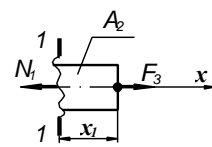
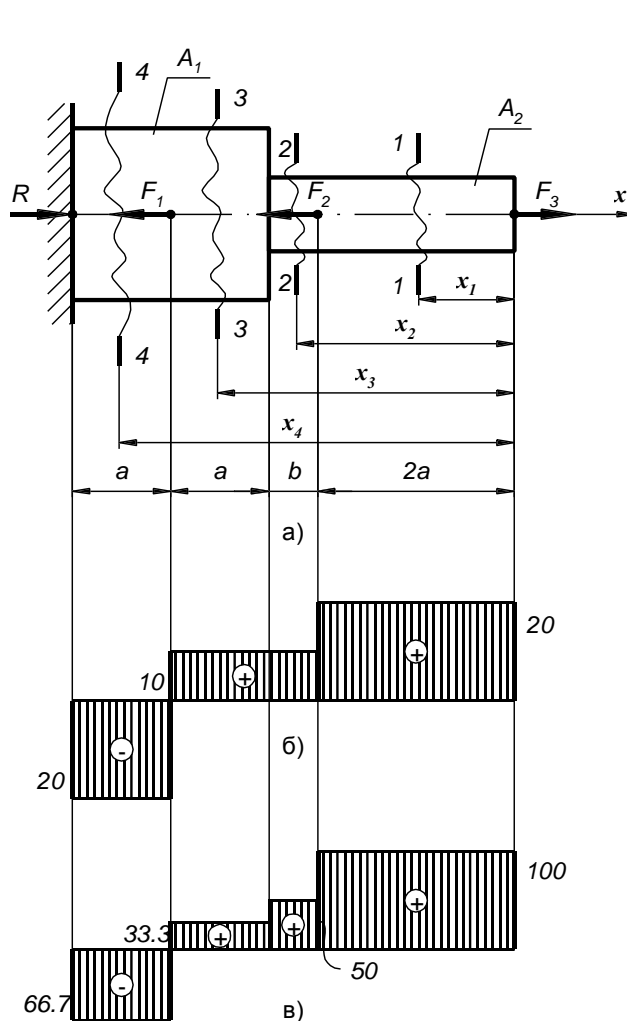


Рисунок 4 - Сечение 1

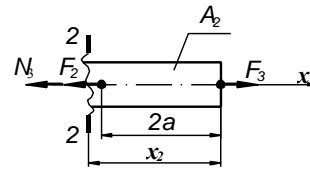


Рисунок 5 - Сечение 2

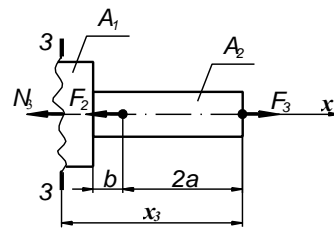


Рисунок 6 - Сечение 3

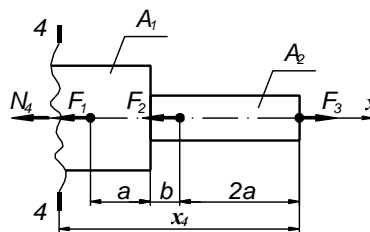


Рисунок 7 - Сечение 4

а –

расчётная схема стержня;

б – эпюра продольных сил  $N$ , кН;

в – эпюра нормальных напряжений  $\sigma$ , МПа

Рисунок 3 – Усилия и напряжения в сечениях стержня

Из расчёта видно, что продольная сила  $N_1$  от положения сечения 1 (координаты  $x_1$ ) не зависит, следовательно, на первом участке, т.е. при  $2a \geq x_1 \geq 0$  продольная сила постоянна. Как видно из рисунка 4, сила  $N_1$  направлена от сечения 1, а значит она растягивающая, положительная.

Напряжение в сечении 1

$$\sigma_1 = N_1 / A_2 = 20 \cdot 10^3 / 2 \cdot 10^{-4} = 100 \cdot 10^6 \text{ Па} = 100 \text{ МПа}$$

Примечание – Знак напряжения в сечении определяется знаком продольной силы. Рассматривая остальные сечения стержня, получим:

а) сечение 2, где  $2a + b \geq x_2 \geq 2a$  (рисунок 5)

$$\sum x_i = 0, \quad F_3 - F_2 - N_2 = 0,$$

откуда  $N_2 = F_3 - F_2 = 20 - 10 = 10 \text{ кН}$ ,

а напряжение

$$\sigma_2 = N_2 / A_2 = 10 \cdot 10^3 / 2 \cdot 10^{-4} = 50 \cdot 10^6 \text{ Па} = 50 \text{ МПа}$$

б) сечение 3, где  $3a + b \geq x_3 \geq 2a + b$  (рисунок 6)

$$\sum x_i = 0, \quad F_3 - F_2 - N_3 = 0,$$

откуда  $N_3 = F_3 - F_2 = 20 - 10 = 10 \text{ кН}$ .

Напряжение

$$\sigma_3 = N_3 / A_1 = 10 \cdot 10^3 / 3 \cdot 10^{-4} = 33,3 \cdot 10^6 \text{ Па} = 33,3 \text{ МПа};$$

в) сечение 4, где  $4a + b \geq x_4 \geq 3a + b$  (рисунок 7)

$$\sum x_i = 0, \quad F_3 - F_2 - F_1 - N_4 = 0,$$

откуда  $N_4 = F_3 - F_2 - F_1 = 20 - 10 - 30 = -20 \text{ кН}$ .

Полученный при определении усилия  $N_4$  знак "минус" говорит о том, что оно направлено к сечению 4, а следовательно, является сжимающим, отрицательным.

Напряжение

$$\sigma_4 = N_4 / A_1 = 20 \cdot 10^3 / 0,3 \cdot 10^{-4} = 66,7 \cdot 10^6 \text{ Па} = 66,7 \text{ МПа}$$

По результатам расчёта строим эпюры  $N$  и  $\sigma$  (см. рисунок 3,б,в).

Определение коэффициента запаса прочности

Коэффициент запаса прочности определим для сечения 1, т.к.  $|\sigma_{\max}| = \sigma_1 = 100 \text{ МПа}$ .

Тогда

$$n = \frac{\sigma_{\text{пред}}}{|\sigma_{\max}|} = \frac{\sigma_T}{\sigma_1} = \frac{240}{100} = 2,4.$$

Определение абсолютной продольной деформации стержня

Из формулы (4) видно, что  $\Delta l$  зависит от продольной силы в сечении, длины участка стержня и его жёсткости  $EA$ , тогда в данном случае

$$\begin{aligned} \Delta l &= \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 + \Delta l_4 = \frac{N_1 \cdot 2a}{EA_2} + \frac{N_2 \cdot b}{EA_2} + \frac{N_3 \cdot a}{EA_1} - \frac{N_4 \cdot a}{EA_1} = \\ &= \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 0,3}{2 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-4}} + \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2}{2 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-4}} + \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 0,3}{2 \cdot 10^5 \cdot 3 \cdot 10^{-4}} - \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 0,3}{2 \cdot 10^5 \cdot 3 \cdot 10^{-4}} = \\ &= 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 0,3 \text{ мм}, \end{aligned}$$

где  $E = E_{\text{ст}} = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

Примечание – Знак  $\Delta l$  определяется знаком продольной силы  $N$  в сечении данного участка.

Расчёты на прочность при растяжении и сжатии

Цель расчёта стержневой системы

Определить из расчёта на прочность при  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$  требуемые площади поперечных сечений стержней (рисунок 8).

Данные для расчёта

Данные для расчёта стержневой системы представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные

Задаваемая величина	$F$	$m$	$q$	$a$	$b$
Размерность	$kH$	$kH \cdot m$	$kH / m$	$m$	
Численное значение	300	50	100	2,0	2,5

Условия расчёта

Продольные силы в стержнях 1, 2 и 3 определяют методом сечений (рисунок 9,а,б).

Требуемые площади поперечных сечений стержней находят из условия прочности (5).

Расчёт стержневой системы

Определение внутренних усилий в стержнях

Изображённая на рисунке 8 стержневая система представляет составную конструкцию, состоящую из двух горизонтальных балок АВ и CD, которые удерживаются в заданном положении связями: стержнями 1,2 и 3, а также шарнирно-неподвижной опорой С. Для определения усилий в стержнях составим расчётные схемы балок АВ и CD (см рисунок 9,а, б).

Продольные силы  $N_1, N_2, N_3$  определим из уравнений равновесия:

$$\Sigma m_A(\bar{F}_i) = 0; -N_3 a - m + N_2(a+b) = 0; \quad (6)$$

$$\Sigma m_B(\bar{F}_i) = 0; -N_1(a+b) + N_3 b - m = 0; \quad (7)$$

$$\Sigma m_c(\bar{F}_i) = 0. -qa a / 2 + N_3 a - F 2a = 0. \quad (8)$$

Из уравнения (8)

$$N_3 = \frac{0,5qa^2 + 2Fa}{a} = 0,5qa + 2F = 0,5 \cdot 100 \cdot 2 + 2 \cdot 300 = 700 \text{ kH.}$$

Из уравнения (6)

$$N_2 = \frac{N_3 a + m}{a + b} = \frac{700 \cdot 2 + 50}{2 + 2,5} = 322,2 \text{ kH.}$$

Из уравнения (7)

$$N_1 = \frac{N_3 b - m}{a + b} = \frac{700 \cdot 2,5 - 50}{2 + 2,5} = 377,28 \text{ kH.}$$

Проверим правильность определения усилий в стержнях 1,2 и 3, составив для стержневой системы (рисунок 10) следующее уравнение равновесия:

$$\Sigma m_c(\bar{F}_i) = 0. -m + N_2(a+b) - qa^2 / 2 - F \cdot 2a = 0.$$

После подстановки численных значений получим:

$$\Sigma m_c(\bar{F}_i) = 0, -50 + 322,2(2 + 2,5) - 100 \cdot \frac{2^2}{2} - 300 \cdot 2 \cdot 2 = 1450 - 1450 = 0,$$

$$0 = 0,$$

следовательно, усилия  $N_1, N_2, N_3$  найдены правильно.

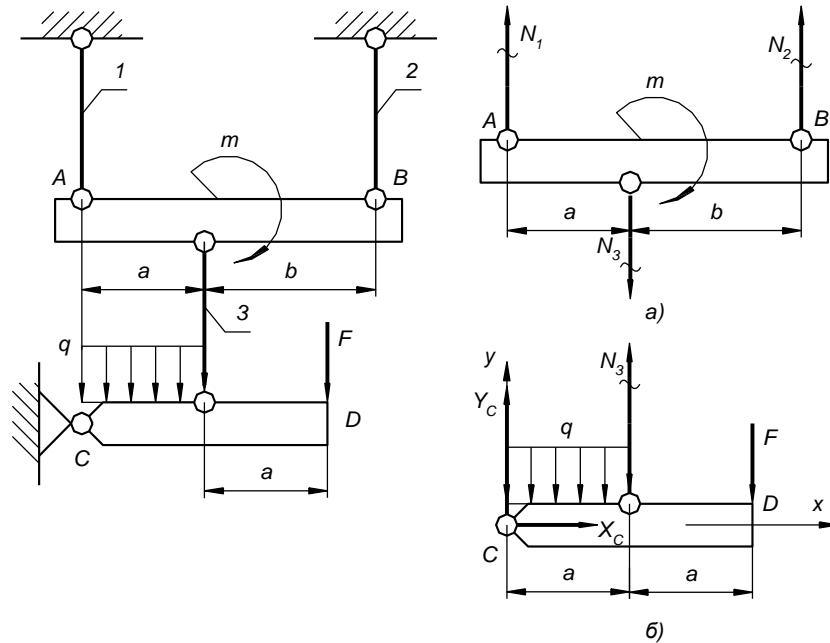


Рисунок 8 – Стержневая система:

а – расчётная схема балки АВ; б – расчётная схема балки CD

Из условия прочности при растяжении и сжатии (5) площадь поперечного сечения стержня

$$A \geq \frac{N}{[\sigma_{p(c)}} .$$

Тогда для стержней рассматриваемой системы (см. рисунки 8 и 9) получим:

$$A_1 \geq \frac{N_1}{[\sigma]} = \frac{377,8 \cdot 10^{-3}}{160} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 ;$$

$$A_2 \geq \frac{N_2}{[\sigma]} = \frac{322,2 \cdot 10^{-3}}{160} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 ;$$

$$A_3 \geq \frac{N_3}{[\sigma]} = \frac{700 \cdot 10^{-3}}{160} = 4,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 .$$



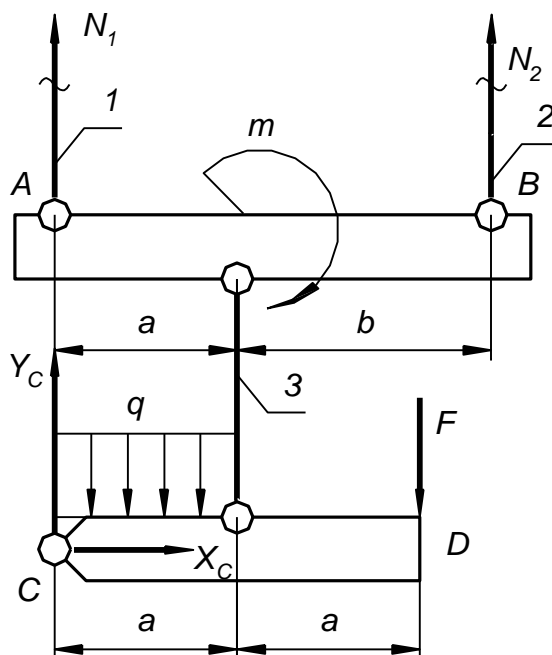


Рисунок 10 – Расчётная схема стержневой системы

#### Методика оценки результатов выполнения

Критерии	Оценка, балл
Умение применять известные формулы	2
Достоверность и полнота решения задачи	5
Грамотность и аккуратность при оформлении решений задач	1
Своевременность выполнения РГЗ в течение семестра	2

### 3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА АТТЕСТАЦИИ РАЗДЕЛА (РУБЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ)

#### 3.1 КР – контрольная работа

3.1.1 Комплект материалов для оценивания контрольной работы по разделу 1 «Сопротивление материалов»

Контрольная работа выполняется по вариантам, в каждом из которых содержится 16 задач.

Примеры задач:

На вал постоянного сечения насажены четыре шкива, как на рисунке 9. В точках А, В и С вал установлен на подшипниках качения. Шкив 1 передаёт от источника энергии (электродвигатель) на вал мощность  $N_1$ , а остальные шкивы снимают с вала и передают другим рабочим механизмам мощности  $N_2, N_3, N_4$ . Вал вращается с частотой вращения  $n$ .

Цель расчёта

Определить величины моментов, подводимых к шкиву 1 стального вала ( $G = 8 \cdot 10^4$  МПа) и снимаемых со шкивов 2, 3 и 4.

Построить эпюру крутящих моментов.

Определить требуемый диаметр вала из расчётов на прочность и жёсткость.

Построить эпюру касательных напряжений  $\tau$  для наиболее нагруженного участка вала. Исходные данные взять из таблицы Б.1 (приложение Б) и рисунка В.1 (приложение В).

Данные для расчёта

Данные для расчёта сведены в таблицу 4.

Таблица 4 – Исходные данные

$N_2$	$N_3$	$N_4$	$n$	$[\tau]$	$[\theta] \cdot 10^{-3}$
кВт			мин <sup>-1</sup>	МПа	рад/м
40	25	35	320	40	12

Расчёты

Вычертим схему вала и покажем направления кручения вала и крутящих моментов (см. рисунок 9).

Вычислим величины моментов, передаваемых каждым из шкивов по формуле (36):

$$M_{k_2} = 9,551 \frac{N_2}{n} = 9,551 \frac{40}{320} = 1,194 \text{ кНм};$$

$$M_{k_3} = 9,551 \frac{N_3}{n} = 9,551 \frac{25}{320} = 0,746 \text{ кНм};$$

$$M_{k_4} = 9,551 \frac{N_4}{n} = 9,551 \frac{35}{320} = 1,045 \text{ кНм}.$$

Значение момента  $M_{k_1}$  определяется из уравнения равновесия, составленного относительно оси  $X$ :

$$\sum_{i=1}^n \text{mom}_x M_k = 0; \quad M_{k_4} - M_{k_1} + M_{k_2} + M_{k_3} = 0.$$

Отсюда

$$M_{k_1} = 1,045 + 1,194 + 0,746 = 2,985 \text{ кНм}.$$

Строим эпюру крутящих моментов с использованием метода сечения, описанного подробно в разделе 2.

Эпюра крутящих моментов начинается от середины шкива 4. С учётом правила знаков запишем внутренний крутящий момент:

на I участке

$$M_x^I = +M_{k_4} = +1,045 \text{ кНм},$$

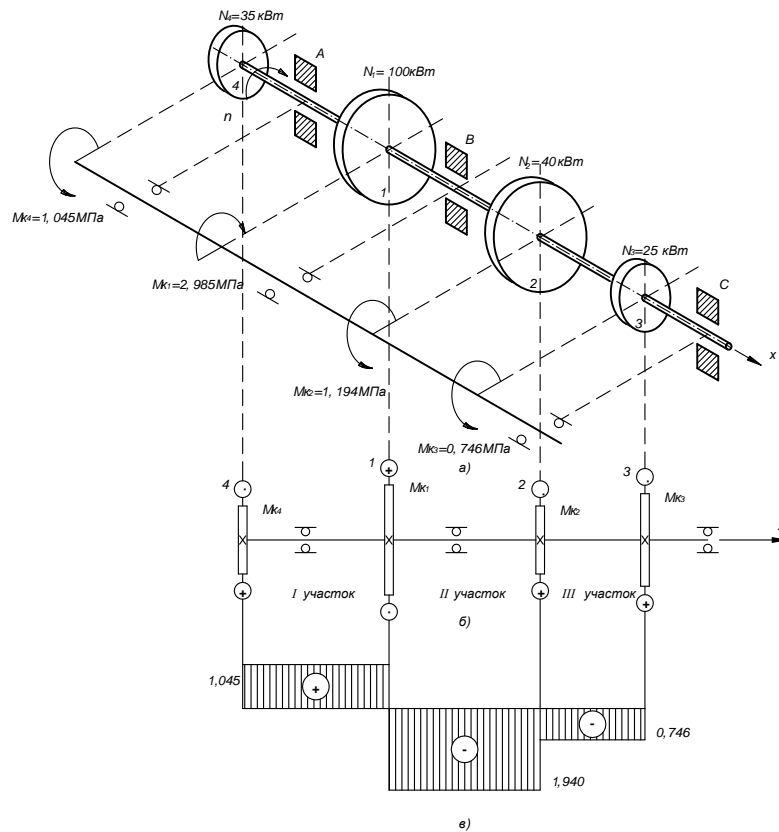
на II участке

$$M_x^{II} = +M_{k_4} - M_{k_1} = -1,940 \text{ кНм},$$

на III участке

$$M_x^{III} = -M_{k_3} = -0,746 \text{ кНм}.$$

Как видим из эпюры крутящих моментов, скачки на ней соответствуют значениям моментов, где подаётся или снимается соответствующая мощность. Из построенной эпюры  $M_k$  следует, что наиболее опасным является II участок между шкивами 1 и 2.



а – вал в аксонометрии; б – расчётная схема вала;

в – эпюра крутящих моментов  $M_k, \text{кНм}$

Рисунок 9 – Последовательность графической интерпретации вала при расчёте на кручение

Расчётный (наибольший) крутящий момент составляет  $M_{k\max} = 1,940 \text{ кНм}$ .  
Определим диаметр вала из расчёта на прочность

$$W_p \geq \frac{M_{k\max}}{[\tau]} = \frac{1940}{40 \cdot 10^6} = 48,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Тогда

$$D = \sqrt[3]{\frac{16 W_p}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 48,5 \cdot 10^{-6}}{3,14}} = 6,28 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 63 \text{ мм}.$$

Определим диаметр вала из расчёта на жёсткость.

$$\theta = \frac{M_{k\max}}{G J} \leq [\theta].$$

Тогда требуемый полярный момент инерции сечения вала

$$J_p \geq \frac{M_{k\max}}{G[\theta]} = \frac{1940}{8 \cdot 10^{10} \cdot 12 \cdot 10^{-3}} = 202 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4.$$

Диаметр вала из условия жёсткости определится, как

$$D \geq \sqrt[4]{\frac{32 J_{\rho}}{\pi}} = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 202 \cdot 10^{-8}}{3,14}} = 6,74 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 67 \text{ мм}.$$

Из двух рассчитанных величин диаметра вала выбирается наибольшее значение. Причём, полученный диаметр вала округляют до ближайшего значения из ряда R40 нормальных линейных размеров, мм в соответствии с приложением Г. В нашем случае принимаем  $D = 67 \text{ мм}$ .

Вычислим наибольшие касательные напряжения в опасном сечении вала, как

$$\tau_{\max} = \frac{M_{k\max}}{W_{\rho}} = \frac{1940}{\frac{\pi D^3}{16}} = \frac{1940}{\frac{3,14 \cdot (0,067)^3}{16}} = 32,9 \cdot 10^6 \text{ Па} = 33 \text{ МПа} \leq [\tau] = 40 \text{ МПа}$$

Строим эпюру касательных напряжений  $\tau$ .

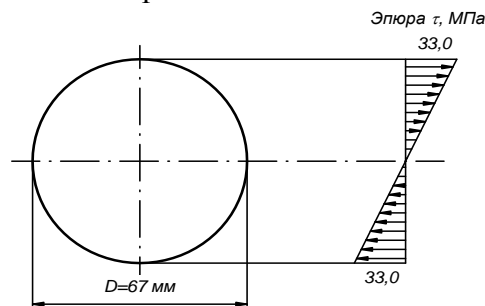


Рисунок 10 – Поперечное сечение вала и эпюра касательных напряжений  $\tau$

Исходные данные для решения задачи выдаёт преподаватель.

### Методика оценки результатов выполнения

Критерии	Оценка, балл
умение применять известные формулы	5
достоверность и полнота решения задачи	8
техническая грамотность и аккуратность при оформлении решений задач	2

### 3.2 Т1 – тестирование

#### 3.2.1 Комплект материалов для оценивания тестирования

#### Тема 1. Растяжение и сжатие

1. Какой из внутренних силовых факторов возникает при осевом растяжении и сжатии?

1. Изгибающий момент.
2. Поперечная сила.
3. Продольная сила.
4. Крутящий момент.

2 Какой вид имеет формула для нормальных напряжений при осевом растяжении и сжатии?

1.  $\sigma = N/A$
2.  $\sigma = N \cdot A$

3.  $N = A/\sigma$

4.  $A = \sigma \cdot N$

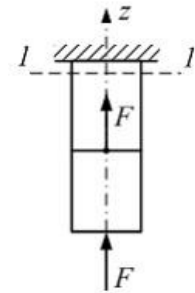
3 Чье имя носит коэффициент относительной поперечной деформации?

1. Матисса.
2. Мопассана.
3. Пуассона.
4. Сен-Венана.

4 Какой закон устанавливает зависимость между напряжениями и деформациями при осевом растяжении и сжатии?

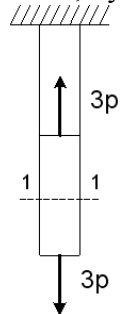
1. Закон Кеплера.
2. Закон Ома.
3. Закон Гука.
4. Закон Бойля-Мариотта.

5 Стержень круглого поперечного сечения диаметром  $d$  нагружен так, как показано на рисунке. напряжения в сечении 1-1 равны ...



- 1)  $-\frac{4F}{\pi d^2}$ ;
- 2)  $-\frac{9F}{\pi d^2}$ ;
- 3)  $-2F$
- 4)  $\frac{F}{d^2}$ .

6 Для стержня, схема которого изображена на рисунке, деформации, действующие в сечении 1-1, будут...



1. растягивающими и сжимающими;
2. сжимающими;
3. равны нулю;
4. растягивающими.

7 Напряжения при ...растяжении определяются по формуле:

1.  $\tau = \frac{F}{A}$ ;
2.  $\sigma = \frac{F}{A}$ ;
3.  $\sigma = \frac{F}{A}$ ;
4.  $\tau = \frac{F l}{E A}$ .

8 Какие силы возникают при растяжении (сжатии)?

1. поперечная сила;
2. продольная сила.

9 Что является характеристикой ...материала при растяжении?

1. модуль упругости первого рода;
2. модуль упругости второго рода.

10 Какие ...напряжения. возникают в поперечном сечении при растяжении (сжатии)?

1. сжимающие;
2. касательные;
3. продольные;
4. нормальные;
5. изгибающие.

11 Что характеризует ...материал при растяжении (сжатии)?

1. модуль упругости второго рода;
2. модуль упругости первого рода;
3. коэффициент Пуассона.

12 Что называется ...жесткостью поперечного сечения при растяжении (сжатии)?

1. Жесткостью называется такое состояние материала, при котором деформации ниже допустимых величин.
2. Отношение  $\sigma/\varepsilon$  называется жесткостью поперечного сечения.
3. Произведение  $EV$  называется жесткостью поперечного сечения.
4. Произведение  $EA$  называется жесткостью поперечного сечения.

13 Какие напряжения возникают в поперечном сечении при центральном растяжении – сжатии?

1. касательные;
2. нормальные;
3.  $\tau$  и  $\sigma$ ;
4.  $\tau_\alpha$  и  $\sigma_\alpha$ .

14 По какой из формул находятся напряжения в любом сечении сжатого стержня?

1.  $\sigma = \frac{N}{A}$ ;
2.  $\tau_\alpha = \frac{\sigma}{2} \sin 2\alpha$ ;
3.  $\tau_\alpha = -\sigma \cos^2 \alpha$ ;
4.  $\tau_\alpha = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}$

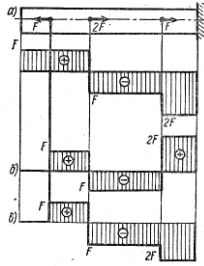
15 Условие прочности при растяжении – сжатии:

1.  $\sigma_{max} = N_{max}/A \leq [\sigma]$ ;
2.  $N_{max} = \sigma_{max} A$ ;
3.  $N_{max} = \sum N_i$ .

16 Какие материалы менее восприимчивы к влиянию местных напряжений?

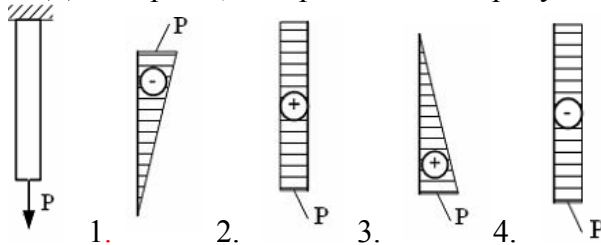
1. хрупкие;
2. пластичные.

17 Какая из эпюр, приведенных на рисунке, соответствует нагружению стержня?



1. изображенная на рисунке (а);
2. изображенная на рисунке (б);
3. изображенная на рисунке (в).

18 Для стержня, изображенного на рисунке, эпюра сил будет иметь вид....



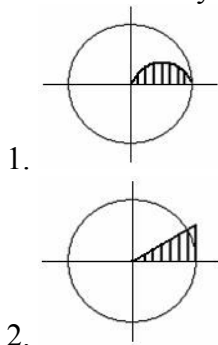
1. изображенная на рисунке 1;
2. изображенная на рисунке 2;
3. изображенная на рисунке 3;
4. изображенная на рисунке 4;

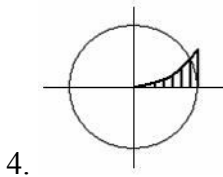
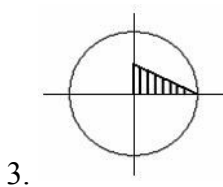
### Тема Кручение

-1 Для круглого стержня, работающего на кручение, произведение  $GJ_p$  называется жесткостью ...

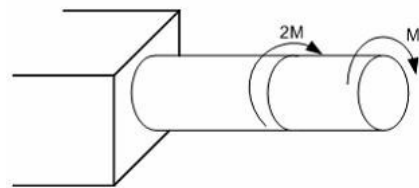
1. поперечного сечения на кручение
2. поперечного сечения на растяжение – сжатие
3. поперечного сечения на изгиб
4. стержня на кручение

2 Изменение ...напряжения вдоль радиуса поперечного сечения круглого стержня при кручении соответствует рисунку...



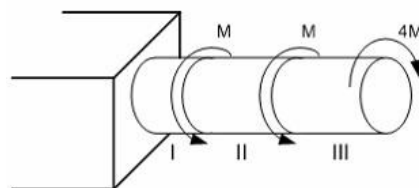


-3 Условие...прочности. для стержня имеет вид...



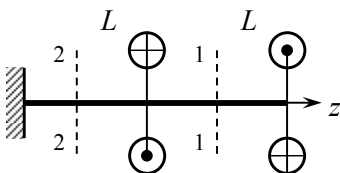
1.  $\frac{2M}{W_p} \leq [\tau];$
2.  $\frac{M}{W_p} \leq [\tau];$
3.  $\frac{3Md}{I_p} \leq [\tau];$
4.  $\frac{3M}{W_p} \leq [\tau].$

-4 Максимальный угол закручивания имеет место на участке...



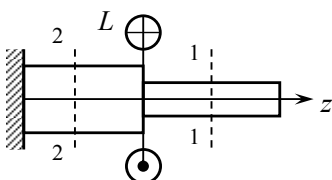
- 1) II;
- 2) I и II;
- 3) I;
- 4) III.

-5 Чему равны крутящие моменты в сечениях бруса 1 – 1 и 2 – 2?



1.  $M_{z1}=0, M_{z2}=L;$
2.  $M_{z1}=L, M_{z2}=0;$
3.  $M_{z1}=L, M_{z2}=2L;$
4.  $M_{z1}=L, M_{z2}=-L.$

-6 Как соотносятся между собой крутящие моменты в сечениях бруса 1 – 1 и 2 – 2?





1.  $M_{z1} = M_{z2}$ ;
2.  $M_{z1} < M_{z2}$ ;
3.  $M_{z1} > M_{z2}$ .

-7 Касательные напряжения в поперечном сечении вала направлены:

1. к оси вала;
2. перпендикулярно плоскости действия  $T$ ;
3. вдоль образующей;
4. перпендикулярно радиусу сечения.

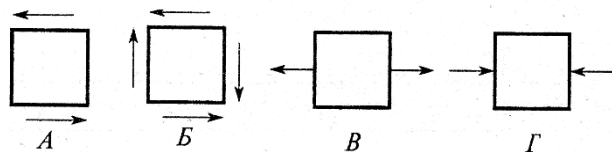
-8 Наибольшее напряжение при кручении определяется по формуле:

1.  $\frac{T}{W_p}$ ;
2.  $\frac{T}{I_p} \cdot \rho$ ;
3.  $\frac{M_x}{W_x}$ ;
4.  $\frac{Q}{A}$ .

-9 Закон Гука при ...кручении. выражается формулой...

1.  $\tau = G\gamma$ ;
2.  $\sigma = E\varepsilon$ ;
3.  $\Delta l = \frac{Nl}{EA}$ ;
4.  $\tau = \frac{M_{кр} \rho}{I_p}$ .

-10 Какое из напряженных состояний называют «растяжением-сжатием»?



1. А;
2. Б;
3. В;
4. Г.

-11 Как называется указанная величина в законе Гука?

$$\tau = G \cdot \gamma$$

1. угол закручивания;
2. смещение;
3. сжатие;
4. угол сдвига.

-12 Выбрать верную запись при сдвиге

1.  $\tau = \frac{M\rho}{J_p}$ ;
2.  $\tau = G\gamma$ ;
3.  $\tau = \frac{Q}{A}$ ;
4.  $\tau = \frac{M}{W_p}$ .

-13 Какие деформации возникают в каждом элементе бруса при кручении?

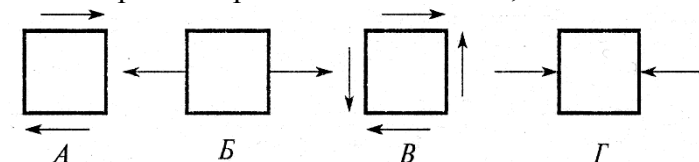
1. растяжение;
2. сжатие;
3. сдвиг;
4. изгиб.

- 14 Назвать величину в законе Гука при сдвиге

$$\tau = G\gamma$$

1. модуль упругости;
2. модуль сдвига;
3. коэффициент поперечной деформации;
4. момент сопротивления.

-15 Выбрать напряженное состояние, называемое «...сжатием.»



1. А;
2. Б;
3. В;
4. Г.

-16 Указать ...размерность. величины, выделенной в представленной формуле

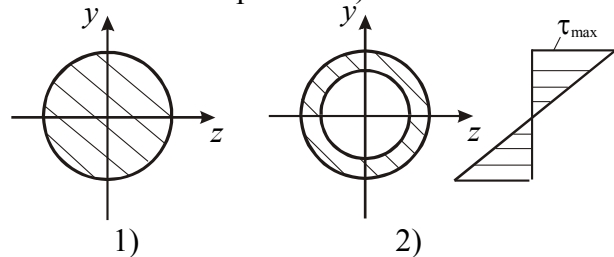
$$\tau = G\gamma$$

1. Нм;
2. мм<sup>3</sup>;
3. рад;
4. МПа.

-17 Какая из приведённых ниже формул является математическим выражением напряжением. при сдвиге?

1.  $\tau = G\gamma$ ;
2.  $\gamma = G\tau$ ;
3.  $\tau = GE$ ;
4.  $\sigma = G\gamma$ .

-18 Какая форма сечения вала будет ...экономичной. (справа приведена эпюра касательных напряжений)?



1. 1;
2. 2.

-19 Как распределяются ...напряжения по поперечному сечению вала?

1. возрастают от центра к краям сечения;
2. убывают от центра к краям сечения;
3. равномерно по ширине сечения.

- 20. Размерность величины, выделенной в формуле

$$\tau = G\gamma$$

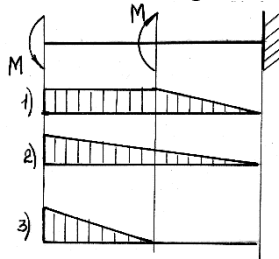
$$\tau = \frac{M_k \rho}{J_p}$$

1. МПа;
2. мм<sup>2</sup>;
3. мм<sup>3</sup>;
4. Нм.

- 21... Напряжение при сдвиге?

1.  $\sigma = G\gamma$ ;
2.  $\tau = E\gamma$ ;
3.  $\tau = G\gamma$ ;
4.  $\tau = G\varepsilon$ .

- 22 Указать правильную эпюру

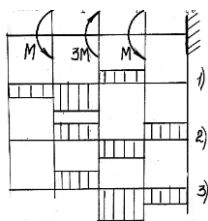


1. 1;
2. 2;
3. 3;
4. ни одна.

-23 В какой точке круглого стержня касательные напряжения при кручении достигают наибольшей величины?

1. в центре;
2. в наиболее удаленных точках от центра;
3. напряжения во всех точках одинаковы.

- Указать правильную эпюру .....

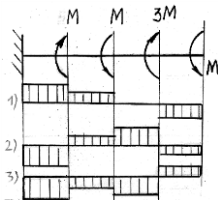


1. 1;
2. 2;
3. 3.

-24 Как распределяются касательные напряжения при кручении тонкостенной прямоугольной трубы?

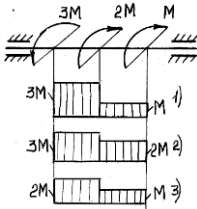
1. равномерно;
2. по закону прямой линии;
3. по закону параболы.

- 25 Указать правильную эпюру .....



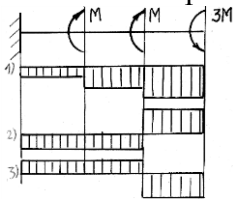
1. 1;
2. 2;
3. 3.

- 26 Указать правильную эпюру.....



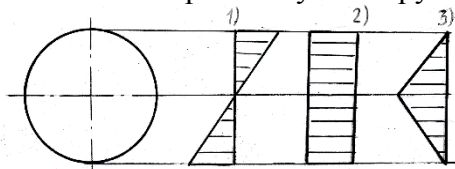
1. 1;
2. 2;
3. 3.

-27 Указать правильную эпюру .....



1. 1;
2. 2;
3. 3.

-28 Указать правильную эпюру .....при кручении

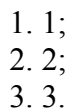


1. 1;
2. 2;
3. 3.

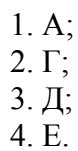
-29 По какой формуле вычисляют напряжения. при кручении?

1.  $\tau_{max} = \frac{M_{KF}}{W_\rho}$ ;
2.  $\tau_{max} = \frac{M_{KF}}{W_x}$ ;
3.  $\tau_{max} = \frac{M_{KF}}{I_\rho}$ .

-30 Указать правильную эпюру .....

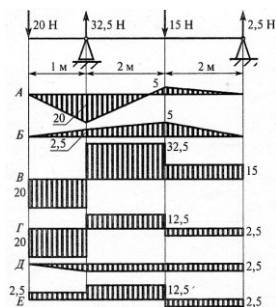


-1 Из представленных эпюр выбрать эпюру изгибающих моментов, для балки



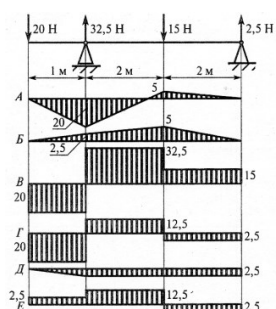
1. Б;
2. В;
3. Г;
4. Д.

21



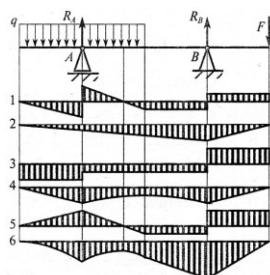
1. В;
2. Г;
3. Д;
4. Е.

4- Из представленных эпюр выбрать эпюру ...изгибающих моментов для балки



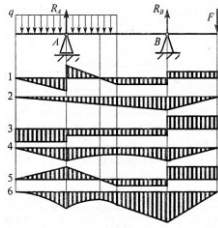
1. А;
2. Б;
3. Д;
4. Е.

5- Из представленных на схеме эпюр выбрать эпюру ... изгибающих сил балки



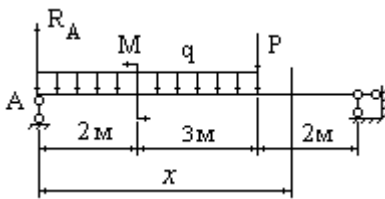
1. 1;
2. 2;
3. 3;
4. 5.

6 Из представленных эпюр выбрать эпюру ...изгибающих моментов... для балки



1. 1;
2. 2;
3. 4;
4. 6.

7- Какое из уравнений для изгибающего момента, возникающего в сечении  $x$ , написано верно?



1.  $M(x) = R_A x - M - \frac{qx^2}{2} - P(x - 5)$
2.  $M(x) = R_A x + M - \frac{q(x-5)^2}{2} - P(x - 5)$
3.  $M(x) = R_A x - M - q \cdot 5(x - 2,5) - P(x - 5)$
4.  $M(x) = R_A x - M + \frac{qx^2}{2} - P(x - 5)$

8- Чье имя носит формула для определения касательных напряжений в поперечном сечении изгибаемой балки

1. Жуковского?
2. Журавского?
3. Жуберского?
4. Жванецкого?

-9 Что возникает на эпюре поперечных сил  $Q$  в сечении, где приложена сосредоточенная сила  $F$ ?

1. прежде постоянное значение эпюры  $Q$  становится переменным;
2. скачок на величину силы  $F$  и в направлении  $\vec{F}$  (если движемся слева);
3. изменяется наклон прямой линии эпюры  $Q$ ;
4. не отмечается изменений.

Ответ: (2), поскольку в отличие от предшествующего участка в аналитической зависимости для  $Q$  возникает ещё одна составляющая, равная  $F$ , то на эпюре в этом сечении скачок на величину  $F$ , и в направлении этой силы (если движемся слева).

10- Что возникает на эпюре изгибающих моментов  $M$  в сечении, где приложена сосредоточенная сила  $F$ ?

1. изменений нет;
2. эпюра моментов претерпевает скачок на величину  $F$ ;

3. эпюра моментов становится линейной;
4. излом эпюры  $M$  на “острие” вектора  $\vec{F}$ .

Ответ: (4), поскольку  $Q=dM/dx$ , а эпюра  $Q$  в этом сечении скачкообразно изменяет своё значение, то изменяется и угол наклона касательной (проходит излом на “острие” вектора  $F$ ).

-11 Что возникает на эпюре поперечных сил в сечении, где приложена внешняя пара сил  $M_e$ ?

1. скачок на величину  $M_e$ ;
2. эпюра  $M$  меняет значение на противоположное;
3. изменений нет;
4. изменяется наклон эпюры.

Ответ: (3), поскольку пара сил не проектируется на ось, то и на эпюре  $Q$  изменений нет.

-12 Что возникает на эпюре изгибающих моментов  $M$  в сечении, где приложена внешняя пара сил  $M_e$ ?

1. изменений нет;
2. отмечается изменение угла наклона касательной к эпюре  $M$ ;
3. скачок на величину  $M_e$  в сторону сжимаемого этой парой “волокна”;
4. скачок на величину  $M_e$  в сторону растягиваемого этой парой “волокна”.

Ответ: (4), поскольку в аналитической зависимости для изгибающего момента при переходе сечения, где приложена  $M_e$  возникает новое слагаемое, то на эпюре – скачок на величину  $M_e$  в ту сторону, какое “волокно” дорастягивает  $M_e$  (в соответствии с правилом знаков).

-13 Если переходим с участка, на котором заканчивается действие равномерно распределённой нагрузки  $q$ , то на эпюре изгибающих моментов  $M$ :

1. происходит изменение угла наклона линейной эпюры;
2. криволинейная эпюра изменяет кривизну на противоположную;
3. эпюра  $M$  остаётся неизменной по характеру;
4. прежде криволинейная эпюра становится линейной.

Ответ: (4), поскольку в аналитической зависимости при переходе на участок, где  $q=0$ , исчезает слагаемое, содержащее компоненту  $qx^2/2$ , то прежде криволинейная эпюра становится линейной.

14 На участке, где имеется равномерно распределённая нагрузка и эпюра изгибающих моментов изменяется по квадратичной зависимости, то наличие экстремума ( $M_{\text{экстр.}}$ ) обусловлено:

1. изменением знака функции  $M(x)$ ;
2. равенством нулю поперечной силы в пределах участка;
3. равенством нулю производной  $dQ/dx$ ;
4. изменением характера функции  $M(x)$ .

Ответ: (2), поскольку  $dM/dx=Q$ , то в сечении, где поперечная сила  $Q$  становится равной нулю функция  $M(x)$  имеет экстремум.

15- Условием определения (в пределах участка) положения сечения, где  $M = M_{\text{экстр.}}$  является:

1.  $dQ/dx=0$ ;
2.  $q=0$ ;
3.  $Q=0$ ;



4. скачок на эпюре М.

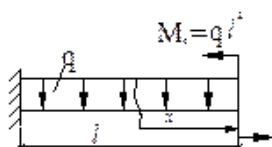
Ответ: (3), поскольку именно в сечении, где  $Q=0$ , а следовательно и касательная функции  $M(x)$ , тангенс угла наклона которой равен производной  $M'=dM/dx=Q$ , принимает нулевое значение, следовательно сама функция  $M(x)$  имеет экстремальное значение.

-16 Сколько уравнений статики необходимо составить для определения реакций двухопорной балки?

- 1) два;
- 2) три;
- 3) четыре;
- 4) шесть.

Ответ: (2), поскольку в общем случае для плоской системы сил можно составить три независимых уравнения статики, из которых и определяют три неизвестных реакций опор. Четвёртое уравнение используют для проверки правильности решения.

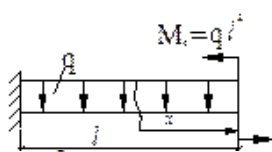
17- Для расчётной схемы аналитическое выражение для поперечной силы  $Q$ :



1.  $Q = q$ ;
2.  $Q = qx$ ;
3.  $Q = -qx$ ;
4.  $Q = qx - ql^2$ .

Ответ: (2) поскольку поперечная сила в сечении равна сумме проекций сил на ось "у", приложенных к рассматриваемой части балки ( $qx$ ). Ответ (в) не соответствует правилу знаков для поперечной силы, а в ответе (4) присутствует  $Me = ql^2$ , но пара сил не даёт проекцию на ось.

18- Для расчётной схемы аналитическое выражение для изгибающего момента  $M_z$ :



1.  $\frac{qx^2}{2} + ql^2$ ;
2.  $\frac{qx^2}{2} - ql^2$ ;
3.  $-\frac{qx^2}{2} + ql^2$ ;
4.  $-\frac{qx^2}{2} - ql^2$ .

Ответ: (3), поскольку в соответствии с правилами знаков  $Me = ql^2$  даёт положительную компоненту, а составляющая момента от распределённой нагрузки  $qx^2/2$  не растягивает нижнее волокно, следовательно даёт отрицательную составляющую.

-19 Возникновением каких внутренних силовых факторов характеризуется изгиб?

1.  $M_{изг}$ ;
2.  $M_{изг}$  и  $Q$ ;
3.  $Q$ ;

4. нет правильного ответа.

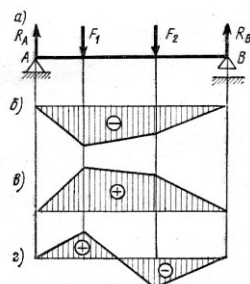
20- По какой формуле определяется напряжение. при изгибе?

1.  $\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{I_z}$  ;
2.  $\sigma_{max} = \frac{M_{max} y}{W_z}$  ;
3.  $\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_z}$  .

21- Какие силовые факторы при изгибе вызывают ...напряжения?

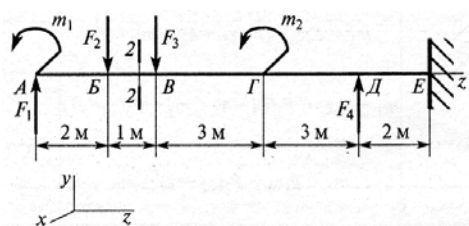
1. продольная сила;
2. изгибающий момент;
3. поперечная сила.

22- На рисунке изображена балка, нагруженная сосредоточенными силами. Определите, какая из приведенных на рисунке эпюр соответствует нагружению балки.



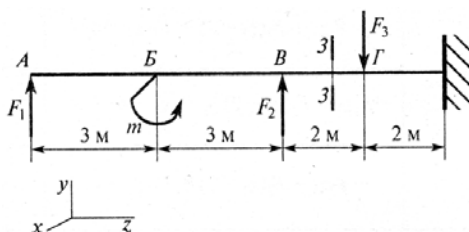
1. эпюра на рисунке (б);
2. эпюра на рисунке (в);
3. эпюра на рисунке (г).

23- Выбрать формулу для расчета ...в сечении 2-2



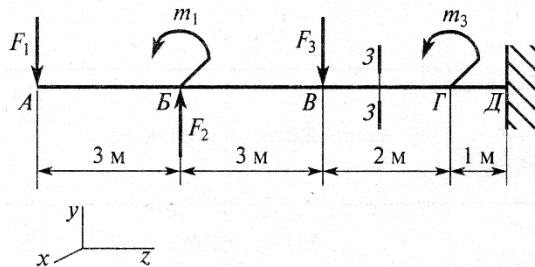
1.  $m_1 + F_1 z_2 - F_2(z_2 - 2)$ ;
2.  $-m_1 - F_1 z_2 - F_2 z_2 - m_2$ ;
3.  $-m_1 + F_1 z_2 - F_2(z_2 - 2)$ ;
4.  $-m_1 + F_1 z_2 - F_2(z_2 - 2) - F_3$ .

24- Выбрать формулу для расчета в сечении 3-3



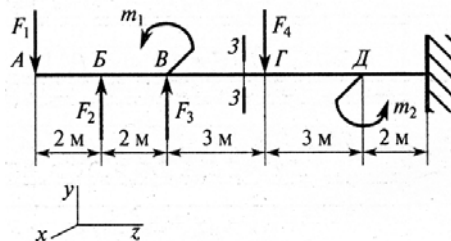
1.  $F_1 z_3 - m + F_2(z_3 - 3)$ ;
2.  $-F_1 z_3 + m - F_2(z_3 - 6)$ ;
3.  $-F_1 z_3 + m - F_2 z_3$ ;
4.  $F_1 z_3 - m + F_2(z_3 - 6)$ .

-25 Выбрать формулу для расчета в сечении 3-3



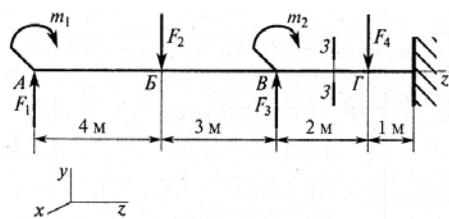
1.  $F_1 z_3 - m_1 + F_2(z_3 - 3) - F_3$ ;
2.  $-F_1 z_3 - m_1 - F_2(z_3 - 3) - F_3(z_3 - 6)$ ;
3.  $F_1 z_3 + m_1 + F_2(z_3 - 3) - F_3$ ;
4.  $-F_1 z_3 - m_1 + F_2(z_3 - 3) - F_3(z_3 - 6)$ .

-26 Выбрать формулу для расчета ..в сечении 3-3



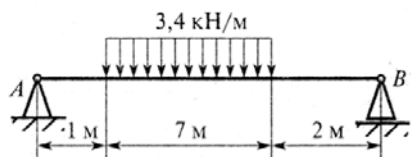
1.  $F_1 z_3 - F_2(z_3 - 2) - F_3(z_3 - 4)$ ;
2.  $-F_1 z_3 + F_2(z_3 - 2) + F_3(z_3 - 4)$ ;
3.  $-F_1 z_3 + F_2(z_3 - 2) + F_3(z_3 - 4) - m_1$ ;
4.  $-F_2 z_3 + F_2(z_3 - 2) + F_3(z_3 - 4)$ .

27- Выбрать формулу для расчета ..в сечении 3-3



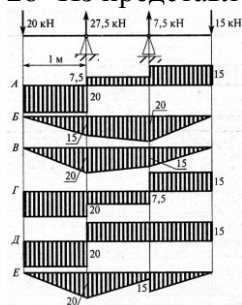
1.  $m_1 + F_1 z_3 - F_2(z_3 - 4) + m_2$  ;
2.  $m_1 + F_1 z_3 - F_2(z_3 - 4) + m_2 + F_3$ ;
3.  $m_1 + F_1 z_3 - F_2(z_3 - 4) + m_2 + F_3(z_3 - 7)$ ;
4.  $m_1 + F_1 z_3 - F_2(z_3 - 2) + m_2$  .

27- Определить реакцию в опоре ...А1.



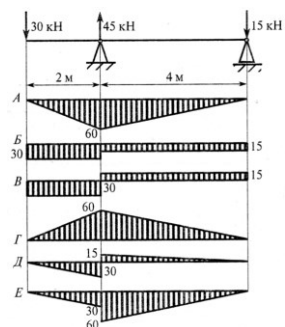
1. 10,71 кН;
2. 13,09 кН;
3. 23,8 кН;
4. 32,42 кН.

28- Из представленных на схеме эпюр выбрать эпюру изгибающей силы. для балки



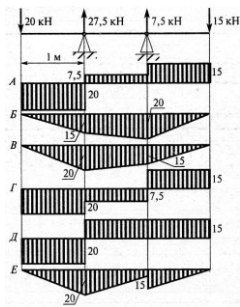
1. А;
2. Б;
3. Г;

-29 Из представленных эпюр выбрать эпюру изгибающих сил для балки



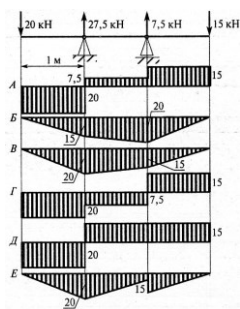
1. А;
2. Г;
3. В;
4. Е.

30- Из представленных на схеме эпюр выбрать эпюру изгибающих моментов для балки



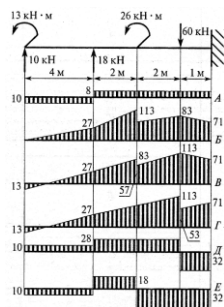
1. А;
2. Б;
3. Г;
4. В.

31- Из представленных эпюр выбрать эпюру ... изгибающих сил .. для балки



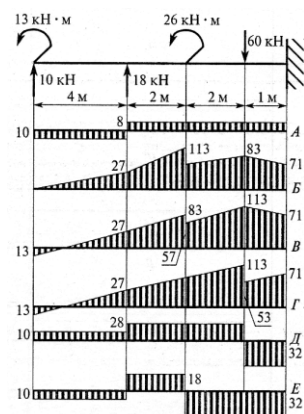
1. А;
2. Б;
3. В;
4. Е.

32- Из представленных на схеме эпюр выбрать эпюру изгибающих ...моментов для балки



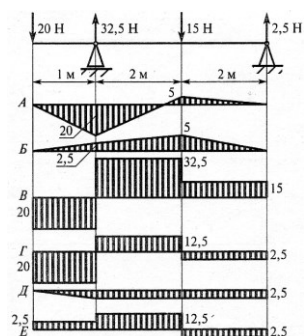
1. В;
2. А;
3. Б;
4. Е.

33- Из представленных эпюр выбрать эпюру ... изгибающей силы для балки



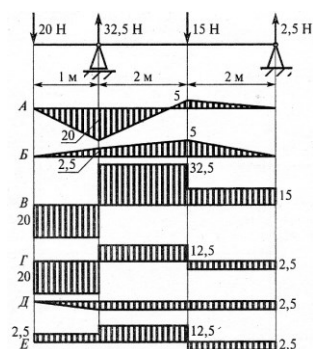
1. Б;
2. В;
3. Г;
4. Д.

34- Из представленных на схеме эпюр выбрать эпюру изгибающего момента для балки



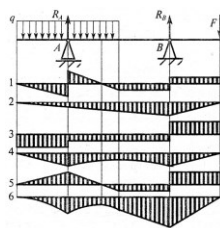
1. В;
2. Г;
3. Д;
4. Е.

34- Из представленных эпюр выбрать эпюру ... изгибающего момента для балки



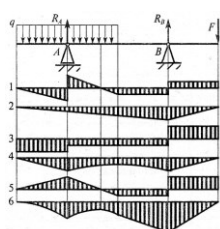
1. А;
2. Б;
3. Д;
4. Е.

35- Из представленных на схеме эпюр выбрать эпюру ... изгибающей силы балки



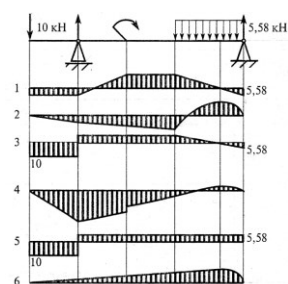
1. 1;
2. 2;
3. 3;
4. 5.

36- Из представленных эпюр выбрать эпюру изгибающего момента для балки



1. 1;
2. 2;
3. 4;
4. 6.

37- Из представленных на схеме эпюр выбрать эпюру изгибающей силы для балки



**Методика оценки результатов тестирования:**

Критерии	Оценка, балл
достоверность и полнота ответа	15

## 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

3.1 Комплект материалов для оценивания экзамена по дисциплине «Прикладная механика»

Экзамен проводится в письменной форме в виде ответа на вопросы с последующим собеседованием со студентом.

### Вопросы для Экзамена (3 семестр):

- 1 Предмет изучения и основные задачи курса сопротивления материалов.
- 2 Расчётная схема.
- 3 Силы внешние и внутренние. Классификация видов деформирования.
- 4 Понятие о напряжениях, перемещениях и деформациях. Основные принципы сопротивления материалов.
- 5 Метод сечений и порядок действий (показать на рисунке).
- 6 Шесть внутренних усилий и их аналитические выражения.
- 7 Диаграмма растяжения низкоуглеродистой стали.
- 8 Участки диаграммы. Характеристики прочности: формулы и определения. Характер разрушения образца.
- 9 Явление наклёпа. Характеристики пластичности материала. Понятие пластичности и хрупкости; классификация материалов.
- 10 Диаграмма сжатия стали. Диаграммы растяжения и сжатия чугуна.
- 11 Растяжение и сжатие. Напряжения при растяжении и сжатии, расчёты на прочность.
- 12 Закон Гука при растяжении и сжатии.
- 13 Модуль упругости материала; его численная величина, физический и геометрический смысл; способы его определения.
- 14 Формула для абсолютной продольной деформации.
- 15 Абсолютная и относительная поперечная деформация при растяжении и сжатии (рисунок).
- 16 Коэффициент Пуассона, его физический смысл, численное значение и способы определения.
- 17 Геометрические характеристики плоских сечений: площадь; статические, осевые, полярные и центробежные моменты инерции; центр тяжести.
- 18 Деформации при растяжении-сжатии, расчёт на жесткость.
- 19 Напряжения при кручении круглого вала. Расчёт на прочность при кручении.
- 20 Деформации при кручении круглого вала. Расчёт на жёсткость при кручении.
- 21 Эпюра касательных напряжений и закон парности.
- 22 Полярный момент сопротивления. Рациональное сечение вала.
- 23 Изгиб. Определение внутренних силовых факторов.
- 24 Дифференциальные зависимости при изгибе.
- 25 Напряжения при чистом изгибе.
- 26 Напряжения при поперечном изгибе. Расчёты на прочность при изгибе.
- 27 Косой изгиб. Определение напряжений и расчёт на прочность.
- 28 Внецентренное растяжение (сжатие). Определение напряжений и расчёт на прочность.
- 29 Изгиб с кручением. Определение напряжений и расчёты на прочность.
- 30 Усталостная прочность. Предел выносливости.
- 31 Диаграмма предельных амплитуд.
- 32 Факторы, влияющие на усталостную прочность.



- 33 Реальный объект и расчётная схема
- 34 Силы внешние и внутренние. Уравнения равновесия
- 35 Напряжения, деформации и перемещения
- 36 Закон Гука и принцип независимости действия сил
- 37 Внутренние силы и напряжения при растяжении-сжатии
- 38 Закон Гука и удлинения стержня
- 39 Статически определимые и статически неопределимые системы
- 40 Испытание материалов на растяжение-сжатие
- 41 Диаграммы растяжения и сжатия
- 42 Основные механические характеристики материала
- 43 Коэффициент запаса. Условие прочности при растяжении-сжатии. Допускаемые напряжения
- 44 Деформации и напряжения при сдвиге
- 45 Закон Гука и условие прочности при сдвиге
- 46 Явления среза и смятия при сдвиге
- 47 Чистый сдвиг и его особенности
- 48 Деформации и напряжения при кручении
- 49 Закон Гука при кручении
- 50 Условия прочности и жесткости при кручении
- 51 Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов
- 52 Напряжения при чистом изгибе. Формула Навье
- 53 Условие прочности при изгибе
- 54 Перемещения при изгибе. Условие жесткости
- 55 Порядок решения задачи сложных деформаций
- 56 Гипотезы прочности и теория прочности Мора
- 57 Изгиб и кручение
- 58 Условия прочности при сложных деформациях
- 59 Соединения резьбовые, шпоночные и сварные

Пример экзаменационного билета.

1 Напряжения, деформации и перемещения
2 Условия прочности и жесткости при кручении
3 Задача

**Методика оценки результатов собеседования на экзамене:**

Критерии	Оценка, балл
умение тесно увязывать теорию с практикой	10
достоверность и полнота ответа	10
использование в ответе материала монографической литературы	10
техническая грамотность и аккуратность при оформлении решений задач	10

## 5 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИИ (ЧАСТИ КОМПЕТЕНЦИИ)

5.1 Комплект материалов для оценивания сформированности компетенции (части компетенции) по дисциплине «Сопротивление материалов»

5.1.1 Комплект материалов для оценивания сформированности компетенции код компетенции «ОПК-1»

1. **Сопротивление материалов** – раздел более общей науки – механики деформируемого твердого тела, в котором излагаются основы и методы инженерных расчетов элементов конструкций на ....., ....., ..... и ..... при одновременном удовлетворении требований надежности, экономичности и долговечности.

2..... – способность материала (образца, детали, элемента конструкции...) не разрушаясь сопротивляться действию внешних сил.

3. .... – способность конструктивных элементов деформироваться без существенного изменения геометрических размеров.

4. .... – способность конструктивного элемента сохранять под нагрузкой первоначальную форму равновесия.

5. .... – способность материала противостоять усталости.

6. **Гипотеза сплошности и однородности** — материал представляет собой ..... сплошную среду; свойства материала во всех точках тела ..... и не зависят от размеров тела.

7. **Гипотеза** ..... – поперечные сечения, плоские и нормальные к оси стержня до приложения к нему нагрузки, остаются плоскими и нормальными к его оси в деформированном состоянии; при изгибе сечения поворачиваются не искривляясь.

8. **Гипотеза о совершенной** ..... материала – перемещения точек конструкции в ..... стадии работы материала прямо пропорциональны силам, вызывающим эти перемещения (справедлив закон Гука).

9. **Расчетная схема** – ..... схема, отражающая наиболее существенные особенности реального объекта, определяющие его поведение под нагрузкой.

10. По характеру изменения в процессе приложения нагрузки делятся на три вида: ....., ..... и .....

5.2.1 Комплект материалов для оценивания сформированности компетенции код компетенции «УК-1»

1. **Напряжение нормальное  $\sigma$**  – действующее ..... к сечению, характеризует интенсивность сил отрыва или сжатия частиц элементов конструкции.

2. **Напряжение касательное** – действующее ..... сечения, характеризует интенсивность сил, сдвигающих эти части ..... сечения.

3. .... – изменение положения в пространстве точки или поперечного сечения.

4. .... – изменение формы и размеров тела под действием приложенных сил.

5. Произведение ..... – жесткость сечения при растяжении – сжатии.

6. Произведение ..... – жесткость сечения при кручении.

7. Произведение ..... – жесткость сечения при изгибе.

8. **Растяжение (сжатие)** – вид сопротивления(деформирования), при котором из шести внутренних усилий не равно нулю одно –

1.  $Q_x$  ; 2.  $Q_y$ ; 3.  $N_z$ ;

4.  $M_x$ ; 5.  $M_y$ ; 6.  $T_z$ .

9. **Кручение** – вид сопротивления (деформирования), при котором из шести внутренних усилий не равно нулю одно –

1.  $Q_x$  ; 2.  $Q_y$ ; 3.  $N_z$ ;

4.  $M_x$ ; 5.  $M_y$ ; 6.  $T_z$ .

10. Чистый изгиб – вид сопротивления (деформирования), при котором из шести внутренних усилий не равно нулю одно –

1.  $Q_x$  ; 2.  $Q_y$ ; 3.  $N_z$ ;

4.  $M_x$ ; 5.  $M_y$ ; 6.  $T_z$ .

См. рекомендации к ФОС.

5.2 Критерии оценки сформированности компетенции (части компетенции) студентов

Количество правильных ответов	Менее 70%	70% и более
оценка	компетенции не сформированы	компетенции сформированы

Автор(ы):

Фамилия Имя Отчество	Должность, уч. степень
Бродский Владимир Маркович	Доцент, к.т.н.

**Приложение 1 – Правильные ответы оценочных средств аттестации разделов  
(рубежный контроль)**

**Тест 1 Тема Растяжение - сжатие**

<b>№№ заданий</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>14</b>	<b>15</b>
<b>№№ ответа</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>№№ заданий</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>												
<b>№№ ответа</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>												

**Ответы**

**Тест2 Тема. Кручение**

<b>№№ заданий</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>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
<b>№№ ответа</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>№№ заданий</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>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>
<b>№№ ответа</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		

**Ответы**

**Тест 3. Тема Изгиб**

<b>№№ заданий</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>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
<b>№№ ответа</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>№№ заданий</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>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>
<b>№№ ответа</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>№№</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>37</b>											

<b>заданий</b>					
<b>№№ ответа</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>

## Приложение 2 – Оценочные средства сформированности компетенции (части компетенции)

Ответы на задания комплекта материалов для оценивания сформированности компетенции код компетенции «ОПК-1».

<b>№ вопроса</b>	<b>Правильный ответ</b>
1	прочность, жесткость, устойчивость
2	прочность
3	жесткость
4	устойчивость
5	выносливость
6	однородную, одинаковы
7	Бернулли
8	упругости, в линейной стадии
9	идеализированная
10	статические, динамические, циклические

Ответы на задания комплекта материалов для оценивания сформированности компетенции код компетенции «УК-1».

<b>№ вопроса</b>	<b>Правильный ответ</b>
1	перпендикулярно
2	в плоскости
3	перемещение
4	деформация
5	EA
6	$GJ_k$
7	$EJ_x$
8	3
9	6
10	4