

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Оборудование и технологии обработки материалов»

**Оценочные материалы по дисциплине**

Б.1.1.14 «Сопротивление материалов»

направления подготовки  
21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтегазового  
производства»

Энгельс 2023

## 1. Перечень компетенций и уровни их сформированности по дисциплинам (модулям), практикам в процессе освоения ОПОП ВО

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Соппротивление материалов» должны сформироваться компетенции: УК-2.

### Критерии определения сформированности компетенций на различных уровнях их формирования

Индекс компетенции	Содержание компетенции
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
ИД-7 <sub>УК-2</sub> Знает и понимает основы законы и модели механики и границы их применения, методики расчета деталей и конструкций в рамках системного подхода для решения поставленных задач расчета и моделирования конструкций	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	Устный опрос, решение задач, вопросы для проведения зачёта и экзамена, тестовые задания

### Уровни освоения компетенции

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	<p>Знает: основы законы и модели механики и границы их применения, методики расчета деталей и конструкций. основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций, методы проектных и проверочных расчетов изделий.</p> <p>Умеет: формулировать и применять общеинженерные знания для решении типовых задач сопротивления материалов, формулировать в рамках заданной расчетной системы совокупность задач обеспечивающих достижение необходимых параметров конструкций, материалов и сечений, на основе полученных расчетов конструкции оценивать практические последствия принятых решений.</p> <p>Владеет/имеет практический опыт: системным подходом для решения типовых задач сопротивления материалов, навыками сбора и поиска информации по объекту расчета конструкции, проводить анализ свойств объекта и обобщает результаты исследования для</p>

	решения задачи, методами моделирования и расчета типовых задач расчета конструкций, навыками проведения испытаний материалов и типовых конструкций.
Повышенный (хорошо)	<p>Знает: в достаточной степени основы законы и модели механики и границы их применения, методики расчета деталей и конструкций. основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций, методы проектных и проверочных расчетов изделий;</p> <p>Умеет: в достаточной степени формулировать и применять общеинженерные знания для решения типовых задач сопротивления материалов, формулировать в рамках заданной расчетной системы совокупность задач обеспечивающих достижение необходимых параметров конструкций, материалов и сечений, на основе полученных расчетов конструкции оценивать практические последствия принятых решений.</p> <p>Владеет/имеет практический опыт: на достаточном уровне системным подходом для решения типовых задач сопротивления материалов, навыками сбора и поиска информации по объекту расчета конструкции, проводить анализ свойств объекта и обобщает результаты исследования для решения задачи, методами моделирования и расчета типовых задач расчета конструкций, навыками проведения испытаний материалов и типовых конструкций.</p>
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	<p>Знает: частично основы законы и модели механики и границы их применения, методики расчета деталей и конструкций. основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций, методы проектных и проверочных расчетов изделий.</p> <p>Умеет: на минимально приемлемом уровне формулировать и применять общеинженерные знания для решения типовых задач сопротивления материалов, формулировать в рамках заданной расчетной системы совокупность задач обеспечивающих достижение необходимых параметров конструкций, материалов и сечений, на основе полученных расчетов конструкции оценивать практические последствия принятых решений.</p> <p>Владеет/имеет практический опыт: на минимально приемлемом уровне системным подходом для решения типовых задач сопротивления материалов, навыками сбора и поиска информации по объекту расчета конструкции, проводить анализ свойств объекта и обобщает результаты исследования для решения задачи, методами моделирования и расчета типовых задач расчета конструкций, навыками проведения испытаний материалов и типовых конструкций.</p>

## **2. Методические, оценочные материалы и средства, определяющие процедуры оценивания сформированности компетенций (элементов компетенций) в процессе освоения ОПОП ВО**

## **2.1 Оценочные средства для текущего контроля<sup>1</sup>**

### **Вопросы для устного опроса**

#### **Тема 1. Введение.**

1. Значение сопротивления материалов для подготовки квалифицированного бакалавра.
2. История сопротивления материалов.
3. Прочность и ее роль в проектировании и эксплуатации конструкций. Основные допущения «Сопротивления материалов».
4. Реальный объект и расчетная схема. Классификация нагрузок. Метод сечений и внутренние силы.
5. Классификация типов нагружения стержня по внутренним силам.
6. Понятия о напряжениях, деформациях, перемещениях.

#### **Тема 2. Центральное растяжение и сжатие.**

1. Усилия, напряжения, Закон Гука. Закон Пуассона.
2. Испытания на растяжение. Диаграмма растяжения. Разгрузка и повторное нагружение. Истинная диаграмма растяжения.
3. Механические свойства при сжатии.
4. Пластичные и хрупкие материалы.
5. Предельное состояние и его критерии. Коэффициент запаса.
6. Расчет по допускаемым напряжениям и нагрузкам.
7. Ползучесть, релаксация напряжений.
8. Растяжение под действием собственного веса.
9. Потенциальная энергия деформации при растяжении - сжатии.
10. Концентрация напряжений. Контактные напряжения.
11. Расчет статически неопределимых систем.
12. Температурные и монтажные напряжения.

#### **Тема 3. Теория напряженного состояния.**

1. Напряженное состояние в точке.
2. Тензор напряжений и его компоненты.
3. Закон парности касательных напряжений.
4. Главные площадки и главные напряжения.
5. Виды напряженного состояния.
6. Напряжения на наклонных площадках при линейном напряженном состоянии.
7. Обобщенный закон Гука.
8. Назначение критериев прочности и пластичности. Предельное состояние.
9. Эквивалентное напряжение.
10. Равноопасное состояние.
11. Условие прочности при сложном напряженном состоянии.

#### **Тема 4. Геометрические характеристики плоских сечений.**

---

<sup>1</sup> Перечень оценочных средств, рекомендованных к использованию при формировании оценочных материалов представлены в Приложении 2.

1. Статические моменты площади и их использование для определения центра тяжести сечения.
2. Осевые, полярный и центробежный моменты инерции.
3. Радиусы инерции.
4. Моменты инерции простых сечений.
5. Зависимости между моментами инерции для параллельных осей.

#### **Тема 5. Сдвиг и кручение**

1. Элементы конструкций, работающие на сдвиг.
2. Чистый сдвиг.
3. Закон Гука при сдвиге.
4. Потенциальная энергия деформации при сдвиге.
5. Кручение прямого стержня.
6. Напряжения при кручении.
7. Угол закручивания.
8. Подбор сечения вала.
9. Статически неопределимые задачи кручения.
10. Кручение стержней некруглого поперечного сечения.
11. Понятие о мембранной аналогии.

#### **Тема 6. Изгиб стержней.**

1. Нагрузки, вызывающие изгиб.
2. Опоры и опорные реакции.
3. Внутренние силы при изгибе.
4. Дифференциальные зависимости при изгибе.
5. Нормальные напряжения при чистом изгибе.
6. Условие прочности при изгибе по нормальным напряжениям.
7. Подбор сечений балок.
8. Рациональные сечения балок. Касательные напряжения при поперечном изгибе.
9. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование.
10. Метод начальных параметров. Потенциальная энергия деформации при изгибе.

#### **Тема 7. Прочность при сложном напряженном состоянии.**

1. Косой изгиб.
2. Положение нейтральной линии, определение напряжений.
3. Перемещение при косом изгибе.
4. Внецентренное растяжение или сжатие стержней большой жесткости.
5. Положение нейтральной линии, определение напряжений. Ядро сечения.
6. Изгиб с кручением.
7. Внутренние силы.
8. Напряжения в опасных точках сечения. Подбор сечений вала.

#### **Тема 8. Общие методы определения перемещений. Расчет статически неопределимых систем.**

1. Потенциальная энергия деформации при произвольном нагружении.
2. Теорема Кастильяно.

3. Интегралы Мора.
4. Способ Симпсона. Анализ структуры стержневых систем.
5. Степень статической неопределимости системы.
6. Основная система. Эквивалентная система.
7. Канонические уравнения метода сил.

**Тема 9. Расчет сжатых стержней на устойчивость. Продольно-поперечный изгиб.**

1. Устойчивые и неустойчивые формы равновесия.
2. Потеря устойчивости.
3. Критическая нагрузка и напряжение.
4. Устойчивость сжатых стержней. Формула Эйлера.
5. Влияние опорных закреплений стержня на величину критической силы.
6. Пределы применимости формулы Эйлера.
7. Формула Ф.С. Ясинского.
8. Расчет по коэффициенту уменьшения допускаемых напряжений.
9. Приближенный метод интегрирования нелинейного дифференциального уравнения изогнутой оси стержня при одновременном действии продольных и поперечных сил.
10. Определение напряжений и коэффициента запаса при продольно-поперечном изгибе.

**Тема 10. Прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени.**

1. Механизм усталостного разрушения.
2. Кривые усталости и предел выносливости.
3. Влияние различных факторов на величину предела выносливости.
4. Диаграммы предельных напряжений при асимметричных циклах.
5. Схематизация диаграмм.

**Тема 11. Динамическая нагрузка. Упругие колебания.**

1. Расчет равноускоренно движущегося тела.
2. Динамический коэффициент.
3. Расчет тонкостенного вращающегося кольца.
4. Приближенная теория удара. Расчет по балансу энергии.
5. Динамический коэффициент при ударе. Влияние массы ударяемой системы.
6. Степени свободы колебательных систем.
7. Колебания Свободные и вынужденные колебания системы с одной степенью свободы.
8. Коэффициент нарастания колебаний.
9. Резонанс.
10. Влияние сил сопротивления.
11. Коэффициент приведения массы.

**Тема 12. Механика разрушения**

1. Физические основы упругости и пластичности.
2. Влияние дислокаций на предельные напряжения.
3. Виды разрушения.

4. Напряжения в вершине трещины.
5. Энергетический подход к разрушению и формула Гриффитса.

### Тема 13. Расчет конструкций по предельным состояниям

1. Основные понятия о предельном состоянии.
2. Расчеты на растяжение-сжатие.
3. Расчеты на кручение.

### Тема 14. Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений.

1. Классификация экспериментальных методов.
2. Типы тензометров.
3. Тензорезисторы, схемы измерения.

### Практические задания для текущего контроля

#### Тема 2. Центральное растяжение и сжатие.

Для ступенчатого стального бруса круглого поперечного сечения, (рис. 1), выполненного из стали марки Ст. 3, имеющей предел текучести  $\sigma_T$ , модуль Юнга  $E$ , требуется:

- 1) построить по длине бруса эпюры продольных сил  $N$ , нормальных напряжений  $\sigma$  и перемещений поперечных сечений  $\delta$ ;
- 2) вычислить коэффициент запаса прочности бруса  $n$ .

Принять:  $a = 0,1\ell_1$ ;  $b = 0,1\ell_2$ ;  $c = 0,1\ell_3$ .

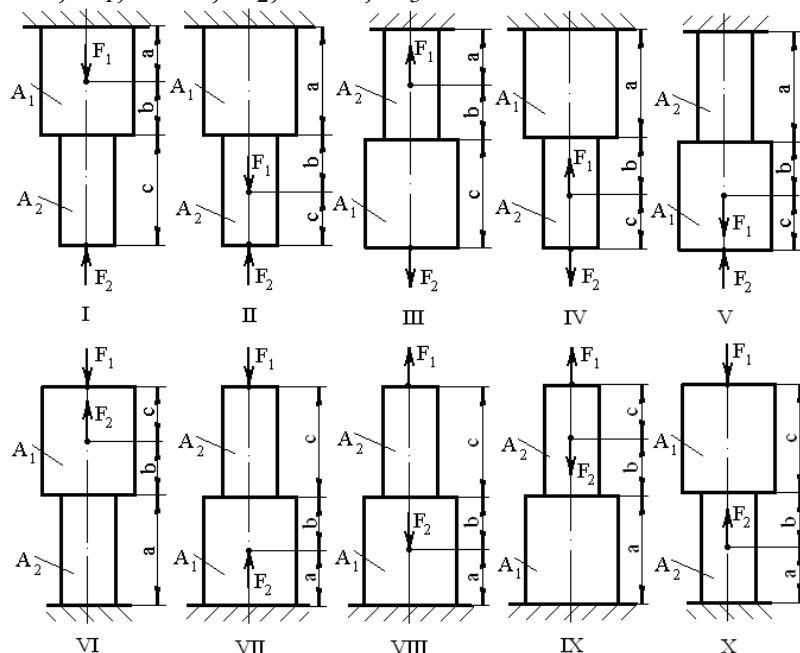


Рис. 1

Абсолютно жесткий брус (рис. 2) оперт на шарнирно-неподвижную опору и прикрепляется к двум стержням, при помощи шарниров. Стержни изготовлены из стали марки Ст. 3,

Требуется:

- 1) найти усилия и напряжения в стержнях, выразив их через силу  $Q$ ;

2) из расчета по допускаемым напряжениям найти допускаемую нагрузку  $[Q]$ , приравняв большее из напряжений в двух стержнях к допускаемому напряжению  $[\sigma]$ ;

3) из расчета по допускаемым нагрузкам найти предельную грузоподъемность системы  $Q_T^k$  и допускаемую нагрузку  $Q_{\text{Доп}}$ , если известен предел текучести  $\sigma_T$  и коэффициент запаса прочности  $n = 1,5$ ;

4) сравнить величины  $[Q]$  и  $Q_{\text{Доп}}$ , полученные при расчете по допускаемым напряжениям и допускаемым нагрузкам.

Принять:  $A = A_1$ .

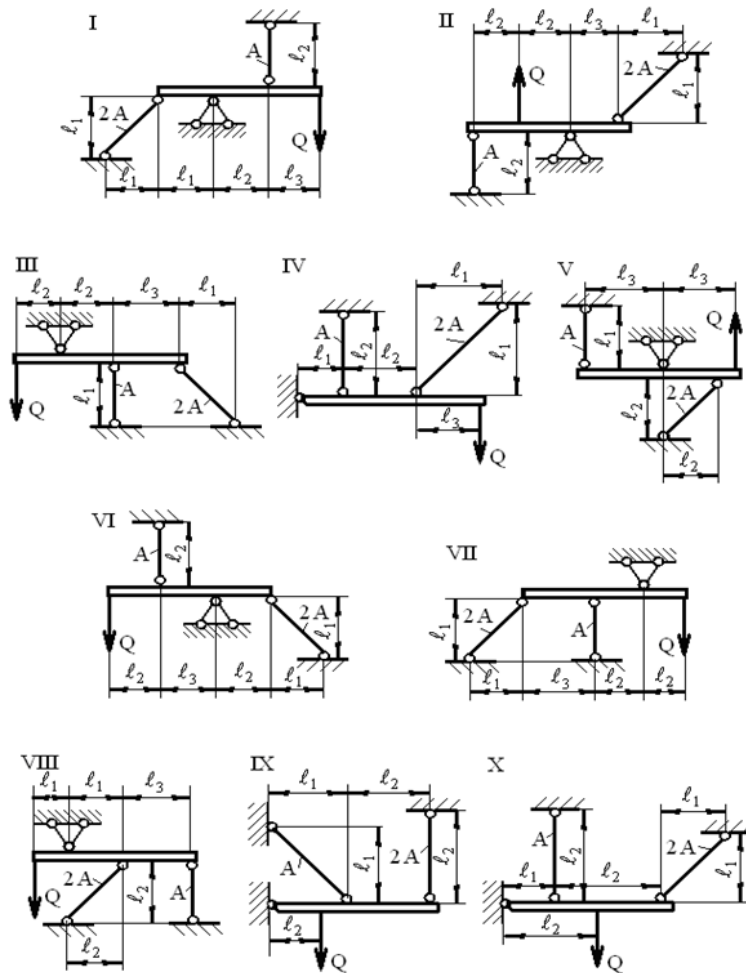


Рис.2.

#### Тема 4. Геометрические характеристики плоских сечений.

Задано поперечное сечение, состоящее из двух профилей, имеющих вид швеллера, двутавра или равнополочного уголка (рис. 3),

Требуется:

- 1) определить положение центра тяжести поперечного сечения;
- 2) найти осевые и центробежный моменты инерции относительно случайных осей ( $x_c$  и  $u_c$ ), проходящих через центр тяжести;
- 3) определить положение главных центральных осей  $u$  и  $v$ ;
- 4) найти моменты инерции относительно главных центральных осей;
- 5) вычертить сечение и указать на нем все размеры в числах и все оси.



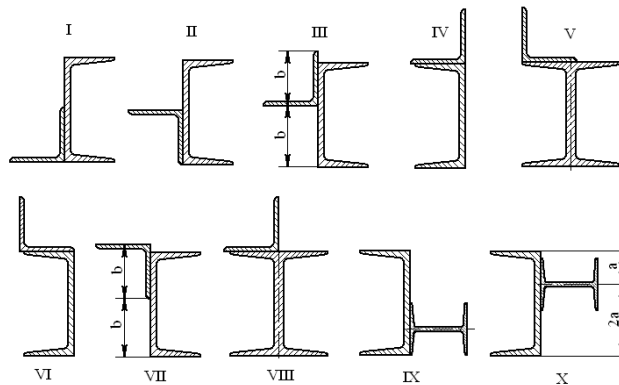


Рис.2.

### Тема 5. Сдвиг и кручение

Стальной вал, закручивается двумя моментами  $m_1$  и  $m_2$  (рис. 4). Два участка вала имеют форму поперечного сечения в виде кругов диаметрами  $d_1$  и  $d_2$ , а третий участок вала полый - имеет форму поперечного сечения в виде кольца с заданным отношением внутреннего диаметра  $d$  к наружному  $D$ .

Требуется:

- 1) построить эпюру крутящих моментов  $M_K$ ;
- 2) из условия прочности по допускаемым касательным напряжениям  $[\tau]$  определить размеры поперечных сечений участков вала и округлить их до ближайшей большей величины в мм;
- 3) построить эпюру углов поворота  $\alpha$ .

Принять:  $a = 0,1 \ell_3$ .

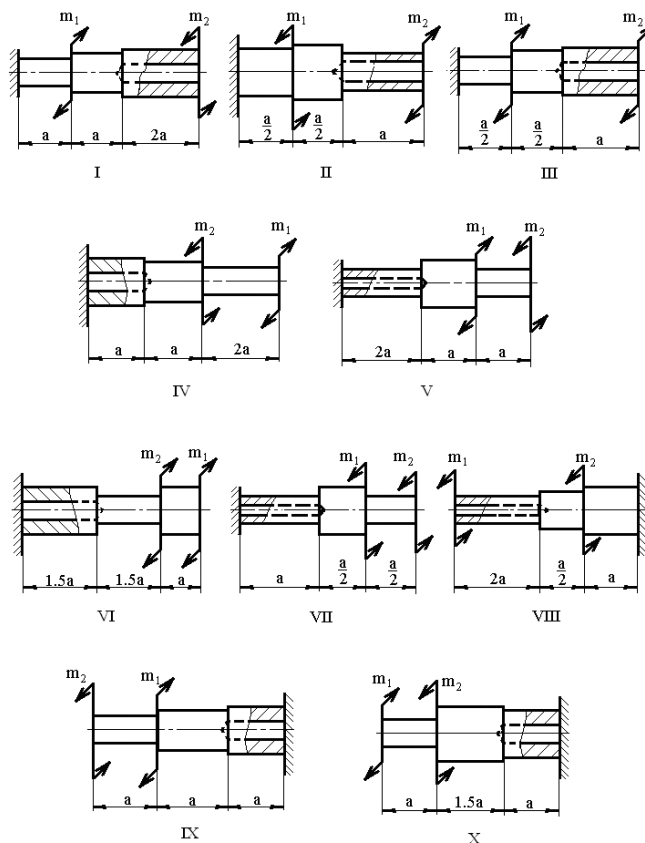


Рис.4.

## Тема 6. Изгиб стержней.

Стальная балка, изображена на рис. 5.

Требуется:

- 1) построить эпюры поперечной силы  $Q_y$  и изгибающего момента  $M_x$ ;
- 2) подобрать из условия прочности по допускаемым напряжениям поперечные сечения в виде круга, квадрата, двутавра и двух швеллеров;
- 3) сравнить принятые сечения балок по экономичности.

Стенки двутавра и двух швеллеров параллельны действующей нагрузке.

Принять:  $F = F_1$ ;  $m = m_1$ .

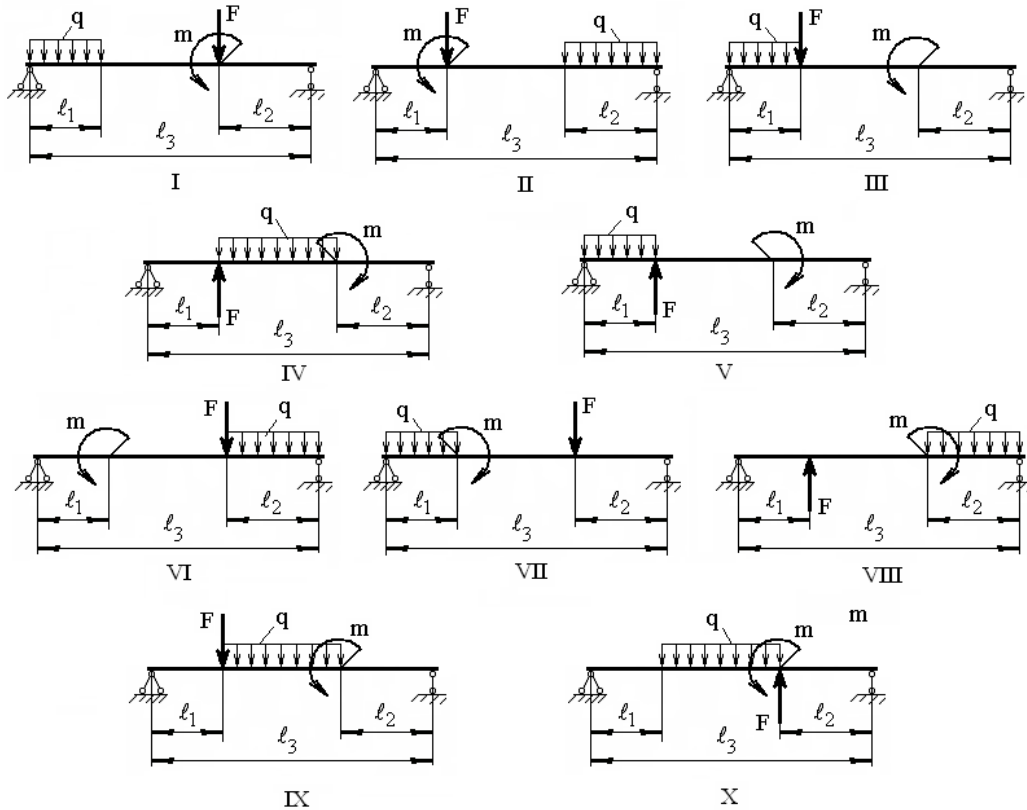


Рис. 5

Стальная балка, изображена на рис. 6.

Требуется:

- 1) построить эпюры поперечной силы  $Q_y$  и изгибающего момента  $M_x$ ;
- 2) подобрать из условия прочности по допускаемым напряжениям сложное поперечное сечение, изображенное справа от схемы балки.

Принять:  $F = F_1$ ;  $m = m_1$ .

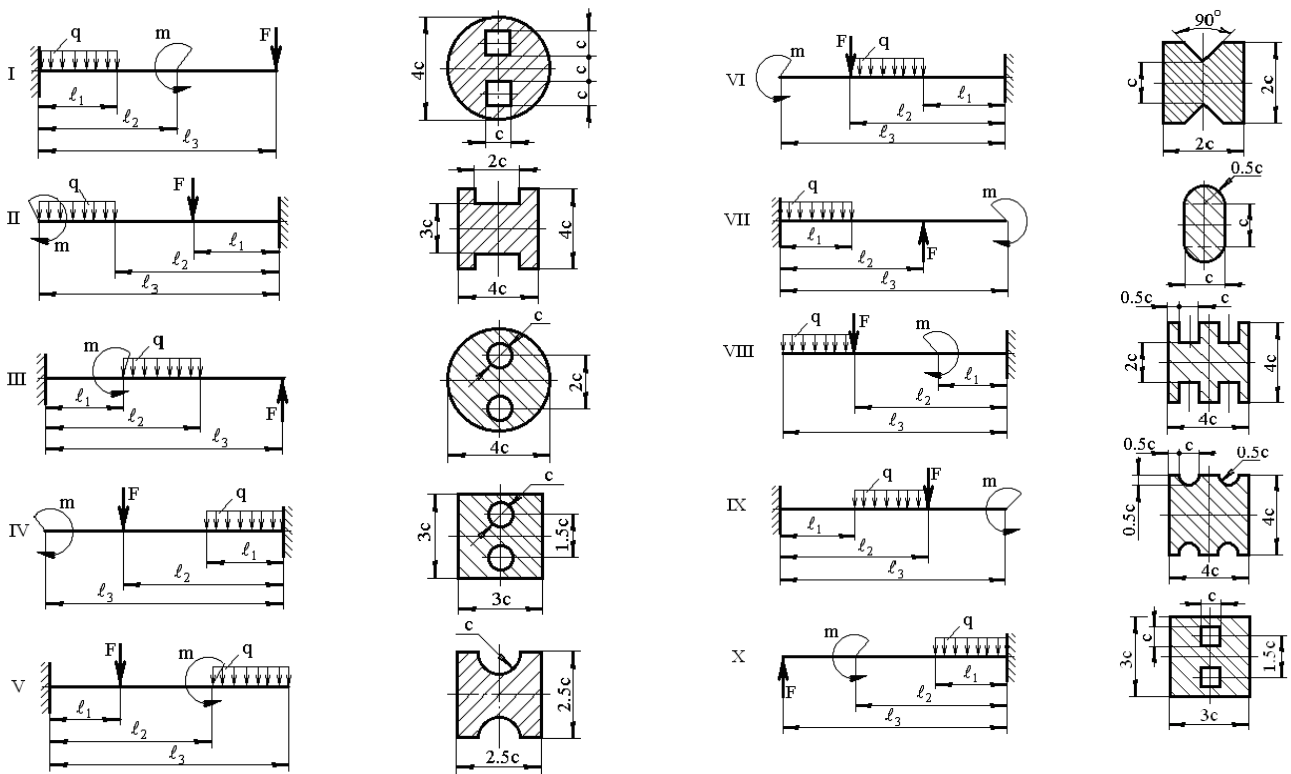


Рис.6.

### Тема 7. Прочность при сложном напряженном состоянии.

На рис. 7 изображена в аксонометрии ось ломаного стержня круглого поперечного сечения, расположенная в горизонтальной плоскости и имеющая прямые углы в точках А и В. На стержень действует вертикальная нагрузка  $F_1$  и  $q$ .

Требуется:

- 1) построить отдельно (в аксонометрии) эпюры изгибающих и крутящих моментов;
- 2) установить опасное сечение и найти для него величину расчетного момента по энергетическому критерию.

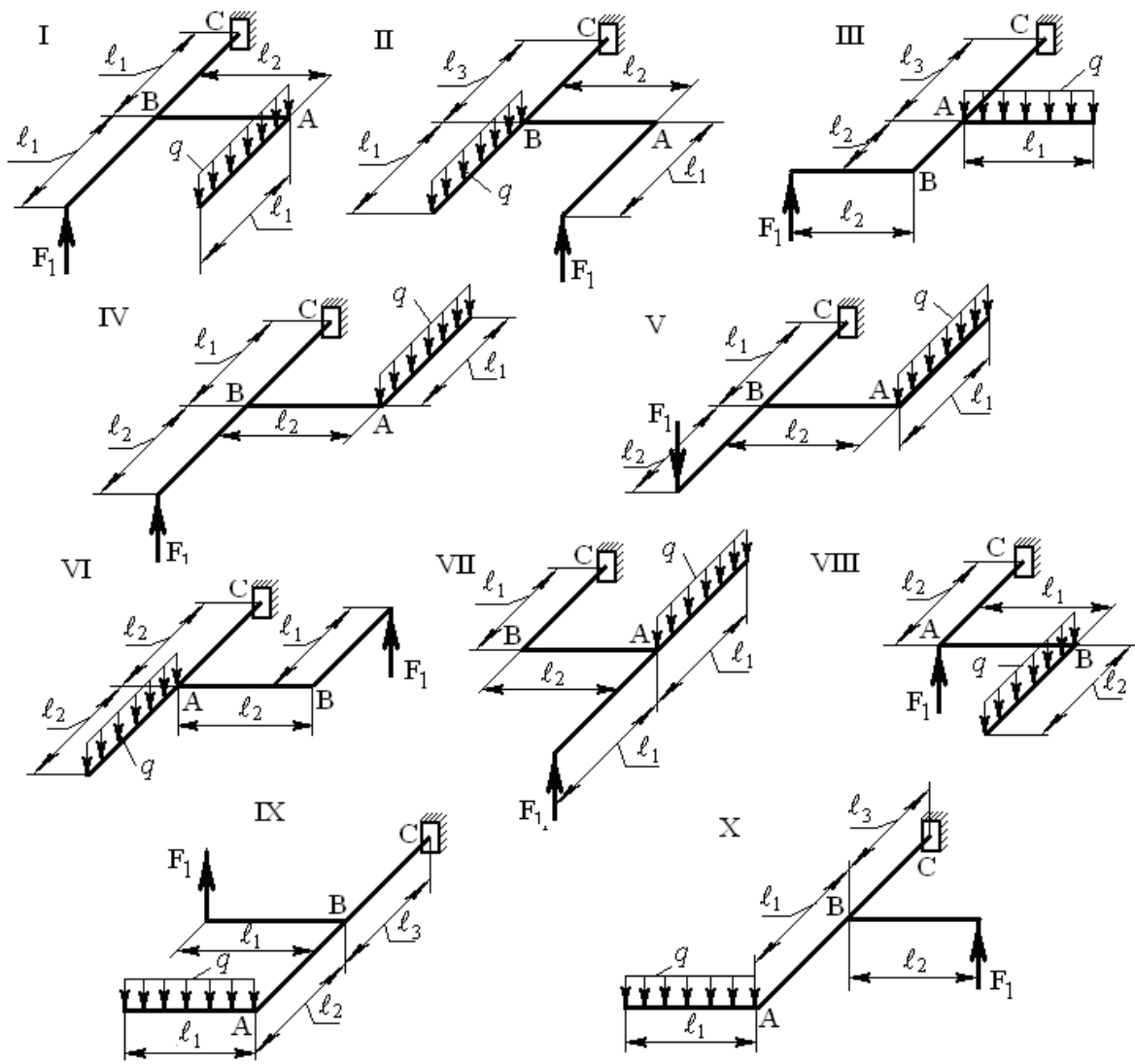


Рис. 7

Шкив диаметром  $D_1$  и углом наклона ветвей ремня к горизонту  $\alpha_1$  делает  $n$  оборотов в минуту и передает мощность  $N$  кВт. Два других шкива имеют одинаковый диаметр  $D_2$  и одинаковые углы наклона ветвей ремня к горизонту  $\alpha_2$  и каждый из них передает мощность  $N/2$  кВт (рис. 8).

Требуется:

- 1) определить моменты, приложенные к шкивам, по заданным  $N$  и  $n$ ;
- 2) построить эпюру крутящих моментов  $M_K$ ;
- 3) определить окружные усилия  $t_1$  и  $t_2$ , действующие на шкивы, по найденным моментам и заданным диаметрам шкивов  $D_1$  и  $D_2$ ;
- 4) определить давления на вал, принимая их равными трем окружным усилиям;
- 5) определить силы изгибающие вал в горизонтальной и вертикальной плоскостях (вес шкивов и вала не учитывать);
- 6) построить эпюры изгибающих моментов от горизонтальных сил  $M_{ГОР}$  и от вертикальных сил  $M_{ВЕРТ}$ ;
- 7) построить эпюру суммарных изгибающих моментов, пользуясь формулой  $M_{ИЗГ} = \sqrt{M_{ГОР}^2 + M_{ВЕРТ}^2}$  (для каждого поперечного сечения вала имеется своя



- 1) найти размеры поперечного сечения при допускаяемом напряжении  $[\sigma]$ . Расчет производить методом последовательных приближений, предварительно задавшись коэффициентом уменьшения допускаемых напряжений  $\varphi = 0,5$ ;
- 2) найти критическую силу  $F_K$  и коэффициент запаса устойчивости  $n_y$ .

Принять:  $\ell = 0,7\ell_1$ ;  $F = F_2$ .

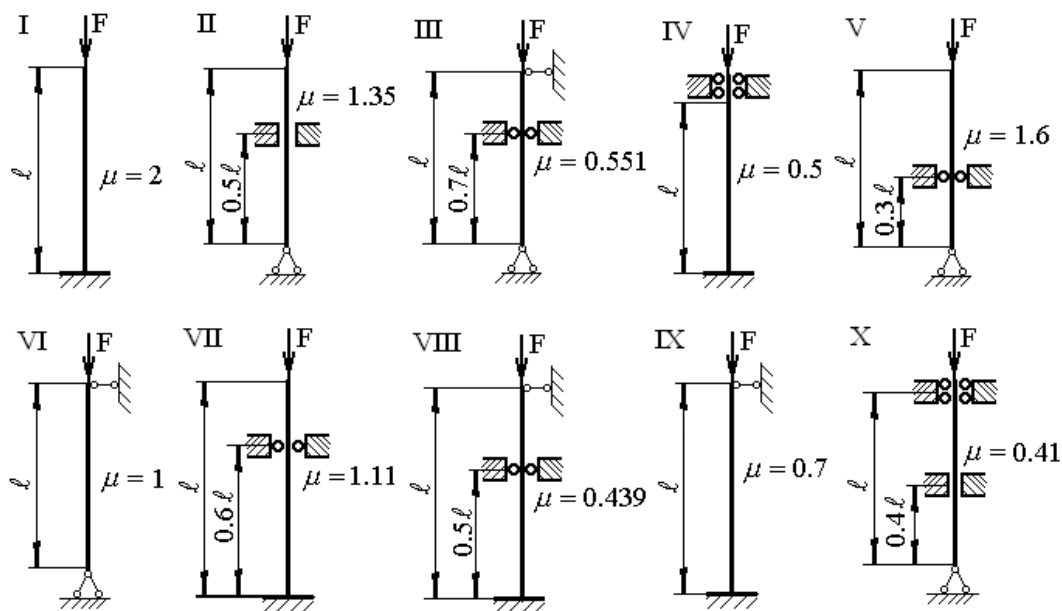


Рис. 9

### Тема 11. Динамическая нагрузка. Упругие колебания.

На двутавровую балку, свободно лежащую на двух жестких опорах (рис. 10), с высоты  $h$  падает груз весом  $Q$ .

Требуется:

- 1) найти наибольшее нормальное напряжение в балке;
- 2) решить аналогичную задачу при условии, что левая опора заменена пружиной, податливость которой (т. е. осадка от груза весом 1 кН) равна  $\alpha = 0,02$  м/кН;
- 3) сравнить полученные результаты.

Принять:  $Q = 0,01F_2$ ;  $h = 0,1\ell_1$ ;  $\ell = \ell_1$ .

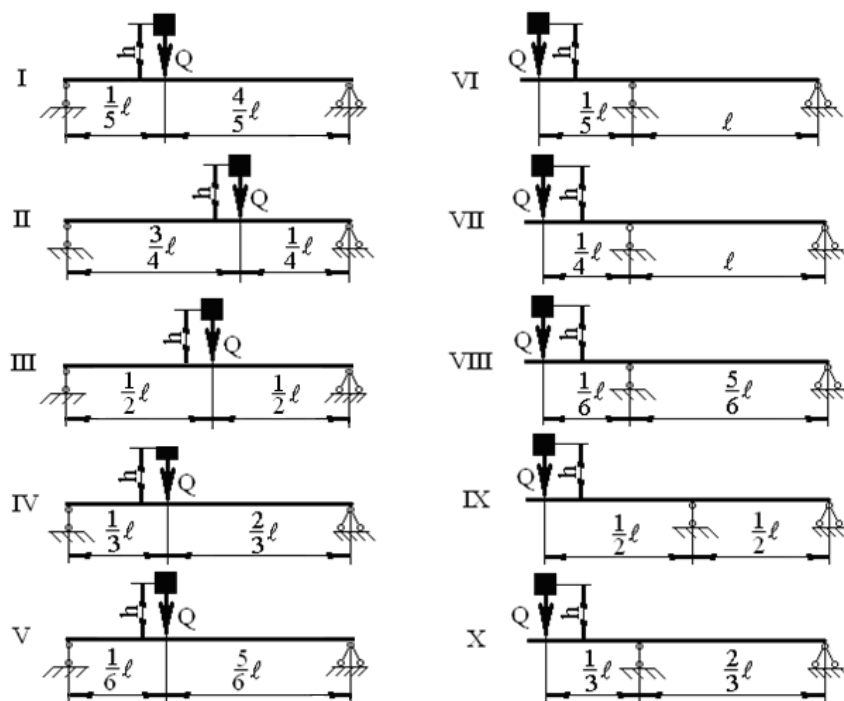


Рис. 10

На двух балках двутаврового сечения установлен двигатель весом  $Q$  (рис. 11), делающий  $n$  оборотов в минуту. Центробежная сила инерции, возникающая вследствие неуравновешенности вращающихся частей двигателя, равна  $H$ . Собственный вес балок и силы сопротивления можно не учитывать.

Требуется найти:

- 1) частоту собственных колебаний  $\omega_0$ ;
- 2) частоту изменения возмущающей силы  $\omega$ ;
- 3) коэффициент нарастания колебаний  $\beta = \frac{1}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$  (если коэффициент  $\beta$ ,

определяемый по этой формуле, окажется отрицательным, то в дальнейшем расчете следует учитывать его абсолютную величину);

4) динамический коэффициент  $K_d = 1 + \frac{H}{Q} \beta$ ;

5) наибольшее нормальное напряжение в балках  $\sigma_d = K_d \cdot \sigma_{ст}$ .

Принять:  $Q = 0,1F_2$ ;  $H = 0,1F_1$ ;  $\ell = \ell_1$ .

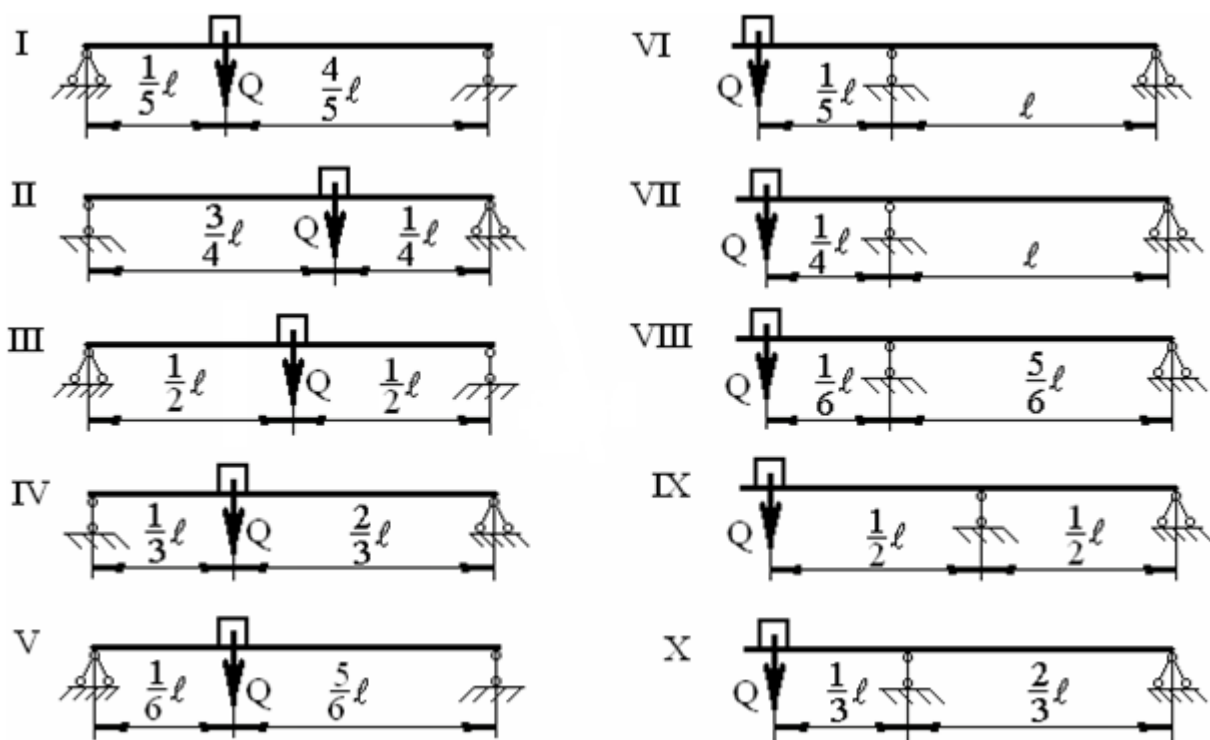


Рис. 11

## 2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля<sup>4</sup>

### Вопросы к зачету

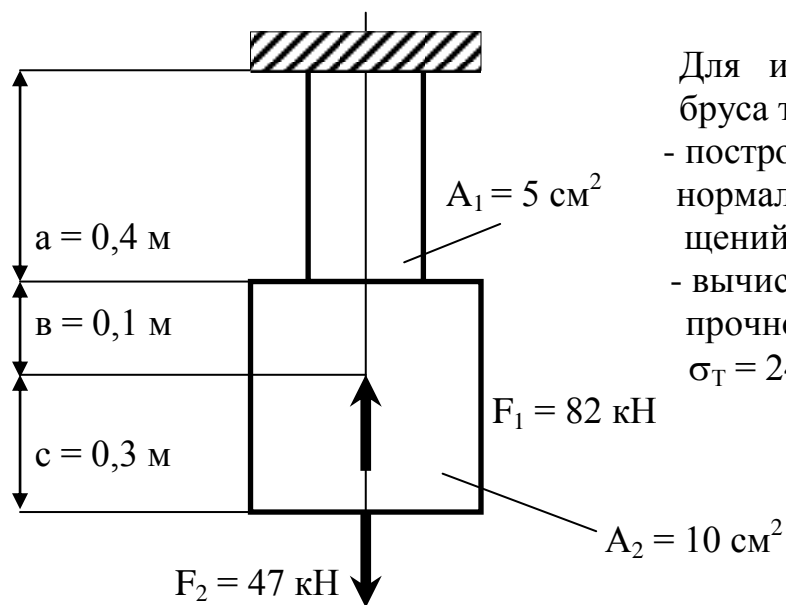
1. Прочность и ее роль в проектировании и эксплуатации конструкций.
2. Основные допущения сопротивления материалов.
3. Реальный объект и расчетная схема. Классификация нагрузок.
4. Метод сечений и внутренние силы. Классификация типов нагружения стержня по внутренним силам.
5. Понятия о напряжениях, деформациях, перемещениях.
6. Закон Гука. Модуль Юнга. Закон Пуассона.
7. Испытание на растяжение. Диаграмма растяжения мягкой стали.
8. Разгрузка и повторное нагружение. Истинная диаграмма растяжения.
9. Механические свойства при сжатии. Пластичные и хрупкие материалы.
10. Предельное состояние и его критерии. Коэффициент запаса.
11. Расчет по допускаемым напряжениям и нагрузкам.
12. Ползучесть, релаксация напряжений.
13. Влияние температуры и скорости нагружения на механические характеристики материалов.
14. Физические основы упругости и пластичности. Виды разрушения.
15. Энергетический подход к разрушению и формула Гриффитса. Работа разрушения.



16. Концентрация напряжений. Контактные напряжения
17. Растяжение под действием собственного веса.
18. Расчет статически неопределимых систем. Температурные и монтажные напряжения.
19. Статические моменты площади. Осевые, полярный и центробежный моменты инерции.
20. Радиусы инерции. Моменты инерции простых сечений.
21. Зависимости между моментами инерции для параллельных осей.
22. Зависимости между моментами инерции относительно осей, повернутых друг к другу на некоторый угол.
23. Определение положения главных осей и вычисление главных моментов инерции сечения.
24. Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений и его компоненты.
25. Закон парности касательных напряжений.
26. Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженного состояния.
27. Напряжения на наклонных площадках при линейном напряженном состоянии.
28. Напряжения на произвольных площадках, главные площадки и главные напряжения при плоском напряженном состоянии.
29. Обобщенный закон Гука.
30. Назначение критериев прочности и пластичности.
31. Предельное состояние. Эквивалентное напряжение. Равноопасное состояние.
32. Условие прочности при сложном напряженном состоянии.
33. Элементы конструкций, работающие на сдвиг.
34. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге.
35. Кручение прямого стержня круглого или кольцевого поперечного сечения.
36. Эпюры крутящих моментов. Напряжения при кручении. Угол закручивания.
37. Подбор сечения вала по условию прочности и по условию жесткости.
38. Кручение стержней некруглого поперечного сечения.
39. Статически неопределимые задачи кручения.
40. Понятие о мембранной аналогии.
41. Чистое кручение тонкостенных стержней замкнутого и открытого профилей.
42. Нагрузки, вызывающие изгиб. Опоры и опорные реакции.
43. Внутренние силы при изгибе.
44. Дифференциальные при изгибе.
45. Нормальные напряжения при чистом изгибе.
46. Условие прочности при изгибе по нормальным напряжениям.
47. Подбор сечений балок по условию прочности по нормальным напряжениям.
49. Касательные напряжения при поперечном изгибе.

## Практические задания для проведения зачета

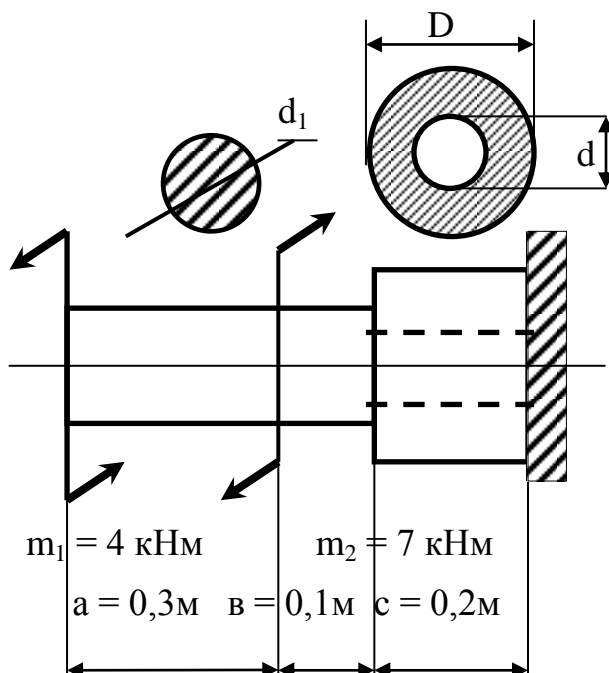
### Задание 1



Для изображенного на рисунке бруса требуется :

- построить эпюры продольных сил, нормальных напряжений и перемещений сечений .
- вычислить коэффициент запаса прочности бруса, если  $\sigma_T = 240 \text{ МПа}$ .  $E = 2 * 10^5 \text{ МПа}$ .

### Задание 2



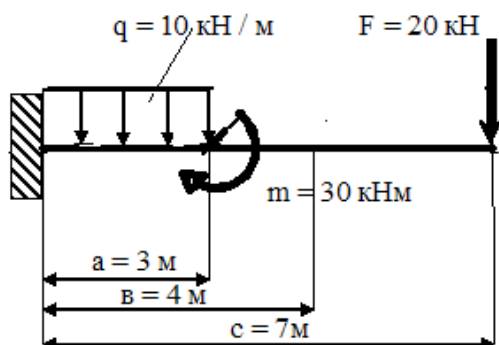
Для изображенного на рисунке вала требуется:

- построить эпюры крутящих моментов.
- подобрать из условия прочности размеры поперечного сечения вала.
- построить эпюры углов поворота сечений вала.

$$[\tau] = 30 \text{ МПа}, G = 0,8 * 10^5 \text{ МПа}$$

$$\frac{d}{D} = 0.5$$

### Задание 3



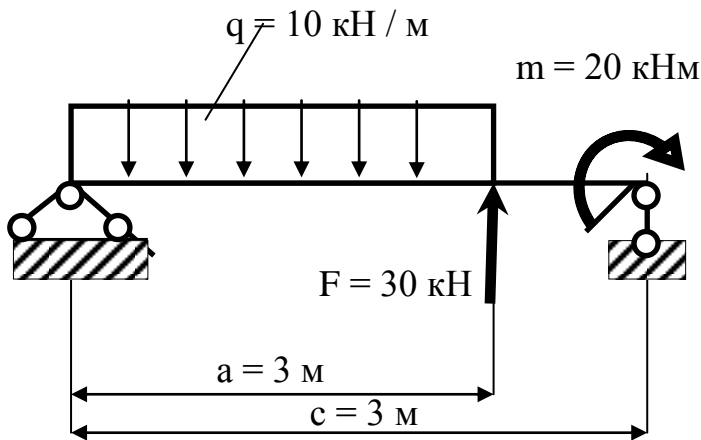
Для изображенной на рисунке балки требуется:

- построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов .

- подобрать из условия прочности размеры поперечного сечения

балки в виде двутавра.  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$

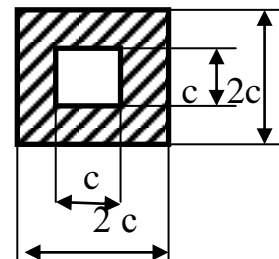
#### Задание 4



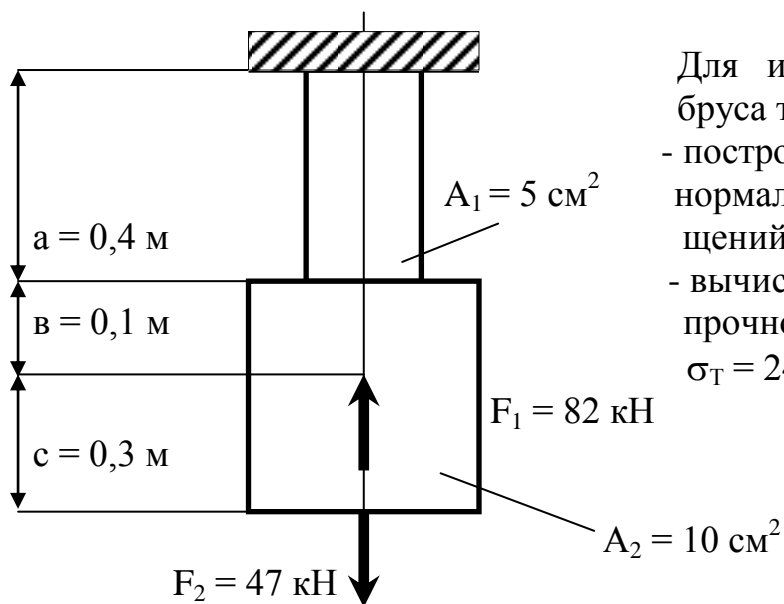
Для изображенной на рисунке балки требуется:

- построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов .
- подобрать из условия прочности размеры поперечного сечения балки заданной формы.

$[\sigma] = 160 \text{ МПа}$



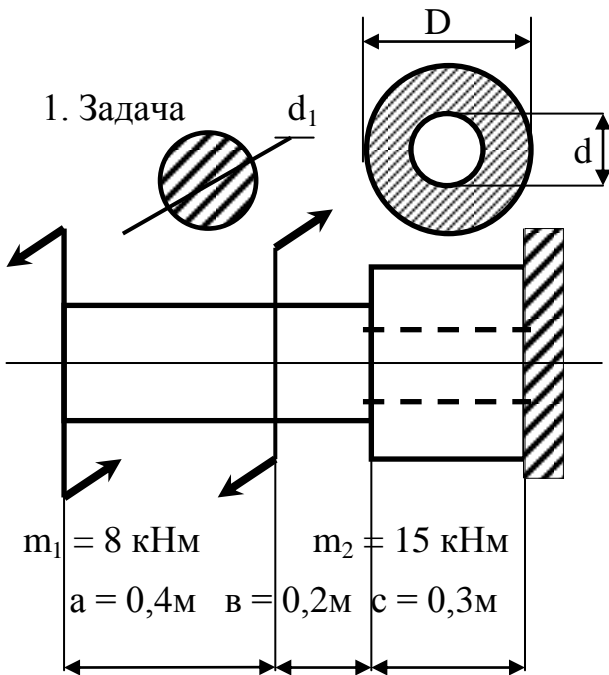
#### Задание 5



Для изображенного на рисунке бруса требуется :

- построить эпюры продольных сил, нормальных напряжений и перемещений сечений .
- вычислить коэффициент запаса прочности бруса, если  $\sigma_T = 240 \text{ МПа}$ .  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .

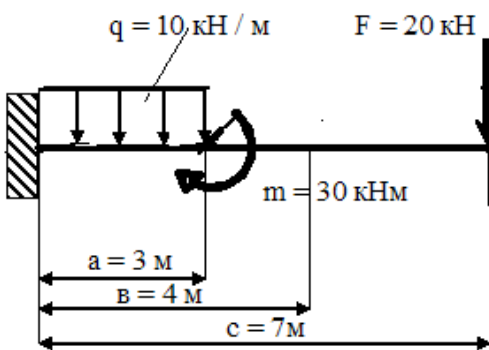
### Задание 6



- Для изображенного на рисунке вала требуется:
- построить эпюры крутящих моментов.
  - подобрать из условия прочности размеры поперечного сечения вала.
  - построить эпюры углов поворота сечений вала.
- $[\tau] = 30 \text{ МПа}$ ,  $G = 0,8 * 10^5 \text{ МПа}$

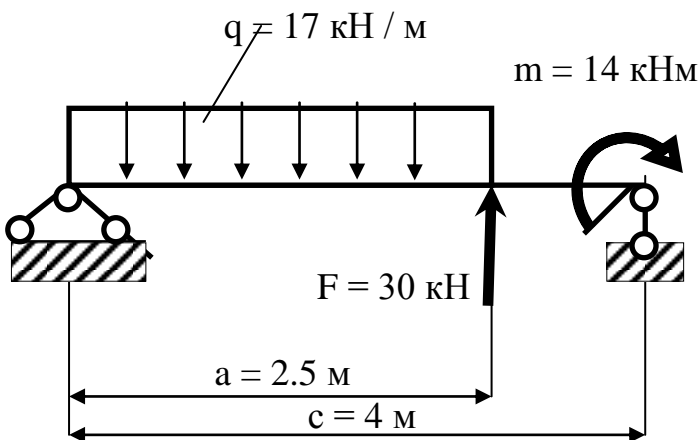
$$\frac{d}{D} = 0.5$$

### Задание 7

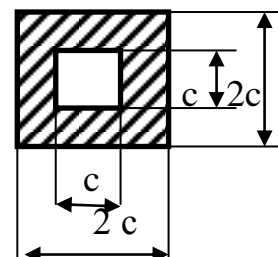


- Для изображенной на рисунке балки требуется:
- построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
  - подобрать из условия прочности размеры поперечного сечения балки в виде двутавра.  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$

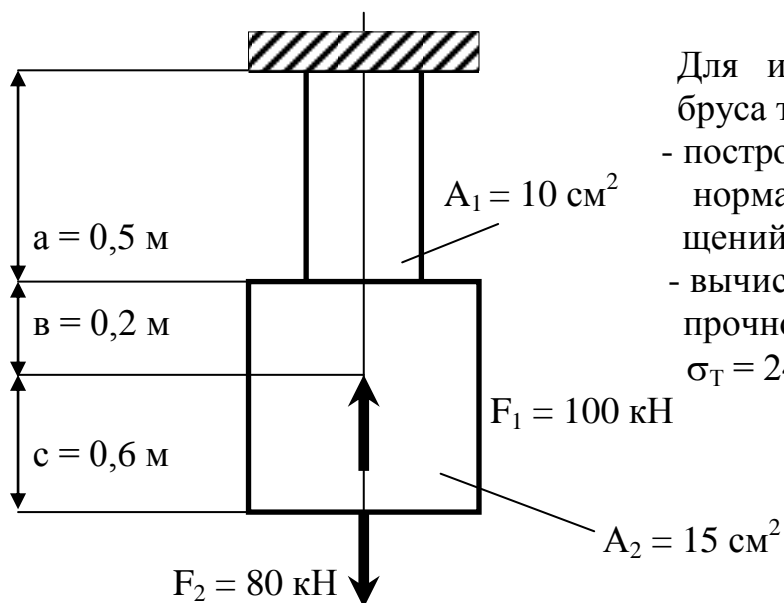
### Задание 8



- Для изображенной на рисунке балки требуется:
- построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
  - подобрать из условия прочности размеры поперечного сечения балки заданной формы.  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$



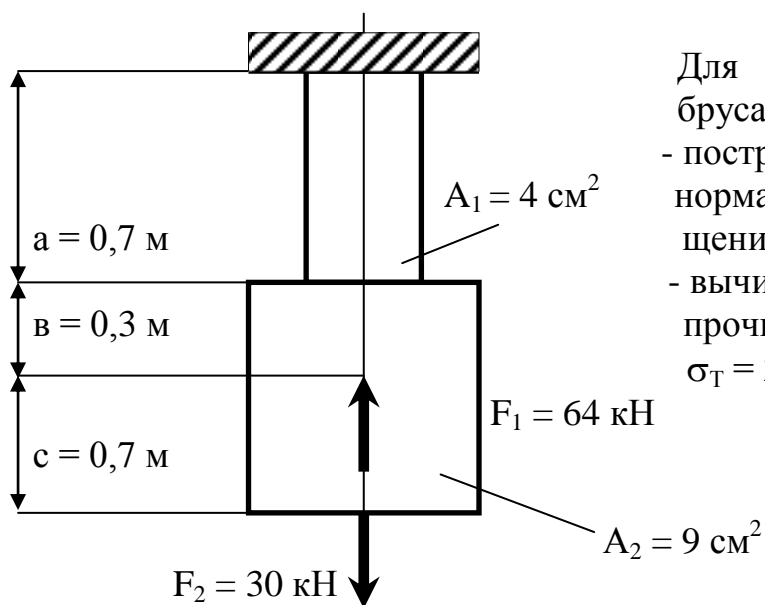
### Задание 9



Для изображенного на рисунке бруса требуется :

- построить эпюры продольных сил, нормальных напряжений и перемещений сечений .
- вычислить коэффициент запаса прочности бруса, если  $\sigma_T = 240 \text{ МПа}$ .  $E = 2 * 10^5 \text{ МПа}$ .

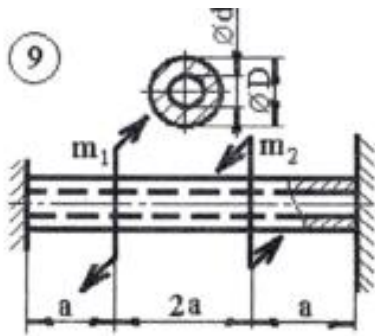
### Задание 10



Для изображенного на рисунке бруса требуется :

- построить эпюры продольных сил, нормальных напряжений и перемещений сечений .
- вычислить коэффициент запаса прочности бруса, если  $\sigma_T = 240 \text{ МПа}$ .  $E = 2 * 10^5 \text{ МПа}$ .

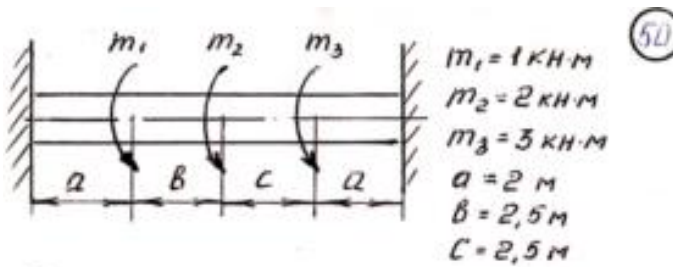
### Задание 11



Дано:  $a = 0,8 \text{ м}$ ;  
 $m_1 = 4 \text{ кНм}$ ;  
 $m_2 = 3 \text{ кНм}$ ;  
 $[\tau] = 26 \text{ МПа}$ ;  
 $G = 0,8 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .  
 $\frac{d}{D} = 2$

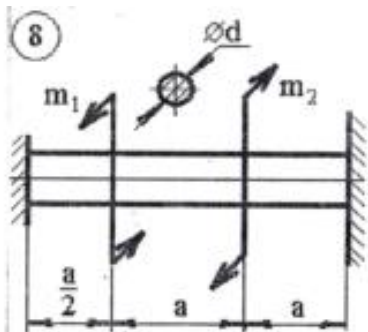
Найти размеры поперечных сечений вала.  
 Построить эпюры крутящих моментов и углов поворота сечений вала.

### Задание 12



Построить эпюры  $M_k$  и  $\alpha$ .  
 Подобрать диаметр вала,  
 приняв  $[\tau] = 30 \text{ МПа}$ ;  $G = 0,8 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

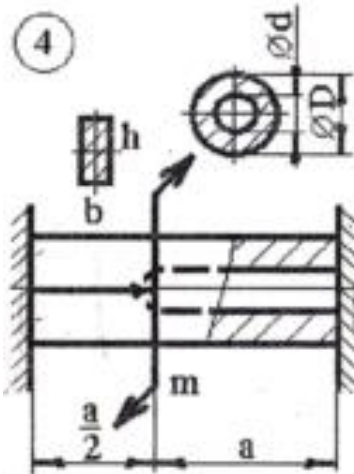
### Задание 13



Дано:  $a = 1 \text{ м}$ ;  
 $m_1 = 5 \text{ кНм}$ ;  
 $m_2 = 1 \text{ кНм}$ ;  
 $[\tau] = 22 \text{ МПа}$ ;  
 $G = 0,8 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .

Найти размеры поперечных сечений вала.  
 Построить эпюры крутящих моментов и углов поворота сечений вала.

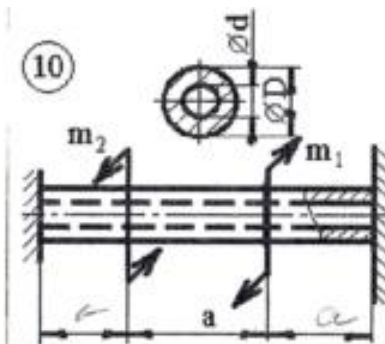
### Задание 14



Дано:  $a = 0,8 \text{ м}$ ;  
 $m = 4 \text{ кНм}$ ;  
 $\frac{D}{d} = 1,5$ ;  $\frac{h}{b} = 2$ ;  
 $[\tau] = 25 \text{ МПа}$ ;  $d = b$   
 $G = 0,8 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .

Найти размеры поперечных сечений вала. Построить эпюры крутящих моментов и углов поворота сечений вала.

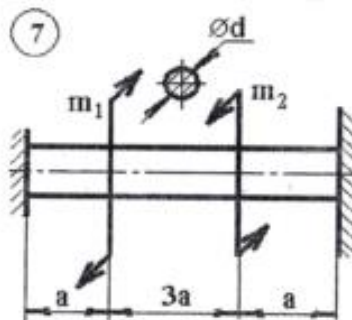
Задание 15



Дано:  $a = 0,5 \text{ м}$ ;  
 $m_1 = 3 \text{ кНм}$ ;  
 $m_2 = 1 \text{ кНм}$ ;  
 $\frac{D}{d} = 1,5$ ;  
 $[\tau] = 32 \text{ МПа}$ ;  
 $G = 0,8 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .

Найти размеры поперечных сечений вала.  
 Построить эпюры крутящих моментов и углов поворота сечений вала.

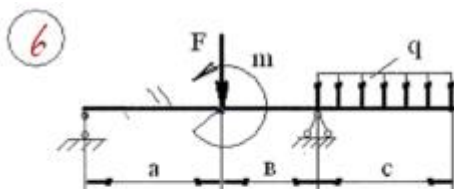
Задание 16



Дано:  $a = 0,8 \text{ м}$ ;  
 $m_1 = 4 \text{ кНм}$ ;  
 $m_2 = 3 \text{ кНм}$ ;  
 $[\tau] = 26 \text{ МПа}$ ;  
 $G = 0,8 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .

Найти размеры поперечных сечений вала.  
 Построить эпюры крутящих моментов и углов поворота сечений вала.

Задание 17



$a = 2,5 \text{ м}$ ;  $b = 2 \text{ м}$ ;  $c = 2,6 \text{ м}$ ;  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ ;  
 $F = 35 \text{ Н}$ ;  $m = 12 \text{ кНм}$ ;  $q = 25 \text{ кН/м}$ .  
 Построить эпюры поперечных сил  $Q_y$  и изгибающих моментов  $M_x$ . Подобрать квадратное поперечное сечение балки.

### Задание 18



### Задание 19



### Задание 20



### Задание 21



Оценивание результатов обучения в форме уровня сформированности элементов компетенций проводится путем контроля во время промежуточной аттестации в форме зачета:

а) оценка «зачтено» – компетенция(и) или ее часть(и) сформированы на базовом уровне;

б) оценка «не зачтено» – компетенция(и) или ее часть(и) не сформированы.

Критерии, на основе которых выставляются оценки при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в табл. 1.



Оценки «Не зачтено» ставятся также в случаях, если обучающийся не приступал к выполнению задания, а также при обнаружении следующих нарушений:

- списывание;
- плагиат;
- фальсификация данных и результатов работы.

Таблица 1 – Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки	Оценка	Критерий выставления оценки
Двухбалльная шкала	Зачтено	Обучающийся ответил на теоретические вопросы. Показал знания в рамках учебного материала. Выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала
	Не зачтено	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов

### Вопросы к экзамену

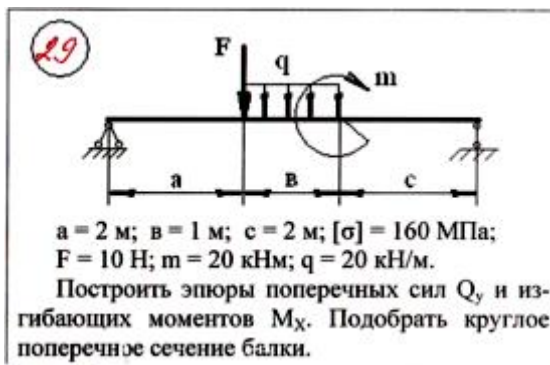
1. Косой изгиб. Положение нейтральной линии, определение напряжений.
2. Внецентренное растяжение или сжатие стержней большой жесткости. Положение нейтральной линии, определение напряжений. Ядро сечения.
3. Изгиб с кручением. Внутренние силы. Напряжения в опасных точках сечения. Подбор сечения вала по критериям пластичности.
4. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование.
5. Метод начальных параметров.
6. Потенциальная энергия деформации при растяжении - сжатии.
7. Потенциальная энергия деформации при сдвиге.
8. Потенциальная энергия деформации при кручении.
9. Потенциальная энергия деформации при изгибе.
10. Потенциальная энергия деформации при произвольном нагружении.
11. Теорема Кастильяно. Интегралы Мора для вычисления перемещений. Способ Симпсона.
12. Анализ структуры стержневых систем. Степень статической неопределимости системы.
13. Основная система. Эквивалентная система. Канонические уравнения метода сил.
14. Порядок расчета статически неопределимых систем методом сил.

15. Статическая и кинематическая проверки.
16. Устойчивые и неустойчивые формы равновесия. Потеря устойчивости.
17. Критические нагрузка и напряжение. Устойчивость сжатых стержней. Формула Эйлера.
18. Влияние опорных закреплений стержня на величину критической силы.
19. Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Ф.С. Ясинского.
20. Нелинейность задачи о продольно-поперечном изгибе стержня.
21. Приближенный метод интегрирования дифференциального уравнения изогнутой оси стержня при одновременном действии продольных и поперечных сил.
22. Механизм усталостного разрушения. Кривые усталости и предел выносливости.
23. Влияние различных факторов на величину предела выносливости. Схематизация диаграмм.
24. Коэффициент запаса прочности при переменных напряжениях.
25. Выносливость при совместном изгибе и кручении.
26. Повышение выносливости конструктивными и технологическими мероприятиями.
27. Расчет равноускоренно движущегося тела. Динамический коэффициент.
28. Расчет тонкостенного вращающегося кольца. Расчет вращающихся рам.
29. Приближенная теория удара. Расчет при ударе по балансу энергии.
30. Динамический коэффициент при ударе. Влияние массы ударяемой системы.
31. Степени свободы колебательных систем.
32. Свободные колебания системы с одной степенью свободы.
33. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы.
34. Коэффициент нарастания колебаний.
35. Резонанс. Влияние сил сопротивления. Коэффициент приведения массы.
36. Основные понятия о предельном состоянии.
37. Расчеты на растяжение-сжатие по предельному состоянию.
38. Расчеты на кручение по предельному состоянию.
39. Расчеты на изгиб по предельному состоянию.

## Экзаменационные билеты.

### № 1

1. Косой изгиб. Положение нейтральной линии, определение напряжений.



### № 2

1. Внецентренное растяжение или сжатие стержней большой жесткости. Положение нейтральной линии, определение напряжений. Ядро сечения.



### № 3

1. Изгиб с кручением. Внутренние силы. Напряжения в опасных точках сечения. Подбор сечения вала по критериям пластичности.



№ 4

1. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование.



№ 5

1. Потенциальная энергия деформации при изгибе.



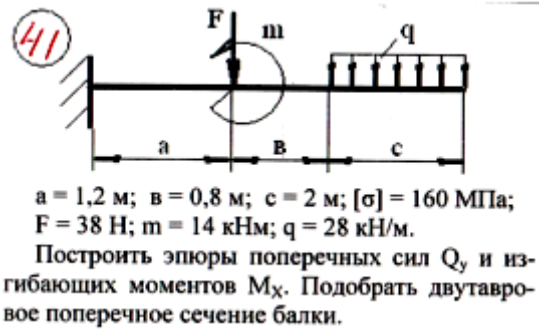
№ 6

1. Теорема Кастильяно. Интегралы Мора для вычисления перемещений. Способ Симпсона.



№ 7

1. Анализ структуры стержневых систем. Степень статической неопределенности системы.



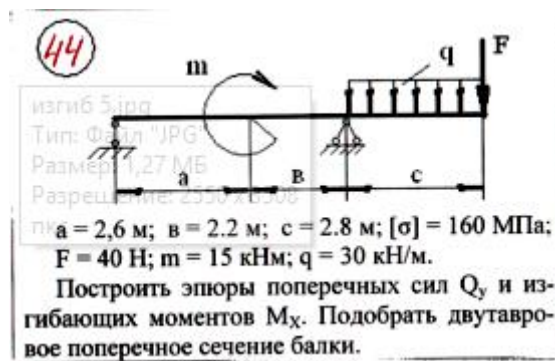
№ 8

1. Основная система. Эквивалентная система. Канонические уравнения метода сил.



№ 9

1. Порядок расчета статически неопределенных систем методом сил.



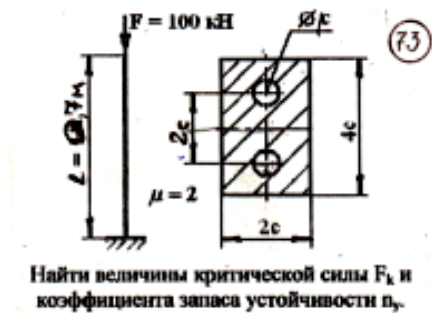
№ 10

1. Устойчивые и неустойчивые формы равновесия. Потеря устойчивости.



### № 11

- Критические нагрузка и напряжение. Устойчивость сжатых стержней. Формула Эйлера.



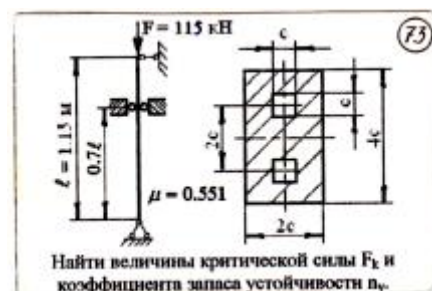
### № 12

- Влияние опорных закреплений стержня на величину критической силы.



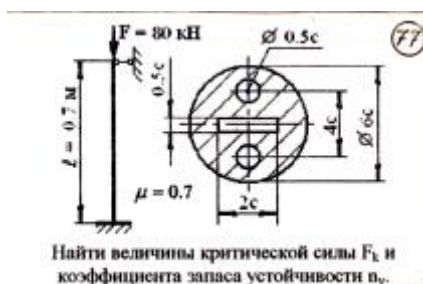
### № 13

- Нелинейность задачи о продольно-поперечном изгибе стержня.



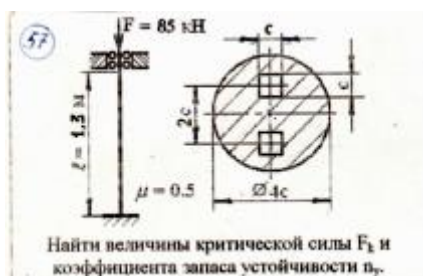
### № 14

1. Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Ф.С. Ясинского.



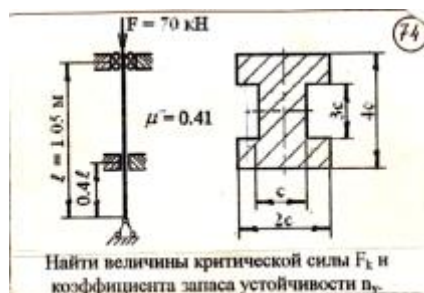
### № 15

1. Приближенный метод интегрирования дифференциального уравнения изогнутой оси стержня при одновременном действии продольных и поперечных сил.



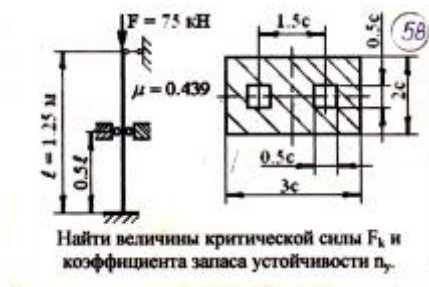
### № 16

1. Механизм усталостного разрушения. Кривые усталости и предел выносливости.



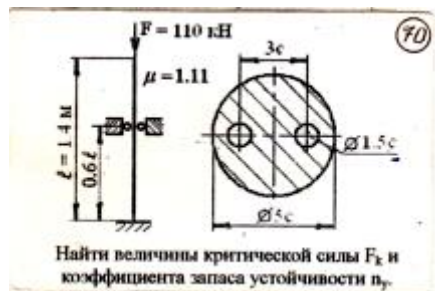
### № 17

1. Влияние различных факторов на величину предела выносливости. Схематизация диаграмм.



### № 18

1. Коэффициент запаса прочности при переменных напряжениях.



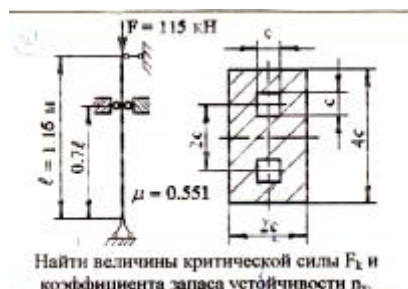
### № 19

1. Выносливость при совместном изгибе и кручении.



### № 20

1. Повышение выносливости конструктивными и технологическими мероприятиями.

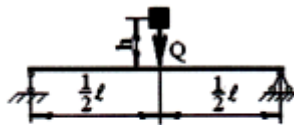




№ 21

1. Расчет равноускоренно движущегося тела. Динамический коэффициент.

18

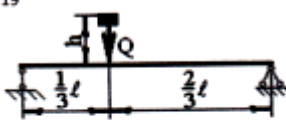


На двутавровую балку, свободно лежащую на двух жестких опорах, с высоты  $h$  падает груз весом  $Q$ . Требуется найти наибольшее динамическое нормальное напряжение в балке при ударе.  
 $h = 17 \text{ см}$   $Q = 1,6 \text{ кН}$   $l = 1,6 \text{ м}$  Двутавр № 20

№ 22

1. Расчет тонкостенного вращающегося кольца. Расчет вращающихся рам.

19



На двутавровую балку, свободно лежащую на двух жестких опорах, с высоты  $h$  падает груз весом  $Q$ . Требуется найти наибольшее динамическое нормальное напряжение в балке при ударе.  
 $h = 16 \text{ см}$   $Q = 1,6 \text{ кН}$   $l = 1,6 \text{ м}$  Двутавр № 16

№ 23

1. Приближенная теория удара. Расчет при ударе по балансу энергии.

9



На двутавровую балку, свободно лежащую на двух жестких опорах, с высоты  $h$  падает груз весом  $Q$ . Требуется найти наибольшее динамическое нормальное напряжение в балке при ударе.  
 $h = 13 \text{ см}$   $Q = 1,6 \text{ кН}$   $l = 1,2 \text{ м}$  Двутавр № 16

№ 24

1. Динамический коэффициент при ударе. Влияние массы ударяемой системы.

7

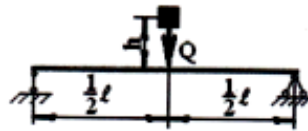


На двутавровую балку, свободно лежащую на двух жестких опорах, с высоты  $h$  падает груз весом  $Q$ . Требуется найти наибольшее динамическое нормальное напряжение в балке при ударе.  
 $h = 17 \text{ см}$   $Q = 1,3 \text{ кН}$   $l = 1,7 \text{ м}$  Двутавр № 12

№ 25

1. Степени свободы колебательных систем.

2

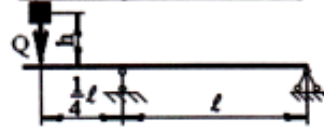


На двутавровую балку, свободно лежащую на двух жестких опорах, с высоты  $h$  падает груз весом  $Q$ . Требуется найти наибольшее динамическое нормальное напряжение в балке при ударе.  
 $h=12$  см  $Q=1,7$  кН  $l=1,3$  м Двутавр № 18

№ 26

1. Свободные колебания системы с одной степенью свободы.

14

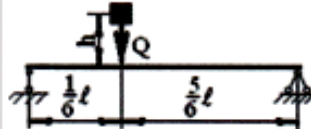


На двутавровую балку, свободно лежащую на двух жестких опорах, с высоты  $h$  падает груз весом  $Q$ . Требуется найти наибольшее динамическое нормальное напряжение в балке при ударе.  
 $h=15$  см  $Q=1,5$  кН  $l=1,5$  м Двутавр № 30

№ 27

1. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы.

4

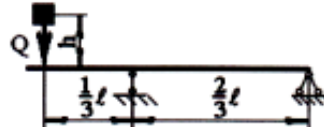


На двутавровую балку, свободно лежащую на двух жестких опорах, с высоты  $h$  падает груз весом  $Q$ . Требуется найти наибольшее динамическое нормальное напряжение в балке при ударе.  
 $h=14$  см  $Q=1,9$  кН  $l=1,5$  м Двутавр № 22

№ 28

1. Коэффициент нарастания колебаний.

21



На двутавровую балку, свободно лежащую на двух жестких опорах, с высоты  $h$  падает груз весом  $Q$ . Требуется найти наибольшее динамическое нормальное напряжение в балке при ударе.  
 $h=19$  см  $Q=1,8$  кН  $l=1,8$  м Двутавр № 12

### № 29

1. Резонанс. Влияние сил сопротивления. Коэффициент приведения массы.

5



На двутавровую балку, свободно лежащую на двух жестких опорах, с высоты  $h$  падает груз весом  $Q$ . Требуется найти наибольшее динамическое нормальное напряжение в балке при ударе.  
 $h = 15$  см  $Q = 1,1$   $\ell = 1,9$  Двутавр № 24

### № 30

1. Основные понятия о предельном состоянии.

8.

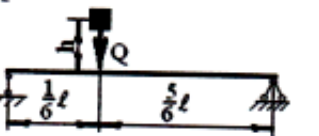


На двутавровую балку, свободно лежащую на двух жестких опорах, с высоты  $h$  падает груз весом  $Q$ . Требуется найти наибольшее динамическое нормальное напряжение в балке при ударе.  
 $h = 18$  см  $Q = 2$  кН  $\ell = 1,6$  м Двутавр № 14

### № 31

1. Дифференциальные при изгибе.

12

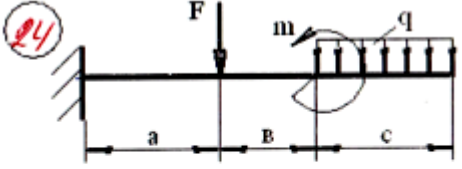


На двутавровую балку, свободно лежащую на двух жестких опорах, с высоты  $h$  падает груз весом  $Q$ . Требуется найти наибольшее динамическое нормальное напряжение в балке при ударе.  
 $h = 19$  см  $Q = 1,8$  кН  $\ell = 1,8$  м Двутавр № 12

### № 32

1. Нагрузки, вызывающие изгиб. Опоры и опорные реакции.

24



$a = 1,4$  м;  $b = 1,6$  м;  $c = 1,8$  м;  $[\sigma] = 160$  МПа;  
 $F = 12$  Н;  $m = 8$  кНм;  $q = 5$  кН/м.  
 Построить эпюры поперечных сил  $Q_y$  и изгибающих моментов  $M_x$ . Подобрать двутавровое поперечное сечение балки.

## 1. Касательные напряжения при поперечном изгибе.



Оценивание результатов обучения в форме уровня сформированности элементов компетенций проводится путем контроля во время промежуточной аттестации в форме экзамена:

а) оценка «отлично» – компетенция(и) или ее часть(и) сформированы полностью на продвинутом уровне;

б) оценка «хорошо» – компетенция(и) или ее часть(и) сформированы на повышенном уровне;

в) оценка «удовлетворительно» - компетенция(и) или ее часть(и) сформированы на пороговом уровне;

г) оценка «неудовлетворительно» - компетенция(и) или ее часть(и) не сформированы.

Критерии, на основе которых выставляются оценки при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в табл. 1.

Оценка «неудовлетворительно» ставятся также в случаях, если обучающийся не приступал к выполнению задания, а также при обнаружении следующих нарушений:

- списывание;
- плагиат;
- фальсификация данных и результатов работы.

Таблица 2 – Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки	Оценка	Критерий выставления оценки
Пятибалльная шкала	Отлично	Обучающийся ответил на все теоретические вопросы. Показал знания в рамках учебного материала, в том числе и по заданиям СРС. Выполнил практические и лабораторные задания. Показал высокий уровень умения и владения навыками применения полученных

		знаний и умений при решении задач в расширенных рамках учебного материала.
	хорошо	Обучающийся ответил на большую часть теоретических вопросов. Показал знания в узких рамках учебного материала. Выполнил практические и лабораторные задания с допустимой погрешностью. Показал хороший уровень умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала.
	удовлетворительно	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий и лабораторных работ, продемонстрировали низкий уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы были допущены неправильные ответы
	неудовлетворительно	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий и лабораторных работ, продемонстрировали крайне низкий уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов

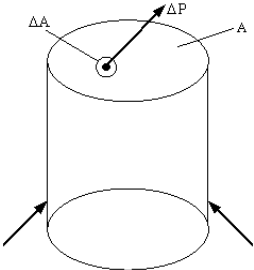
## 2.3. Итоговая диагностическая работа по дисциплине

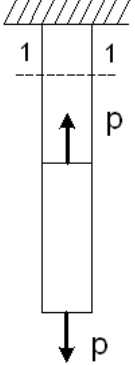
### ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ПРАКТИКЕ

Компетенции<sup>2</sup>:

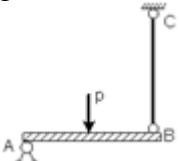
Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1.	2. прочностью	Способность твердого тела сопротивляться внешним нагрузкам не разрушаясь (способность сопротивляться разрушению) называется (выберите один вариант ответа): 1. устойчивостью 2. выносливостью 3. жесткостью 4. прочностью	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub> Знает и понимает основы законы и модели механики и границы их применения, методики расчета деталей и конструкций в рамках системного подхода для решения поставленных задач расчета и моделирования конструкций
2.	1. методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций	Основным содержанием сопротивления материалов является разработка _____, с помощью которых можно выбрать материал и необходимые размеры элементов конструкции, оценить сопротивление конструкционных материалов внешним воздействием. 1. методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций 2. моделей прочностной надежности летательных аппаратов	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

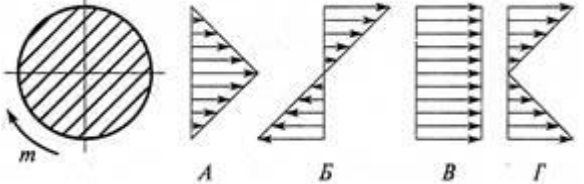
<sup>2</sup> Перечислить все компетенции, формируемые учебной дисциплиной

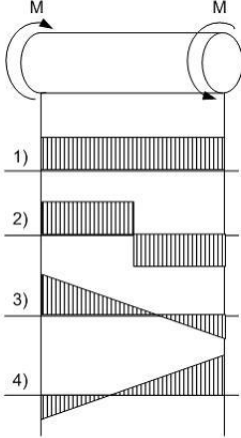
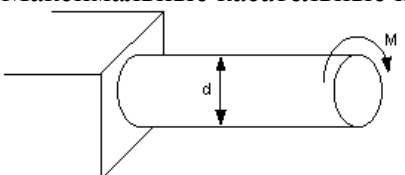
Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		3. основных принципов расчета призматических оболочек 4. методов расчета промышленных сооружений		
3.	4. нормального напряжения	<p>Предел отношения равнодействующей <math>\Delta P</math> внутренних сил, действующих на площадку <math>\Delta A</math>, к величине площади <math>\Delta A</math>, когда последняя стремиться к нулю <math>\left( p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta A} \right)</math>, определяет величину вектора...</p>  <p>1. полного напряжения 2. среднего напряжения 3. касательного напряжения 4. нормального напряжения</p>	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
4.	1. деформированным состоянием	Изменение размеров или формы тела под действием внешних сил называется... 1. деформированным состоянием 2. напряженно-деформированным состоянием 3. тензором деформаций 4. деформацией	УК-2	
5.	1. равно нулю	Для стержня, схема которого изображена на рисунке, нормальное усилие N в сечении 1-1 будет	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

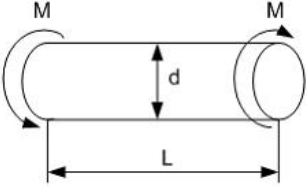
Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. сжимающим,</li> <li>2. равно нулю</li> <li>3. растягивающим,</li> <li>4. растягивающим и сжимающим</li> </ol>		
6.	4. свойства образца, выделенного из материала, не зависят от его угловой ориентации	<p>Материал называется изотропным, если...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. он имеет волокнистую структуру</li> <li>2. он имеет кристаллическую структуру</li> <li>3. свойства образца, выделенного из материала, зависят от его угловой ориентации</li> <li>4. свойства образца, выделенного из материала, не зависят от его угловой ориентации</li> </ol>	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
7.	4. восстанавливать свою форму и размеры после снятия нагрузки	<p>Пластичностью называется свойство материала...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. сохранять некоторую часть деформации после снятия нагрузки</li> <li>2. сопротивляться разрушению</li> <li>3. сопротивляться проникновению в него другого более твердого тела</li> <li>4. восстанавливать свою форму и размеры после снятия нагрузки</li> </ol>	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>



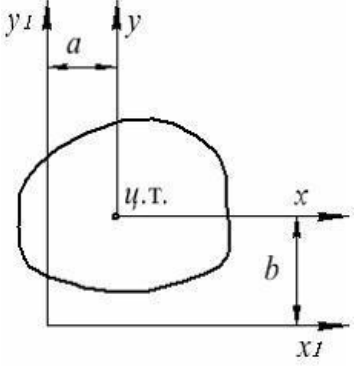
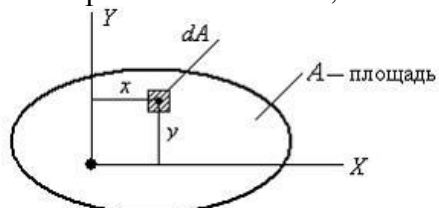
Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
8.	1. $\sigma \leq [\sigma]_p$	<p>Проверку на прочность стержня ВС, имеющего разные допускаемые напряжения на растяжение <math>[\sigma]_p</math> и сжатие <math>[\sigma]_{сж}</math> проводят по формуле...</p>  <p>1. <math>\sigma \leq [\sigma]_p</math>  2. <math>\sigma \leq \sigma_{нц}</math>  3. <math>\sigma \leq [\sigma]_{сж}</math>  4. <math>\sigma \leq \sigma_T</math></p>	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
9.	<p>Поскольку удлинение стержня при растяжении рассчитывается по закону Гука</p> $\Delta l = \frac{N \cdot l}{E \cdot A},$ <p>следовательно, при уменьшении длины бруса в «<math>l</math>» раз удлинение бруса уменьшится в <math>n</math> раз</p>	Как изменится удлинение бруса, если его длину « $l$ » уменьшить в $n$ раз?	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

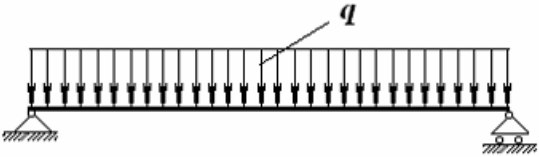
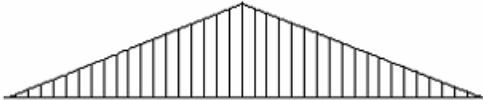
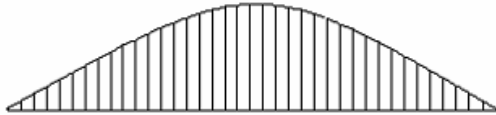
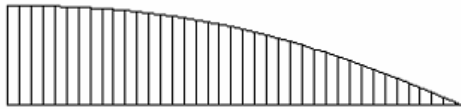
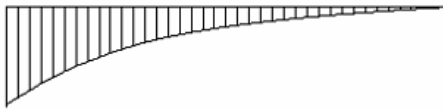
Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
10.	2. Б	<p>Как распределяется напряжение в поперечном сечении бруса при кручении?</p>  <p>1. А 2. Б 3. В 4. Г</p>	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
11.	3. $\frac{\pi D^4}{32}$ ;	<p>Полярный момент инерции для сплошного круглого сечения определяется:</p> <p>1. <math>\frac{\pi D^4}{64}</math> ; 2. <math>\frac{\pi D^3}{32}</math> ; 3. <math>\frac{\pi D^4}{32}</math> ; 4. <math>\frac{\pi D^3}{16}</math> .</p>	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
12.	3	Эпюра крутящего момента имеет вид...	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

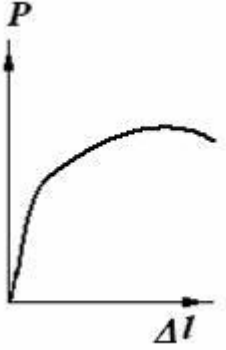
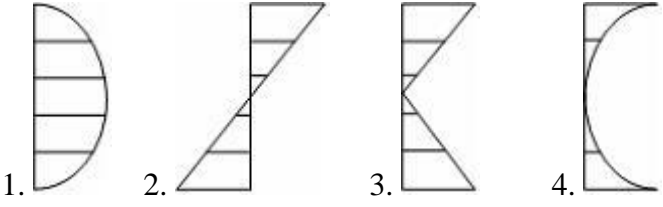
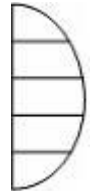
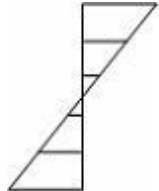
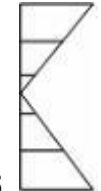

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		 <p>1      4 2      3 3      1 4      2</p>		
13.	<p>3. <math>\frac{M}{W_p}</math></p>	<p>Максимальные касательные напряжения в поперечном сечении стержня равны...</p>  <p>1. <math>\frac{2M}{W_p}</math></p>	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		$\frac{Md}{4I_p}$ 2. $\frac{M}{W_p}$ 3. $\frac{M}{2W_p}$ 4.		
14.	3. $\frac{ML}{GI_p}$	Относительный угол закручивания стержня равен...  $\frac{M}{GI_p}$ 1. $\frac{ML}{2GI_p}$ 2.	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>


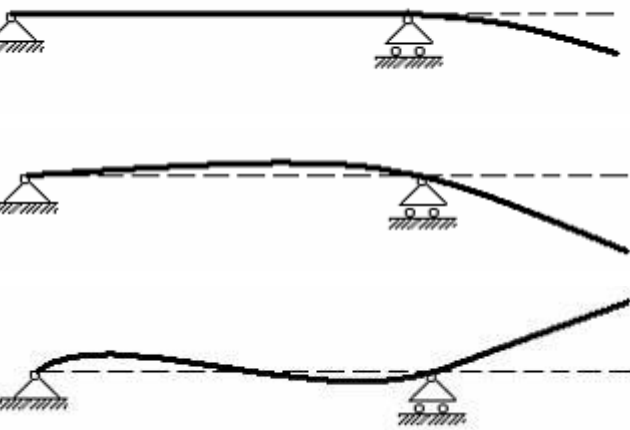
Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		$\frac{ML}{GI_p}$ 3. $\frac{2M}{GI_p}$ 4.		
3.	количественная мера интенсивности внутренних сил в данной точке рассматриваемого сечения	Напряжение – это... 1. сила, противодействующая разрушению стержня 2. сила, противодействующая деформации тела 3. количественная мера интенсивности внутренних сил в данной точке рассматриваемого сечения 4. сила, приходящаяся на единицу площади	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
16.	3. тензором деформаций	Совокупность компонентов линейных $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$ и угловых $\gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx}$ деформаций в точке деформируемого тела, представленных в виде квадратной матрицы, называется... 1. законом Гука 2. тензором напряжений 3. тензором деформаций 4. напряженным состоянием в точке	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
17.	2. $J_y + a^2 A$	Осевой момент инерции $J_{y1}$ сечения площадью $A$ , показанного на рисунке, равен	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>


Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>J_y - a^2 A</math></li> <li>2. <math>J_y + a^2 A</math></li> <li>3. <math>J_y + abA</math></li> <li>4. <math>J_y + b^2 A</math></li> </ol>		
18.	4. статическими моментами площади плоской фигуры	$S_x = \int_A y dA \quad S_y = \int_A x dA$ <p>Интегралы <math>\int_A y dA</math>, <math>\int_A x dA</math> называются...</p> 	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		1. центробежными моментами инерции плоской фигуры 2. полярными моментами инерции плоской фигуры 3. осевыми моментами инерции плоской фигуры 4. статическими моментами площади плоской фигуры		
19. 2.		<p>Шарнирно опертая балка нагружена распределенной нагрузкой <math>q</math>. Эпюра изгибающих моментов для этой балки имеет вид ... (эпюра строится на сжатых волокнах)</p>  <p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p>	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

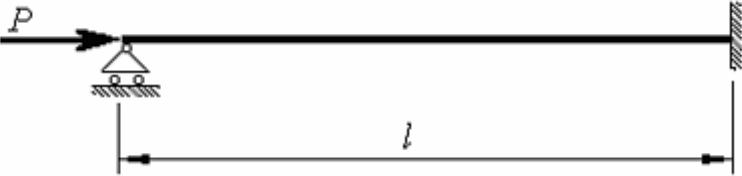
Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
20.	4. растяжению образца из пластичного материала без площадки текучести	<p><i>Представленная на рисунке диаграмма соответствует...</i></p>  <p>1. растяжению образца из пластичного материала с площадкой текучести  2. сжатию образца из хрупкого материала  3. сжатию образца из пластичного материала с площадкой текучести  4. растяжению образца из пластичного материала без площадки текучести</p>	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
21. 1		<p>Эпюра касательных напряжений в сечении 1-1 имеет вид ...</p>  <p>1.  2.  3.  4. </p>	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>



Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
22.	2.	<p>На рисунке показана схема нагружения балки.</p>  <p>Форма деформированной оси балки имеет вид ...</p>  <p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p>	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		 <p>4.</p>		
23.	$2. \int_l \frac{N_p \bar{N}}{EA} dz$	<p>Для определения перемещений при растяжении (сжатии) применяется интеграл....</p> <p>1. <math>\int_l \frac{k Q_p \bar{Q}}{GA} dz</math>      2. <math>\int_l \frac{N_p \bar{N}}{EA} dz</math></p> <p>3. <math>\int_l \frac{M_p^{(xp)} \bar{M}^{(xp)}}{GJ_p} dz</math>      4. <math>\int_l \frac{M_{xp} \bar{M}_x}{EJ_x} dz</math></p>	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
24.	<p>От действия изгибающего момента на эпюре изгибающих моментов при изгибе отмечается резкое изменение значения изгибающего момента равное значению этого момента.</p>	<p>Поясните влияние момента на эпюру изгибающих моментов при изгибе?</p>	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
25.	1. приведения длины	Коэффициент $\mu$ , входящий в формулу Эйлера для критической силы сжатого стержня $P_{кр} = \frac{\pi^2 EJ_{min}}{(\mu l)^2}$ , называется коэффициентом... 1. приведения длины 2. Пуассона 3. запаса прочности 4. запаса устойчивости	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
26.	От действия сосредоточенной силы на эпюре поперечных сил при изгибе отмечается резкое изменение значения поперечной силы равное значению этой силы	Поясните влияние сосредоточенной силы на эпюру поперечных сил при изгибе?	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
27.	3. $\mu = 1$	Для показанного на рисунке способа закрепления стержня коэффициент приведенной длины $\mu$ при вычислении критической силы по формуле Эйлера равен ...	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\mu = 2</math></li> <li>2. <math>\mu = 0,7</math></li> <li>3. <math>\mu = 1</math></li> <li>4. <math>\mu = 0,5</math></li> </ol>		
28.	<p>Так как при выводе формулы для критических сил и напряжений, использовалось приближенное дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Это уравнение было выведено в предположении, что материал стержня</p>	<p>Поясните границы применения формулы Эйлера для расчета критической силы и напряжений, соответствующее потере устойчивости</p>	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	подчиняется закону Гука. Таким образом, полученные зависимости можно применять только для значений напряжений, меньших или равных пределу пропорциональности			
29.	1. с шарнирно опертыми концами	<p>Формула Эйлера для критической силы сжатого стержня в виде</p> $P_{кр} = \frac{\pi^2 EJ_{min}}{l^2}$ <p>получена для стержня...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. с шарнирно опертыми концами</li> <li>2. с защемленными концами</li> <li>3. с одним защемленным концом и другим свободным</li> <li>4. с одним защемленным концом и другим шарнирно опертым</li> </ol>	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
30.	Если на небольшую, по сравнению с размерами конструкции область, действует заданная система сил, то ее можно заменить	Поясните принцип Сен-Венана?	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	равнодействующими: силой и моментом, отбросив при рассмотрении конструкции эту малую область			
31.	<p>Внешние – силы взаимодействия элементов конструкции с окружающими ее телами и внутренние – силы взаимодействия между соседними частицами тела молекулами, кристаллами.</p> <p>Сосредоточенные : сила, момент и распределенные по длине, по площади и по объему.</p> <p>Статические и динамические в зависимости от скорости их изменения во времени.</p>	Какие нагрузки прикладывают к расчетной схеме?	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	Постоянные и временные в зависимости от времени их действия.			
32.	Концентраторами напряжений называют отверстия, канавки, надрезы и другие резкие изменения формы детали. Для уменьшения влияния концентраторов напряжений скругляют углы и кромки, засверливают трещины, полируют изделия, особенно из высокопрочных закаленных сталей.	Что называют концентраторами напряжений? Как уменьшить их влияние?	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
33.	В случае простого напряженного состояния легко определить предельное напряженное состояние – текучесть для	В случае простого напряженного состояния предельными напряжениями для различных материалов является?	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	пластичных материалов и разрушение для хрупких. Соответственно находятся предельные напряжения $\sigma_T$ предел текучести и $\sigma_B$ временное сопротивление разрыву			
34.	Такие задачи обычно возникают, если перемещение вала ограничено в некоторых сечениях, например, когда его концы защемлены. В одно уравнение равновесия входят два неизвестных момента в опорах, поэтому задача является статически неопределимой. Для ее решения составляется дополнительное уравнение	Статически неопределимые задачи кручения возникают?	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>



Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	перемещений.			
35.	Рекомендуется при кручении использовать стержни замкнутого профиля (круг, кольцо), то есть, если нужно изготовить стержень, работающий на кручение, из двух швеллеров, то лучше их сварить так что бы они образовывали замкнутый профиль	Поясните сечения конструкции, наиболее эффективно работающие при кручении?	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
36.	Теоретически доказано, что наиболее нагруженными, то есть полностью работающими, являются волокна, наиболее удаленные от нейтрального слоя. Поэтому по возможности удаляют из балок материал, расположенный близко	Поясните сечения конструкции, наиболее эффективно работающие при изгибе?	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	<p>к нейтральному слою, и получают такие сечения, как двугавр, швеллер. Рациональными сечениями являются такие, у которых наибольшее значение <math>W_x</math> при наименьшей площади сечения.</p>			
37.	<p>Хотя у высокопрочных сталей предел прочности достаточно высок, но длина критической трещины в 10-100 раз меньше, чем у мягких сталей за счет значительно меньшей величины вязкости <math>W</math> и большей величины <math>\sigma_{ном}</math>. Поэтому, крупные детали из высокопрочных сталей</p>	Почему крупные детали из высокопрочных сталей не делают?	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	не делают.			
38.	<p>Приборы, которые позволяет измерять изменение некоторого расстояния, называемого базой тензометра. Состоит из: подложки из полиэтилена или тонкой бумаги, тонкой проволоки из материала с высоким удельным сопротивлением, слабо зависящим от температуры и полосок из фольги. Электрический тензомер сопротивления наклеивают так, чтобы длинные витки проволоки были параллельны деформации. При</p>	<p>Поясните, что такое электрический тензомер, его устройство и принцип работы?</p>	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	растяжении растёт сопротивление, а сила тока – уменьшается. Изменение сопротивления проволоки измеряется с помощью мостиковой схемы, в которой используют компенсационный тензорезистор.			
39.	Если взять две достаточно частые сетки и наложить их друг на друга, то при взаимном их смещении возникнет картина, называемая муар. Одну сетку наносят на деталь, а другую оставляют в качестве основной. При деформировании, первая сетка смещается относительно второй,	Поясните метод исследования деформаций с помощью муаровых полос.	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	полученную картину муара фотографируют и обрабатывают на компьютере. Метод позволяет получить перемещения всех точек конструкции, на которые нанесена сетка.			
40.	Действиям циклических напряжений подвергается материал во многих конструкциях. При этом, несмотря на то, что значение возникающих максимальных напряжений меньше предела прочности, спустя некоторое время при действии переменного напряжения в конструкции	Поясните механику разрушения при напряжениях изменяющихся циклически во времени?	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	<p>возникают трещины, и она разрушается. Микротрещины возникают в тех точках, где напряжения максимальны. Постепенно они сливаются в одну трещину, уменьшая при этом размер сечения конструкции, соответственно возрастает максимальное напряжение, и при достижении предельного напряжения, конструкция хрупко разрушается.</p>			
41.	Наибольшие напряжения, при которых обеспечивается	Что такое допускаемые напряжения?	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	прочность и долговечность конструкции			
42.	Напряжение, при котором деформация растет без заметного увеличения нагрузки	Дайте определение предела текучести?	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
43.	Предел прочности (временное сопротивление) – максимальное напряжение, выдерживаемое материалом при растяжении.	Дайте определение временного сопротивления?	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
44.	Такой вид нагружения, при котором равнодействующая внешних сил не совпадает с осью стержня, как при обычном растяжении (сжатии), а смещена относительно продольной оси и остается ей	Внецентренное растяжение это...	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	параллельной			
45.	<p>Главными осями инерции называются такие оси, относительно которых центробежный момент инерции равен нулю. Осевые моменты инерции относительно этих осей называются главными моментами инерции</p>	<p>Главные оси и главные моменты инерции?</p>	УК-2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>