

**ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ**  
**Кафедра теоретической и прикладной механики**

**УТВЕРЖДЕН**

Рег. № ЗТБ-23.19.фр  
« 29 » августа 2023 г.

на заседании кафедры  
Протокол от « 29 » августа 2023 г. № 1  
Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

Тихонкин И.В.

**ФОНД  
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**Б1.О.19 Сопротивление материалов**

Шифр и название дисциплины

**23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов**

Код и наименование направления подготовки

*Автомобильный сервис*

Направленность (профиль)

## Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочных средств
1.	Введение. Основные положения сопротивления материалов	ОПК-5	– Контрольные вопросы – Тесты
2.	Геометрические характеристики плоских сечений. Геометрические характеристики относительно осей, повернутых на угол $\alpha$ .	ОПК-1, ОПК-5	– Контрольные вопросы – Задача (практическое задание) – Тесты
3.	Центральное растяжение-сжатие.	ОПК-1, ОПК-5	– Контрольные вопросы – Задача (практическое задание) – Тесты – Задания для расчетно-графической работы
4.	Расчет статически неопределимых стержневых систем на растяжение-сжатие.	ОПК-1, ОПК-5	– Контрольные вопросы – Задача (практическое задание) – Тесты
5.	Кручение. Напряжения, закон Гука при кручении.	ОПК-1, ОПК-5	– Контрольные вопросы – Задача (практическое задание) – Тесты – Задания для расчетно-графической работы
6.	Прямой поперечный изгиб	ОПК-1, ОПК-5	– Контрольные вопросы – Задача (практическое задание) – Тесты – Задания для расчетно-графической работы
7.	Напряжения при изгибе	ОПК-1, ОПК-5	– Контрольные вопросы – Задача (практическое задание) – Тесты – Задания для расчетно-графической работы
8.	Определение перемещений при изгибе	ОПК-1, ОПК-5	– Контрольные вопросы – Задача (практическое задание) – Тесты – Задания для расчетно-графической работы
9.	Правило Верещагина, интеграл Мора	ОПК-1	– Контрольные вопросы – Задача (практическое задание) – Тесты – Задания для расчетно-графической работы
10.	Прочность при динамических и переменных нагрузках	ОПК-1, ОПК-5	– Контрольные вопросы – Задача (практическое задание) – Тесты

## **ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ**

### **1. Описание оценочных средств по разделам (темам) дисциплины**

#### **Тема 1: Введение. Основные положения сопротивления материалов**

##### **– Контрольные вопросы**

1. Назначение и задачи дисциплины «Сопротивление материалов».
2. Что такое прочность, жесткость и устойчивость?
3. Простейшие типы элементов конструкции.
4. Внутренние силовые факторы в сечении детали.
5. Виды сопротивления.
6. Виды внешних нагрузок.
7. Что такое деформация?
8. Характеристики и виды деформаций
9. Какие силы называются внутренними?
10. Что называется упругой деформацией?
11. Пластические или остаточные деформации.
12. Закон Гука по нормальным и касательным напряжениям. Применение в практических расчетах
13. Основные гипотезы и допущения, принятые в курсе «Сопротивление материалов».
14. В чем заключается принцип Сен-Венана.
15. В чем заключается метод сечений?
16. Простейшие виды деформации. Какими внутренними силами они характеризуются?
17. Напряжения в деформируемом теле. В каких единицах оно измеряется?
18. Назовите составляющие полного напряжения, возникающие в нагруженном теле.
19. Условия прочности при простых видах деформации.
20. Величина допускаемого напряжения.

#### **Тема 2: Геометрические характеристики плоских сечений. Геометрические характеристики относительно осей, повернутых на угол $\alpha$ .**

##### **– Контрольные вопросы**

1. Основные геометрические характеристики сечений, их обозначения, названия. Применение в практических расчетах на прочность и жесткость
2. Статический момент сечения. Расчетные формулы для простых и составных сечений. Применение в практических расчетах
3. Как определить координаты центра тяжести сложного сечения?
4. Что называется осевым, полярным, центробежными моментами инерции? В каких единицах они измеряются?
5. Какие оси называются главными центральными осями инерции?
6. Как определяются моменты инерции сложной фигуры?
7. Что называется моментом сопротивления сечения и в каких единицах он измеряется?
8. Осевые моменты инерции сечения. Формулы для простых сечений. Применение в практических расчетах
9. Моменты сопротивления сечения. Формулы для простых сечений. Применение в практических расчетах
10. Полярный момент сопротивления круглого сечения. Формула для вычисления. Применение в практических расчетах

#### **Тема 3: Центральное растяжение-сжатие.**

##### **– Контрольные вопросы**

1. Характеристики продольной и поперечной деформаций при растяжении и сжатии
2. Внутренние силовые факторы в сечении детали, обозначения, названия.
3. Сущность метода сечений для их определения.
4. Какие виды испытания материалов проводятся при определении механических характеристик?

5. Какие основные механические характеристики определяют при испытании на растяжение?
6. Для каких материалов при испытании на растяжение определяют предел прочности?
7. Какими способами может определяться предел прочности, кроме растяжения образцов?
8. Диаграммы растяжения каких материалов не имеют площадки текучести?
9. Какие основные механические характеристики определяют при испытании на растяжение?
10. Для чего назначается коэффициент запаса прочности?
11. Какой вид деформации называют растяжением (сжатием)?
12. Какими параметрами характеризуется продольная деформация при растяжении (сжатии)?
13. Условие прочности при растяжении.
14. Условие прочности сжатых деталей.
15. В каких случаях возникает деформация сдвига?
16. Как распределяются напряжения при сдвиге в деформационном сечении?
17. Как определяется величина действительных напряжений при сдвиге (срезе)?
18. Условие прочности при срезе.
19. Примеры применения условия прочности для расчета разъемных соединений.
20. Условие прочности при смятии.
21. Примеры практического применения условия прочности при смятии для расчета разъемного соединения
22. Условие прочности и устойчивости сжатых деталей.
23. Формула Эйлера для критической силы сжатого стержня.
24. Границы применимости формулы Эйлера
25. Формула Ясинского для критической силы сжатого стержня.
26. Границы применимости формулы Ясинского.
27. Расчет проекторочный, поверочный, несущей способности

#### **Тема 4: Расчет статически неопределимых стержневых систем на растяжение-сжатие**

##### **– Контрольные вопросы**

1. Определение внутренних усилий в статически неопределимых стержневых системах
2. Расчеты статически неопределимых стержней.
3. Статически неопределимые фермы.
4. Раскрытие статической неопределимости.
5. Выбор основной системы, метод сил, канонические уравнения метода сил.
6. Эквивалентная система.
7. Вычисление коэффициентов канонических уравнений методом Мора.
8. Кинематическая проверка результатов вычислений.
9. Последовательность решения задач при раскрытии статической неопределимости методом сил.

#### **Тема 5: Кручение. Напряжения, закон Гука при кручении**

##### **– Контрольные вопросы**

1. Что называется кручением и каким внутренним силовым фактором оно характеризуется?
2. От каких факторов зависит величина напряжения в определенной точке при кручении?
3. Что называется эпюрой крутящего момента?
4. Что называется валом?
5. Как отличаются диаметры двух валов, рассчитанных на кручение при передаче одинаковой мощности, но разным частотам вращения?
6. Как определяется абсолютный или полный угол закручивания?
7. Что называется относительным углом закручивания?
8. Что такое момент сопротивления кручению?

9. Условие прочности вала при кручении. Расчет вала проекторочный, поверочный, несущей способности
10. Условие прочности и жесткости валов. Какие параметры определяются из этих условий?
11. По каким критериям оцениваются рациональные формы сечений при кручении
12. Условие жесткости при кручении.
13. Расчет вала на жесткость: проекторочный, поверочный, несущей способности.
14. Изменяются ли длина и диаметр вала после скручивания?
15. Что такое рациональное расположение колес на валу?
16. Какие напряжения возникают в витках цилиндрической винтовой пружины при ее сжатии и растяжении?
17. Условие прочности цилиндрической витой пружины.
18. Расчет пружины на прочность проекторочный, поверочный, несущей способности.
19. Условие жесткости цилиндрической витой пружины.
20. Расчет пружины на жесткость проекторочный, поверочный, несущей способности.

## **Тема 6: Прямой поперечный изгиб.**

### **– Вопросы для устного опроса**

1. Что называется плоским изгибом и под действием каких внешних усилий возникает эта деформация?
2. Какие внутренние силовые факторы возникают под воздействием внешней нагрузки при поперечном изгибе и как они определяются?
3. Какие зависимости существуют между внутренними силовыми факторами при изгибе и интенсивностью распределенной нагрузки?
4. Как определяется расчетное сечение балки при деформации изгиба?
5. Условие прочности балки при изгибе. От каких параметров оно зависит?
6. Каким образом производится оценка рационального сечения балки при изгибе?
7. Изгибающий момент и поперечная сила в сечении при плоском изгибе. Построение эпюр. Основные правила построения эпюр. Использование в практических расчетах.
8. Что называется плоским изгибом и под действием каких внешних усилий возникает эта деформация?
9. Какие внутренние силовые факторы возникают под воздействием внешней нагрузки при поперечном изгибе и как они определяются?
10. Какие зависимости существуют между внутренними силовыми факторами при изгибе и интенсивностью распределенной нагрузки?
11. Как определяется расчетное сечение балки при деформации изгиба?
12. Каким образом производится оценка рационального сечения балки при изгибе?

## **Тема 7: Напряжения при изгибе**

### **– Вопросы для устного опроса**

1. Нормальные напряжения при плоском изгибе. Формула Навье.
2. Распределение напряжений в сечении балки.
3. Максимальные нормальные напряжения. Применение в практических расчетах.
4. Условие прочности при плоском изгибе по нормальным напряжениям.
5. Расчет балки на прочность проекторочный, поверочный, несущей способности
6. Касательные напряжения при плоском изгибе.
7. Формула Журавского. Распределение касательных напряжений в прямоугольном сечении. Учет в практических расчетах.
8. Виды напряженного состояния:
9. Главные напряжения и максимальные касательные напряжения при плоском напряженном состоянии.
10. Оценка прочности при сложном напряженном состоянии.
11. Основные гипотезы прочности
12. Что такое напряженное состояние в точке и чем оно характеризуется?
13. Виды напряженного состояния и чем они характеризуются?

14. Свойства линейного напряженного состояния.
15. В чем заключается оценка напряженного состояния стержня при его осевом растяжении (сжатии).
16. Чему равна сумма нормальных напряжений по двум взаимно перпендикулярным площадкам?
17. Сущность закона парности касательных напряжений.
18. Обобщенный закон Гука и в чем его сущность.
19. Какая энергия накапливается в теле вследствие упругой деформации и из каких частей она состоит?
20. Какие задачи решаются при расчете на прочность?
21. Какие условия прочности используются при плоском напряженном состоянии для пластических и хрупких материалов?
22. Какие напряжения возникают в стенках тонкостенного сосуда?
23. Чему равно радиальное напряжение в тонкостенных сосудах?
24. Какие напряжения возникают в сферическом и цилиндрическом резервуарах? Где возникает большее напряжение?
25. Когда составляют условия прочности при расчете тонкостенных сосудов?
26. Каким давлениям подвергаются толстостенные цилиндры?
27. Какие напряжения возникают в толстостенных сосудах?
28. По какому закону изменяются окружные и радиальные напряжения по толщине стенки цилиндра?

## **Тема 8: Определение перемещений при изгибе**

### **– Вопросы для устного опроса**

1. Понятие о перемещениях при изгибе: прогиб балки  $y$  и угол поворота сечений  $\theta$ .
2. Упругая линия балки.
3. Дифференциальное уравнение упругой линии балки.
4. Какая связь существует между радиусом кривизны  $\rho$ , изгибающим моментом  $M$  и жесткостью балки  $EJ$ ?
5. Чему равен прогиб консольной балки, изгибаемой силой, действующей на свободном конце?
6. Чему равен прогиб балки, свободно лежащей на двух опорах и изгибаемой силой, действующей посередине балки?
7. Какая балка называется балкой равного сопротивления изгибу?
8. Универсальное уравнение упругой линии.
9. Теорема Кастилиано.
10. Какие виды нагружения называются сложными?
11. Какие внутренние силовые факторы возникают при косом изгибе?
12. Какие внутренние силовые факторы возникают при внецентренном сжатии?
13. Какие внутренние силовые факторы возникают при одновременном действии изгиба и кручения круглого бруса, сдвига и кручения?

## **Тема 9: Правило Верещагина, интеграл Мора**

### **– Вопросы для устного опроса**

1. Способ Верещагина для вычисления интеграла Мора при плоском изгибе.
2. Интеграл Мора для определения перемещений при плоском изгибе.
3. Грузовая эпюра моментов (этапы построения)
4. В чем заключается отличие при вычислении прогиба и угла поворота сечения балки?
5. Расчет статически неопределимых систем при изгибе. Общие положения.
6. Канонические уравнения метода сил.
7. Вычисление коэффициентов канонических уравнений методом Мора.
8. Раскрытие статической неопределимости.

## **Тема 10: Прочность при динамических и переменных нагрузках**

### **– Вопросы для устного опроса**

1. Динамические нагрузки в равноускоренном движении. Принцип Даламбера
2. Определение инерционных нагрузок во вращающихся деталях
3. Напряжения и деформации в момент удара.
4. Определение максимальных нормальных напряжений, возникающих при вынужденных колебаниях
5. Виды динамических нагрузок.
6. Какие нагрузки называются динамическими?
7. Какими методами определяются напряжения в конструкциях при динамических нагрузках?
8. В каких случаях для определения динамических напряжений и деформаций используется закон сохранения энергии?
9. Что называется ударом?
10. Как связаны динамические напряжения и деформации со статическими?
11. Как определяется динамический коэффициент при ударных нагрузках?
12. От чего зависит собственная частота изгибных колебаний балки?
13. При каком условии возникает резонанс?
14. Как уменьшить динамические нагрузки при вынужденных колебаниях?
15. Приведите примеры статического и динамического действия нагрузок.
16. Как производится испытание на удар?
17. Что называется относительной вязкостью при испытании материала на удар?
18. Как испытывается материал на усталость (выносливость)?
19. Какой цикл напряжений называется симметричным?
20. Что называется пределом выносливости материала?

## Тема 1: Введение. Основные положения сопротивления материалов

### – Фрагмент тестового задания по теме

1.1 Какая точка диаграммы растяжения соответствует пределу пропорциональности материала?

	1	<input type="radio"/>
	2	<input type="radio"/>
	3	<input type="radio"/>

1.2 Хрупкий материал имеет значение остаточного относительного удлинения при разрыве  $\delta$ :

1	2	3
$\delta < 5\%$	$\delta > 5\%$	$\delta = 5\%$

1.3 Указать на диаграмме растяжения стали пластическую деформацию.

	1	<i>a</i>
	2	<i>b</i>
	3	<i>a+b</i>

1.4 Хрупкие материалы лучше сопротивляются растяжению или сжатию?

1	2	3
Растяжению	Сжатию	Одинаково

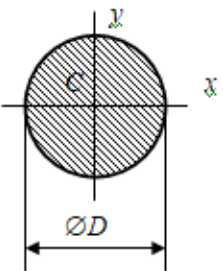
1.5 В качестве опасного напряжения для пластичного материала принимается:

1	2	3
Предел пропорциональности	Предел текучести	Предел прочности

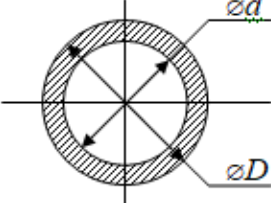
**Тема 2: Геометрические характеристики плоских сечений. Геометрические характеристики относительно осей, повернутых на угол  $\alpha$ .**

– Фрагмент тестового задания по теме

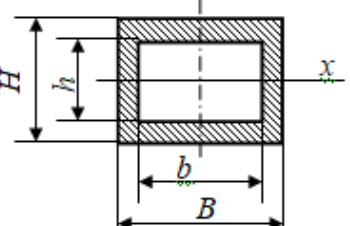
2.1 Полярный момент сопротивления круглого сечения определяется по формуле

	$W_p = \frac{\pi D^3}{32}$	<input type="radio"/>
	$W_p = \frac{\pi D^4}{32}$	<input type="radio"/>
	$W_p = \frac{\pi D^3}{16}$	<input type="radio"/>
	$W_p = \frac{\pi D^4}{4}$	<input type="radio"/>

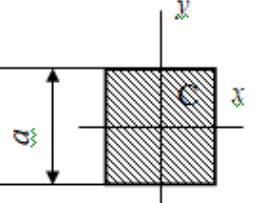
2.2 Во сколько раз увеличится  $I_p$ , если D и d увеличить втрое?

	в 81 раз	<input type="radio"/>
	в 27 раз	<input type="radio"/>
	в 9 раз	<input type="radio"/>
	не изменится	<input type="radio"/>

2.3 Значение осевого момента сопротивления  $W_x$  сечения

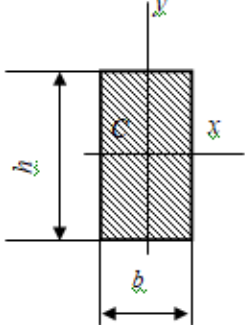
	$W_x = \frac{BH^3 - bh^3}{6}$	<input type="radio"/>
	$W_x = \frac{BH^2 - bh^2}{6}$	<input type="radio"/>
	$W_x = \frac{BH^3 - bh^3}{6H}$	<input type="radio"/>

2.4 Сколько пар главных центральных осей инерции имеет квадратное сечение

	1	<input type="radio"/>
	2	<input type="radio"/>
	Бесконечное множество	<input type="radio"/>
	Ни одной	<input type="radio"/>



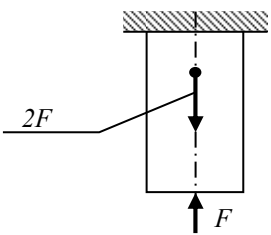
2.5 Как изменятся значения осевых моментов инерции прямоугольного сечения при увеличении сторон в 2 раза?

	Увеличился в 16 раз	<input type="radio"/>
	Увеличился в 4 раз	<input type="radio"/>
	Увеличился в 8 раз	<input type="radio"/>
	Остался без изменения	<input type="radio"/>

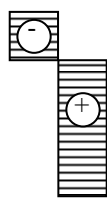
### Тема 3: Центральное растяжение-сжатие.

– Фрагмент тестового задания по теме

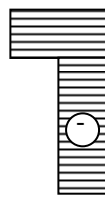
3.1 Указать правильную эпюру нормальной (продольной) силы  $N$  без учета собственного веса материала.



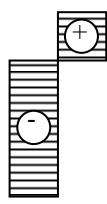
1



2



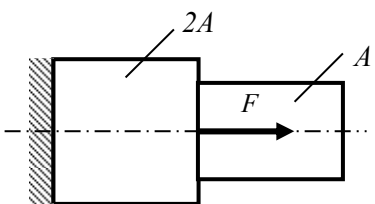
3



3.2 Какая величина характеризует жесткость материала при действии касательных напряжений?

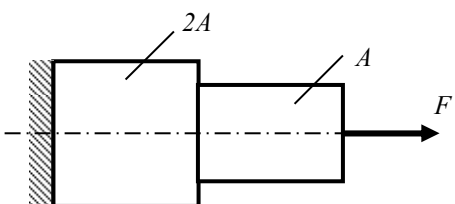
1	2	3
Модуль упругости $E$	Модуль сдвига $G$	Коэффициент Пуассона $\mu$

3.3 Определить площадь поперечного сечения  $A$ , если  $F=200\text{кН}$ ,  $[\sigma]_p=10\text{МПа}$ .



1	$A=100\text{ см}^2$
2	$A=200\text{ см}^2$
3	$A=10\text{ см}^2$

3.4 Определить допускаемую нагрузку  $F$ , если  $A=10\text{см}^2$ ,  $[\sigma]_p=10\text{МПа}$ .

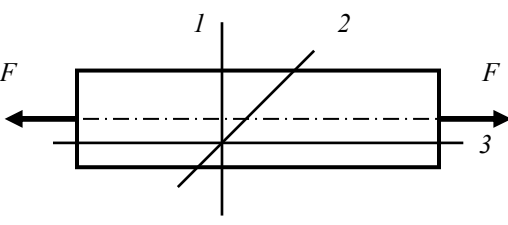


1	$F=30\text{кН}$
2	$F=20\text{кН}$
3	$F=10\text{кН}$

3.5 Указать правильное условие прочности при растяжении.

1	2	3
$\frac{A}{N} \leq [\sigma]_p$	$\frac{N}{A} \leq [\sigma]_p$	$\frac{N}{A} \geq [\sigma]_p$

### 3.6 В каком сечении возникают максимальные нормальные напряжения?

	1	В сечении 1
	2	В сечении 2
	3	В сечении 3

### 3.7 Указать правильное выражение закона Гука при действии нормальных напряжений.

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

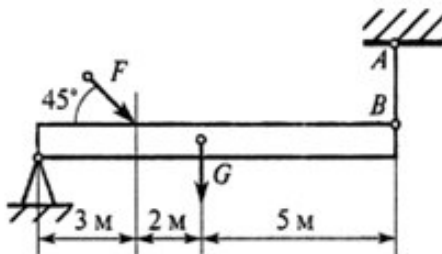
### 3.8 Целью проектировочного расчета детали является:

1	2	3
определение размеров сечения детали	проверка выполнения условия прочности	определение допускаемой нагрузки

## Тема 4: Расчет статически неопределимых стержневых систем на растяжение-сжатие – Фрагмент тестового задания по теме

### 4.1 Выполнить расчет статически неопределимой стержневой системы и определить удлинение стержня

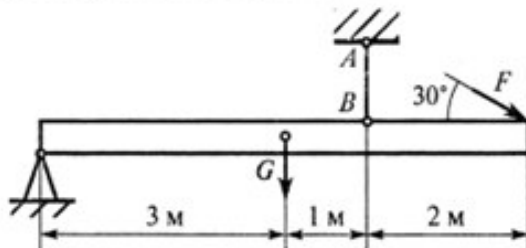
Однородная жесткая плита весом  $G = 20$  кН нагружена силой  $F = 10$  кН. Длина стержня  $AB = 4$  м; материал — сталь  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа; форма поперечного сечения — двутавр № 10. Определить удлинение стержня  $AB$ .



0,27 мм	1
0,4 мм	2
0,2 мм	3
0,615 мм	4

### 4.2 Выполнить расчет статически неопределимой стержневой системы и определить удлинение стержня

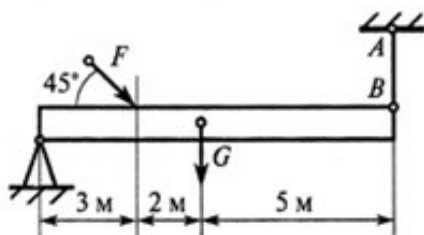
Однородная жесткая плита весом  $G = 4$  кН нагружена силой  $F = 2$  кН. Длина стержня  $AB = 6$  м; материал — сталь  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа; форма поперечного сечения — швеллер № 6,5. Определить удлинение стержня  $AB$ .



0,03 мм	1
0,02 мм	2
0,12 мм	3
0,18 мм	4

#### 4.3 Выполнить расчет статически неопределимой стержневой системы и определить удлинение стержня

Однородная жесткая плита весом  $G = 10$  кН нагружена силой  $F = 8$  кН. Длина стержня  $AB = 3$  м; материал — сталь  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа; форма поперечного сечения — двутавр № 10. Определить удлинение стержня  $AB$ .



0,023 мм	1
0,084 мм	2
0,125 мм	3
0,84 мм	4

#### Тема 5: Кручение. Напряжения, закон Гука при кручении

– Фрагмент тестового задания по теме

5.1 Указать правильную эпюру крутящего момента  $T_k$ .

	1	
	2	
	3	

5.2 Как изменятся напряжения в пружине, если диаметр проволоки пружины уменьшить вдвое?

	1	Увеличится в 2 раза
	2	Увеличится в 8 раз
	3	Увеличится в 16 раз

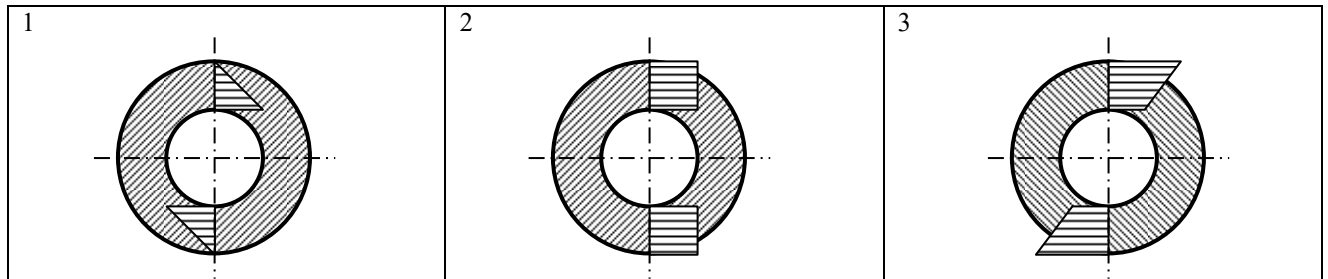
5.3 Во сколько раз уменьшится  $\tau_{max}$  в сечении вала при кручении, если  $T_k$ ,  $D$  и  $d$  увеличить вдвое?

	в 4 раза	
	в 2 раза	
	в 8 раз	

5.4 Как изменится осадка (ход) пружины, если число витков пружины увеличить вдвое?

	1	Увеличится в 2 раза
	2	Уменьшится в 2 раза
	3	Останется без изменения

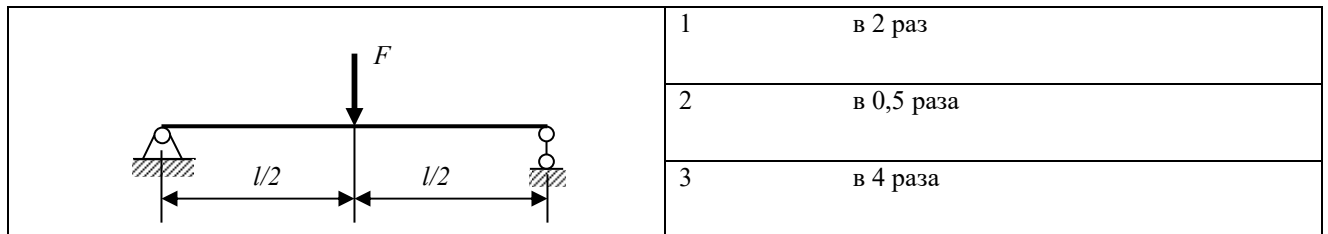
5.5 Указать правильную эпюру касательных напряжений  $\tau$  в сечении полого вала.



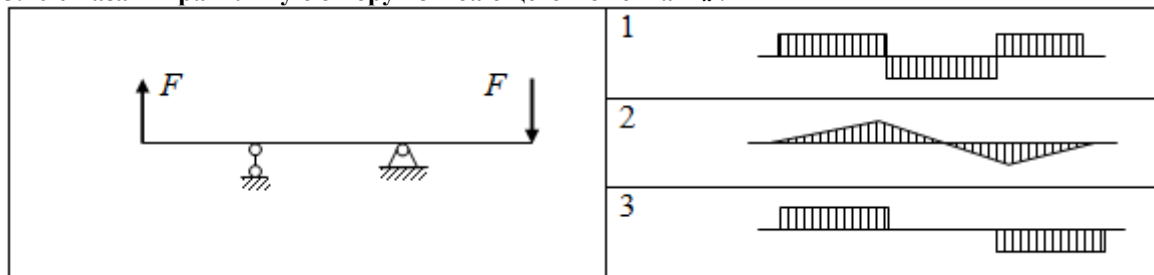
Тема 6: Прямой поперечный изгиб.

– Фрагмент тестового задания по теме

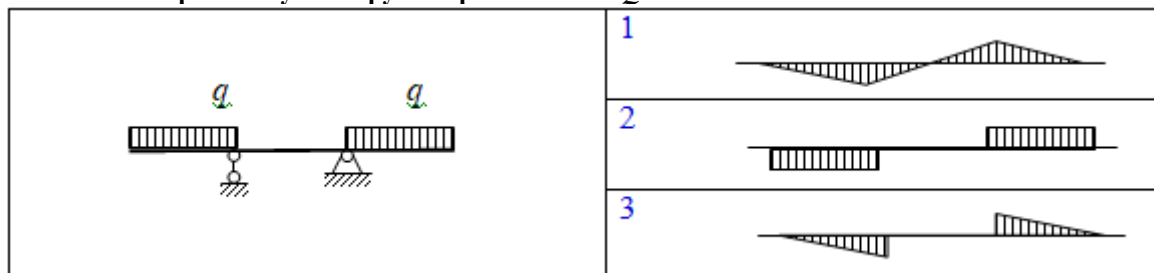
6.2 Во сколько раз увеличится изгибающий момент  $M_x$ , если  $F$  и  $l$  удвоить?



5.16 Указать правильную эпюру изгибающего момента  $M_x$ .



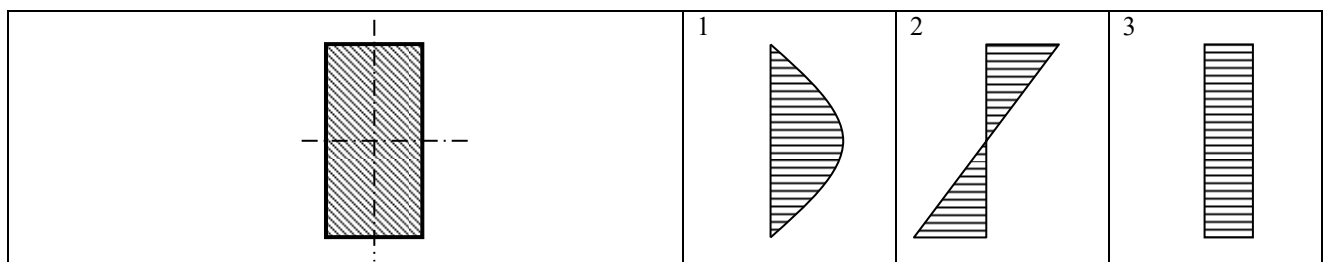
5.18 Указать правильную эпюру поперечной силы  $Q$ .



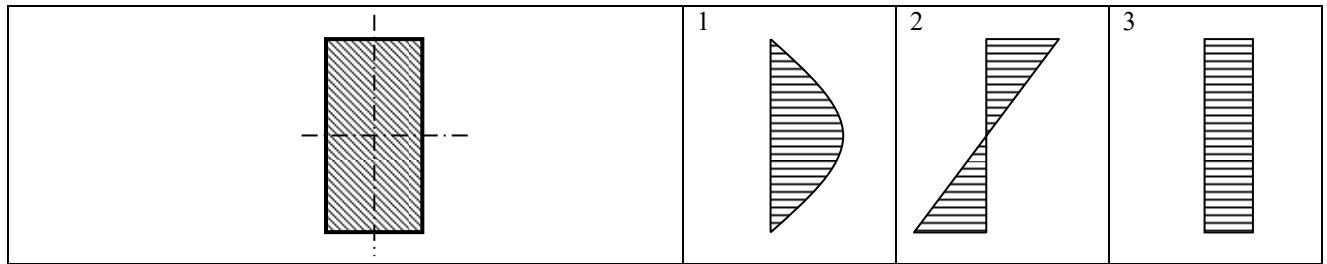
Тема 7: Напряжение при изгибе

– Фрагмент тестового задания по теме

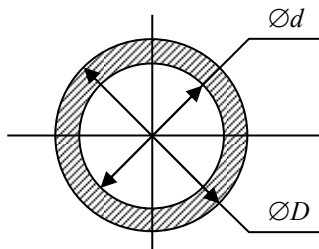



7.1 Укажите правильную эпюру нормальных напряжений в сечении балки при ее изгибе в вертикальной плоскости.



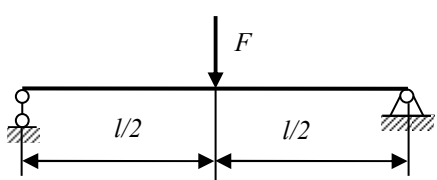
7.2 Укажите правильную эпюру касательных напряжений в сечении балки при ее изгибе в вертикальной плоскости.



7.3 Во сколько раз уменьшится  $\sigma_{max}$  в сечении вала при изгибе, если  $M_x$ ,  $D$  и  $d$  увеличить вдвое?

	в 4 раза	
	в 2 раза	
	в 8 раз	

7.4 Во сколько раз уменьшится значение максимального напряжения  $\sigma_{max}$ , если стороны прямоугольного сечения балки  $h$  и  $b$  удвоить?

	1	в 4 раза
	2	в 8 раз
	3	в 2 раза

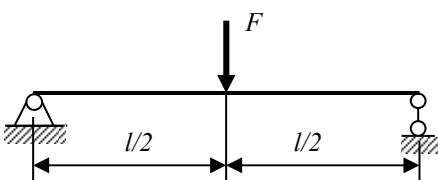
7.5 Во сколько раз увеличится максимальное значение касательных напряжений в прямоугольном сечении балки, если ширину и высоту сечения уменьшить вдвое?

	1	в 2 раз
	2	в 0,5 раза
	3	в 4 раза

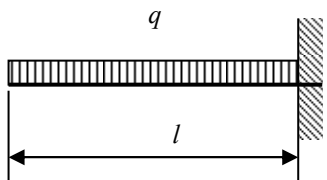
## Тема 8: Определение перемещения при изгибе

### – Фрагмент тестового задания по теме

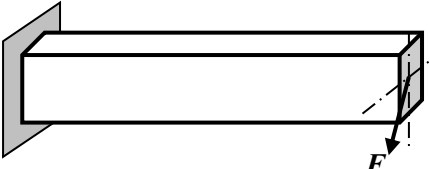
8.1 Во сколько раз увеличится значение максимального прогиба балки круглого сечения, если ее длину и диаметр уменьшить вдвое?

	1	в 0,5 раза
	2	в 2 раза
	3	в 4 раза

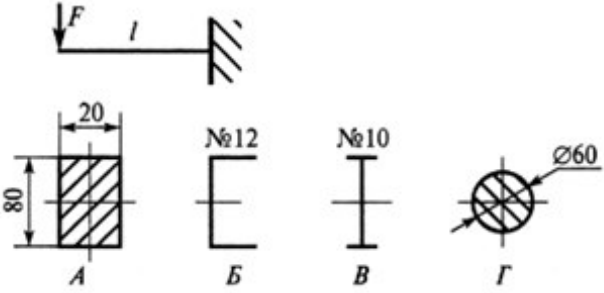
8.2 Во сколько раз увеличится значение максимального прогиба, если  $l$  и  $q$  увеличить вдвое?

	1 в 16 раз
	2 в 32 раза
	3 в 4 раза

8.3 Во сколько раз увеличится полный прогиб конца консоли, если длину балки и модуль упругости материала увеличить вдвое?

	1 в 2 раза
	2 в 8 раз
	3 в 4 раза

8.4 Какое сечение обеспечит минимальный прогиб консоли балки в точке приложения нагрузки F?

<p>Выбрать вариант поперечного сечения балки, при котором балка выдержит большую нагрузку.</p> 	А	1
	Б	2
	В	3
	Г	4

8.5 Какое сечение обеспечит минимальный прогиб консоли балки в точке приложения нагрузки F?

<p>При каком поперечном сечении балка выдержит большую нагрузку?</p> 	А	1
	Б	2
	В	3
	Г	4

## Тема 9: Правило Верещагина, интеграл Мора

### – Фрагмент тестового задания по теме

9.1 Какое допущение положено в основу III гипотезы прочности относительно фактора, определяющего наступление предельного состояния материала?

1 $\max \tau$	2 $\max \sigma$	3 $\max \varepsilon$
---------------	-----------------	----------------------

9.2 Указать выражение эквивалентного напряжения по III гипотезе прочности.

1 $\sigma_{\text{экв}} = \sigma_1 - k \sigma_2$	2 $\sigma_{\text{экв}} = \sigma_1 - \sigma_2$	3 $\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_2}$
---	---	--

9.3 Указать выражение эквивалентного напряжения по гипотезе прочности Мора.

1	$\sigma_{э\kappa\theta} = \sigma_1 - k\sigma_2$	2	$\sigma_{э\kappa\theta} = \sigma_1 - \sigma_2$	3	$\sigma_{э\kappa\theta} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_2}$
---	---	---	--	---	---

9.4 Указать выражение для расчетного (приведенного) момента при изгибе с кручением по III гипотезе прочности.

1	$M_p = \sqrt{M_{\text{э}\zeta\tilde{a}}^2 + T_k^2}$	2	$M_p = \sqrt{M_{\text{э}\zeta\tilde{a}}^2 + 0,75T_k^2}$	3	$M_p = \frac{1-k}{2} M_{\text{э}\zeta\tilde{a}} + \frac{1+k}{2} \sqrt{M_{\text{э}\zeta\tilde{a}}^2 + T_k^2}$
---	---	---	---	---	--

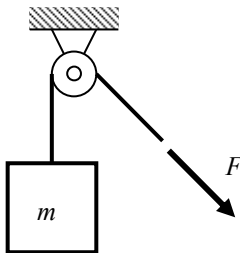
## Тема 10: Прочность при динамических и переменных нагрузках

– Фрагмент тестового задания по теме

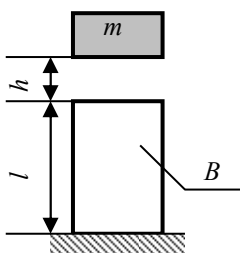
10.1 Каково среднее значение  $\sigma_m$  симметричного цикла?

	1	0
	2	$\sigma_a$
	3	$\sigma_{\max}$

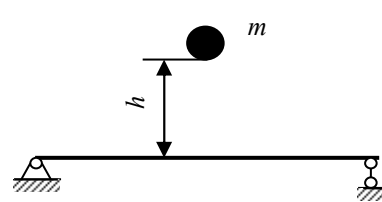
10.2 Каким будет динамический коэффициент, если ускорение груза вдвое больше ускорения свободного падения?

	1	3
	2	2
	3	1,5

10.3 Каким будет динамический коэффициент без учета массы тела B, если h вдвое меньше  $\Delta l_{cm}$ ?

	1	$1 + \sqrt{2}$
	2	$1 + \sqrt{5}$
	3	$1 + \sqrt{3}$

10.4 Каким будет динамический коэффициент без учета массы балки, если h в 12 раз больше статического прогиба?

	1	4
	2	$1 + \sqrt{13}$
	3	5

10.5 Каково значение коэффициента асимметрии симметричного цикла напряжений?

	1	0
	2	1
	3	-1

## **2. Тематики расчетно-графических работ<sup>1</sup>**

1. Расчет плоской фермы
2. Плоский изгиб
3. Статически неопределимые конструкции
4. Расчет вала на прочность при изгибе с кручением
5. Статически неопределимые рамы

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Сопротивление материалов» проводится в соответствии с локальными документами ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, является обязательной и осуществляется ведущим преподавателем.

Фонд оценочных средств текущего контроля успеваемости по дисциплине «Сопротивление материалов» включает:

- контрольные вопросы;
- тест;
- задача (практическое задание);
- расчетно-графическая работа;

### **1.1. Критерии оценки**

#### **Критерии оценки результатов устного ответа обучающегося:**

«Зачтено» – ставится в том случае, когда студент обнаруживает знание программного материала по дисциплине, допускает несущественные погрешности в ответе. Ответ самостоятелен, логически выстроен. Основные понятия употреблены правильно. Студент правильно отвечал на вопросы, обращенные к нему преподавателем

«Незачтено» – ставится в том случае, когда студент демонстрирует пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, обнаруживает непонимание основного содержания теоретического материала или допускает ряд существенных ошибок и не может их исправить при наводящих вопросах преподавателя, затрудняется в ответах на вопросы. Ответ носит поверхностный характер; наблюдаются неточности в использовании научной терминологии. Студент неправильно отвечал на вопросы, обращенные к нему преподавателем, или не отвечал вовсе

#### **Критерии оценки результатов тестирования:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если процент правильных ответов составляет 85-100%;
- оценка «хорошо» – 70-84%;
- оценка «удовлетворительно» – 50-69%;
- оценка «неудовлетворительно» – менее 50%.

#### **Критерии оценки решения типовых задач (заданий):**

- если студент без ошибок и в срок выполнял задания, данные преподавателем, то ему ставится отметка «зачтено» в журнал преподавателя напротив соответствующего задания.
- если студент с ошибками выполнил задание или не выполнил его вовсе, то ему ставится отметка «незачтено».

#### **Критерии оценки выполнения расчетно-графических работ**

- оценка «отлично» выставляется при выполнении заданий согласно заданным алгоритмам по правильно выбранным формулам для расчетов, аккуратно и чисто, в соответствии с требованиями к оформлению и представлению графического и технического решения;
- оценка «хорошо» выставляется при правильно выбранных исходных данных и формулах для расчетов, при наличии в ходе выполнения незначительных допускаемых арифметических ошибках, не приводящих к искажению результатов решения инженерных задач;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если после проверки в заданиях будут исправлены все обнаруженные технические ошибки, приводящие к разрушению конструкции, но не будут учтены условия прочности и пояснительная записка будет оформлена в соответствии с пунктом выше.

---

<sup>1</sup> Если предусмотрено учебным планом.



– оценка «неудовлетворительно» выставляется, если задания расчетно-графической работы выполнены не в полном объеме, с допущением существенных ошибок, без учета условий прочности и жесткости, не учтены рекомендации по корректировке выполненных расчетов, после проверки преподавателя. Расчетно-графическая работа возвращается студенту для дальнейшей работы над ней.

Во всех остальных случаях работа не засчитывается и выдается другой вариант.

#### **– Типовые задачи (задания) для самостоятельной работы**

Типовые задания по всем разделам дисциплины «Сопротивление материалов» приведены в методических указаниях:

Сопротивление материалов: задания для практических занятий, самостоятельной, контрольной и расчетно-графической работы / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т.; сост. А.А. Шибков, С.А. Булгаков, И.В. Тихонкин. – Новосибирск, 2020. – 48 с. изд. перераб. и доп.

#### **– Тесты**

Тестовые задания по разделам дисциплины «Сопротивление материалов» приведены в методических указаниях:

Сопротивление материалов: сборник тестов для контроля знаний студентов / Новосиб. гос. аграр. ун-т; Инженер. ин-т; сост. А.А. Шибков, С.А. Булгаков, И.В. Тихонкин. – Новосибирск, 2020. – 44 с. изд. перераб. и доп.

#### **– Задания для расчетно-графических работ**

Задания для расчетно-графических работ по всем разделам дисциплины «Сопротивление материалов» приведены в методических указаниях:

Сопротивление материалов: задания для практических занятий, самостоятельной, контрольной и расчетно-графической работы / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т.; сост. А.А. Шибков, С.А. Булгаков, И.В. Тихонкин. – Новосибирск, 2020. – 48 с. изд. перераб. и доп.

## 2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Сопротивление материалов» проводится в форме экзамена в 3 семестре в соответствии с графиком учебного процесса.

Экзамен проводится в двух вариантах, определяемых преподавателем – либо в устной форме по билетам, либо с использованием тестовых заданий (в тестовой оболочке SunRay TestOffice Pro, либо в письменной форме, с использованием бумажных версий) – тестирование. Преподавателю предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы, помимо теоретических вопросов в билетах (тестах), предлагать задачи и примеры, связанные с курсом изучаемой дисциплины. При проведении экзамена могут быть использованы технические средства.

Таким образом, фонд оценочных средств промежуточной аттестации включает:

- вопросы для подготовки к экзамену;
- задачи, мини-задачи;
- тестовые задания.

### 2.1. Критерии оценки

#### ***Критерии оценки знаний студентов на экзамене:***

– отметка «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, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

– отметка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

– отметка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, демонстрирует недостаточно систематизированы теоретические знания программного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

– отметка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки при его изложении, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

#### ***Критерии оценки результатов тестирования:***

– оценка «отлично» выставляется студенту, если процент правильных ответов составляет 98-100%;

– оценка «хорошо» – 81-97%;

– оценка «удовлетворительно» – 58-80%;

– оценка «неудовлетворительно» – менее 57%.

### 2.3. Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Основные геометрические характеристики сечений, их обозначения, названия. Применение в практических расчетах на прочность и жесткость
2. Полярный момент инерции круглого сечения. Формулы для сплошного и полого сечений. Применение в практических расчетах
3. Условие прочности при растяжении. Расчеты проектировочный, поверочный, несущей способности  
Осевые моменты инерции сечения. Формулы для простых сечений. Применение в практических расчетах

4. Осевые моменты сопротивления сечения. Формулы для простых сечений. Применение в практических расчетах
5. Радиусы инерции сечения. Применение в практических расчетах. Внутренние силовые факторы в сечении детали, обозначения, названия. Сущность метода сечений для их определения
6. Полярный момент сопротивления круглого сечения. Формула для вычисления. Применение в практических расчетах
7. Закон Гука по нормальным и касательным напряжениям. Применение в расчетах.
8. Характеристики механических свойств материалов, обозначения, названия. Применение в практических расчетах
9. Типичные условные диаграммы растяжения пластичных и хрупких материалов, их характеристика
10. Характеристики продольной и поперечной деформаций при растяжении и сжатии
11. Условие прочности и устойчивости сжатых деталей. Расчет проектировочный, проверочный, несущей способности
12. Формула Ясинского для критической силы сжатого стержня. Границы ее применимости
13. Формула Эйлера для критической силы сжатого стержня. Границы ее применимости
14. Условие прочности при срезе. Примеры его применения для расчета разъемных соединений
15. Условие прочности при смятии. Пример его практического применения для расчета разъемного соединения
16. Распределение касательных напряжений в сечении круглого вала при кручении. Формула для их вычисления
17. Условие прочности вала при кручении. Расчет вала проектировочный, проверочный, несущей способности
18. Характеристики деформации вала при кручении. Применение в практических расчетах
19. Проектировочный расчет вала при кручении по условию его жесткости
20. Как определить изгибающий момент и поперечную силу в произвольном сечении балки при плоском изгибе?
21. Условие прочности балки при плоском изгибе по нормальным напряжениям. Определение размеров сечения балки
22. Формула Журавского для касательных напряжений при изгибе. Условие прочности балки по касательным напряжениям. Применение в практических расчетах
23. Условие жесткости при кручении. Расчет вала на жесткость: проектировочный, проверочный, несущей способности.
24. Условие прочности цилиндрической витой пружины. Расчет пружины на прочность проектировочный, проверочный, несущей способности.
25. Условие жесткости цилиндрической витой пружины. Расчет пружины на жесткость проектировочный, проверочный, несущей способности.
26. Изгибающий момент и поперечная сила в сечении при плоском изгибе. Построение эпюр. Основные правила построения эпюр. Использование в практических расчетах.
27. Нормальные напряжения при плоском изгибе. Формула Навье. Распределение напряжений в сечении балки. Максимальные нормальные напряжения. Применение в практических расчетах.
28. Условие прочности при плоском изгибе по нормальным напряжениям. Расчет балки на прочность проектировочный, проверочный, несущей способности
29. Касательные напряжения при плоском изгибе. Формула Журавского. Распределение касательных напряжений в прямоугольном сечении. Учет в практических расчетах.
30. Интеграл Мора для определения перемещений при плоском изгибе. В чем заключается отличие при вычислении прогиба и угла поворота сечения балки?
31. Способ Верещагина для вычисления интеграла Мора при плоском изгибе.
32. Потенциальная энергия деформации при плоском изгибе. Теорема Кастилиано. Ее применение для определения перемещений при изгибе; преимущества и недостатки.

33. Статический момент сечения. Расчетные формулы для простых и составных сечений. Применение в практических расчетах
34. Моменты инерции сечения. Определение. Расчетные формулы для простых сечений. Моменты инерции составных сечений. Применение в практических расчетах.
35. Главные моменты инерции сечения. Расчетная формула. Последовательность определения значений главных моментов инерции составных сечений. Применение в практических расчетах.
36. Главные оси инерции сечения. Формулы для определения их положения. Последовательность нахождения главных осей инерции составного сечения. Использование в практических расчетах.
37. Моменты сопротивления сечения. Расчетные формулы для простых сечений. Применение в практических расчетах.
38. Радиусы инерции сечения. Расчетные формулы для простых сечений. Применение в практических расчетах.
39. Внутренние силовые факторы в сечении детали при произвольной нагрузке. Правила знаков. Метод сечений. Эпюры. Применение в практических расчетах.
40. Закон Гука. Его выражения по нормальным и касательным напряжениям. Пределы применимости. Применение в практических расчетах.
41. Напряжения в растянутых и сжатых деталях в поперечных и наклонных сечениях. Экстремальные значения. Применение в практических расчетах.
42. Характеристики деформации при растяжении и сжатии. Расчетные формулы для продольной и поперечной деформации. Применение в практических расчетах.
43. Характеристики механических свойств материала. Их экспериментальное определение. Применение в практических расчетах.
44. Условные диаграммы растяжения пластичных и хрупких материалов. Практическое использование.
45. Объяснить понятие «допускаемых напряжений» материала. Их экспериментальное определение. Применение в практических расчетах.
46. Условия прочности для простых видов деформации (растяжения, сжатия, среза, смятия, кручения, плоского изгиба). Типы расчетов деталей на прочность
47. Условие прочности при растяжении. Расчет на прочность проектировочный, проверочный, несущей способности.
48. Условие прочности и устойчивости при сжатии. Проектировочный расчет сжатой детали. Способ последовательных приближений.
49. Проверочный расчет сжатых стержней по коэффициенту запаса устойчивости.
50. Критическая сила и критические напряжения при сжатии. Расчетные формулы Эйлера и Ясинского, границы их применимости.
51. Объяснить график критических напряжений при сжатии для стали Ст3.
52. Напряжения в круглом сечении вала при кручении. Распределение напряжений по сечению. Формулы для текущих и максимальных напряжений. Применение в практических расчетах.

– **Тесты:** Тестовые задания по дисциплине «Сопротивление материалов» приведены в методических указаниях:


Сопротивление материалов: Сборник тестов для контроля знаний студентов / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост. А.А. Шибков, С.А. Булгаков, И.В. Тихонкин. – Новосибирск, 2020. – 44 с. изд. перераб. и доп.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

### Задания для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

*ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;*

**1. Как изменится осадка (ход) пружины, если число витков пружины увеличить вдвое?**

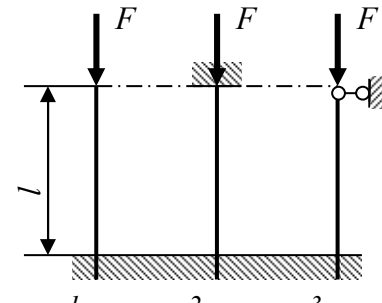
	1 Увеличится в 2 раза
	2 Уменьшится в 2 раза
	3 Останется без изменения

а) вариант 1

б) вариант 2

в) вариант 3

**2. Какой стержень раньше потеряет устойчивость?**

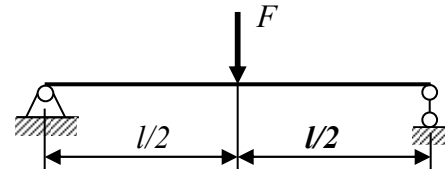
	1 1
	2 2
	3 3

а) вариант 1

б) вариант 2

в) вариант 3

**3. Во сколько раз увеличится изгибающий момент  $M_x$ , если  $F$  и  $l$  удвоить?**

	1 в 2 раз
	2 в 0,5 раза
	3 в 4 раза

а) вариант 1

б) вариант 2

в) вариант 3

**4. Каким должно быть значение коэффициента запаса устойчивости сжатых стальных стержней?**

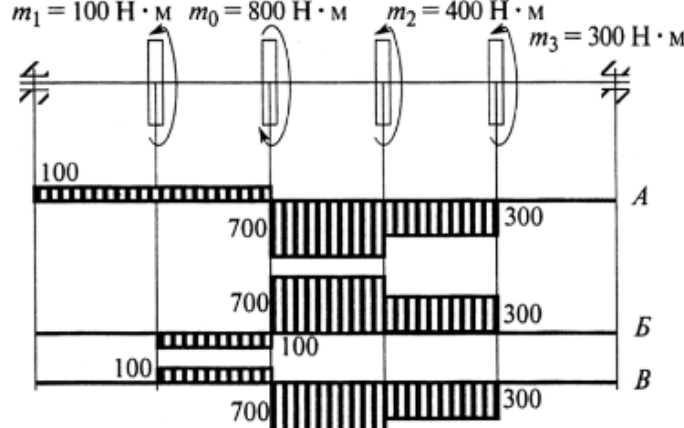
1	2	3
$n_y > 1,8$	$n_y < 3$	$n_y = 1,8 \div 3,0$

а) вариант 1

б) вариант 2

в) вариант 3

**5. Выбрать эпюру крутящих моментов, соответствующую заданной схеме вала:**

	1 А
	2 Б
	3 В

а) вариант 1

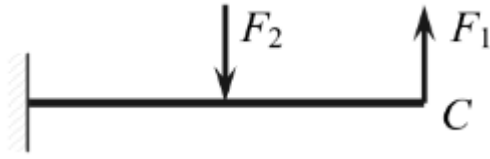
б) вариант 2

в) вариант 3

6. Сопротивление материалов — это наука о \_\_\_\_\_ элементов конструкций.

7. Напряжение – это интенсивность внутренней силы, ...

8. На основании принципа \_\_\_\_\_ прогиб любой точки балки равен сумме прогибов, вызванных силами  $F_1$  и  $F_2$ , приложенными по отдельности.



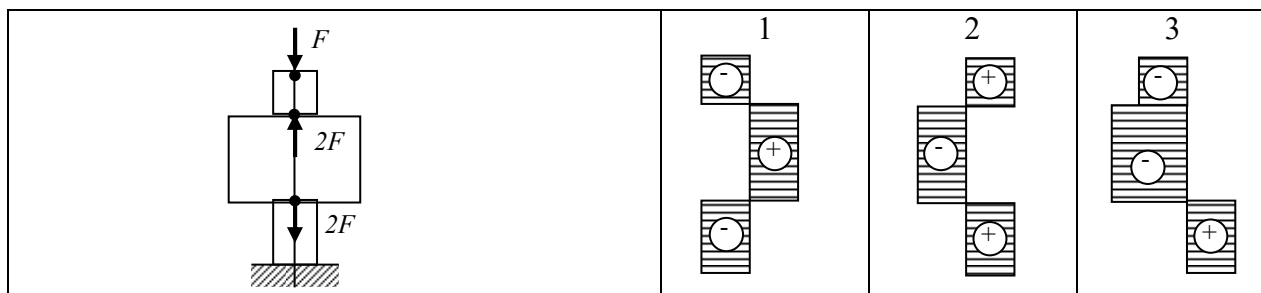
9. Для определения внутренних силовых факторов, действующих в сечении тела, используется ...

10. Нормальное напряжение в точке сечения – это ...

### Задания для оценки сформированности компетенции ОПК-5:

**ОПК-5.** Способен принимать обоснованные технические решения, выбирать эффективные и безопасные технические средства и техно-логии при решении задач профессиональной деятельности;

**1. Указать правильную эпюру нормальной (продольной) силы  $N$  без учета собственного веса.**

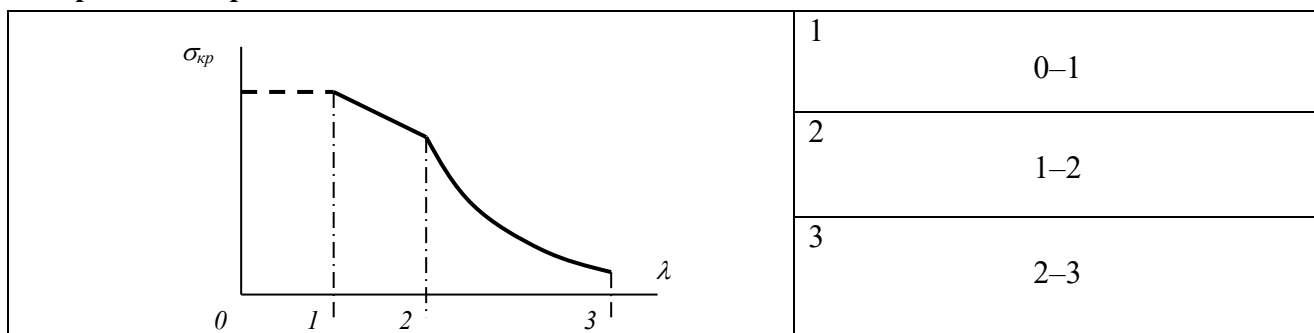


а) вариант 1

б) вариант 2

в) вариант 3

**2. Указать границы применимости формулы Эйлера для определения критических напряжений при сжатии.**

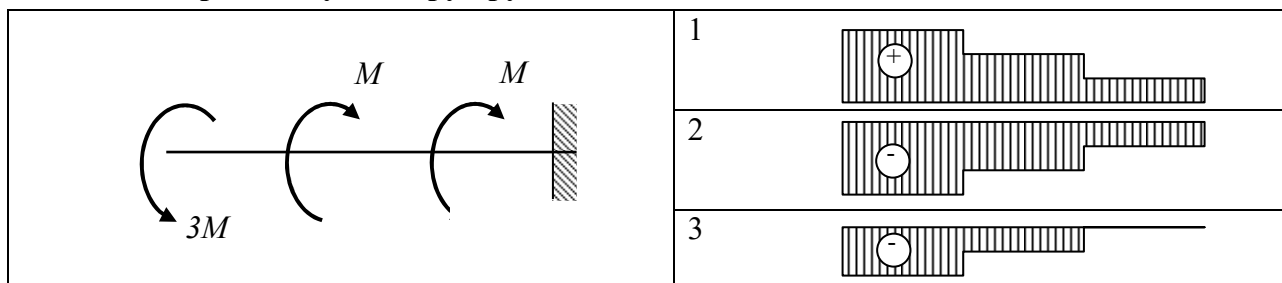


а) вариант 1

б) вариант 2

в) вариант 3

**3. Указать правильную эпюру крутящего момента  $T_k$ .**

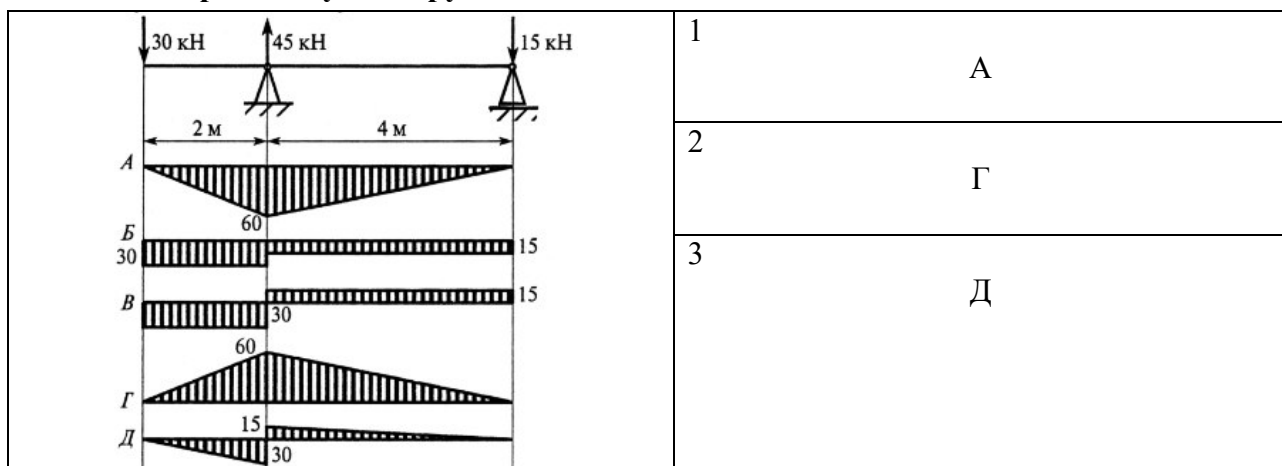


а) вариант 1

б) вариант 2

в) вариант 3

**4. Указать правильную эпюру изгибающего момента  $M_x$ .**

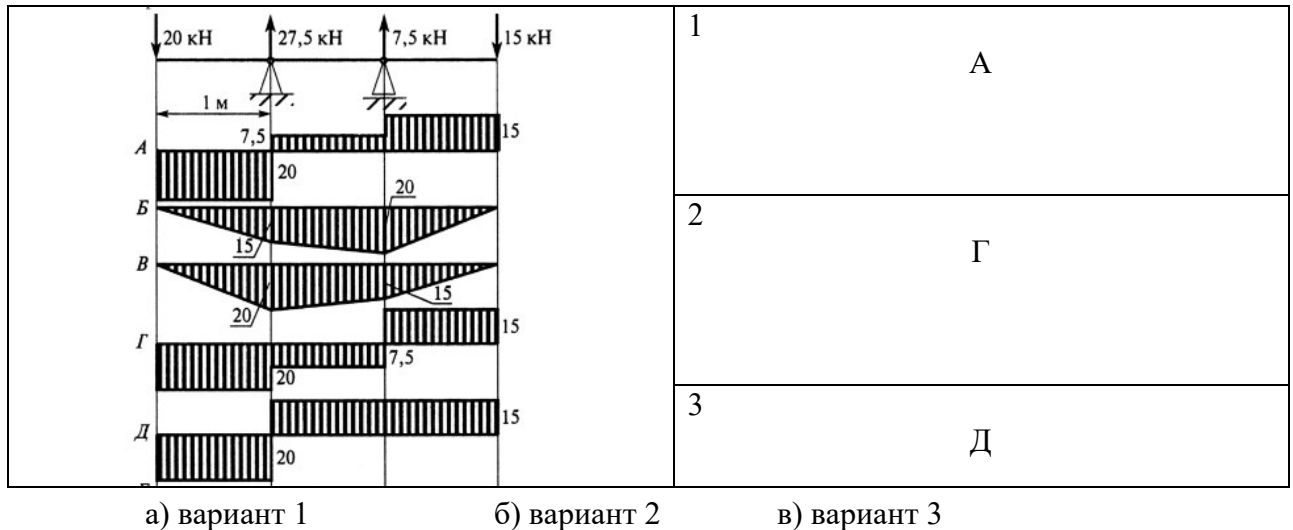


а) вариант 1

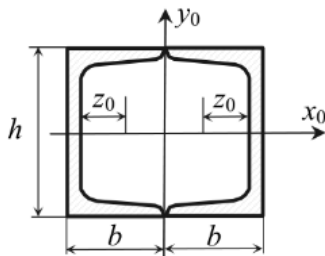
б) вариант 2

в) вариант 3

5. Указать правильную эпюру поперечной силы  $Q$ .



6. Осевой момент инерции сечения относительно оси  $y$  равен ...



$$J_x = 174 \text{ см}^4$$

$$J_y = 20,4 \text{ см}^4$$

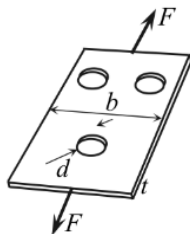
$$h = 10 \text{ см}$$

$$b = 4,6 \text{ см}$$

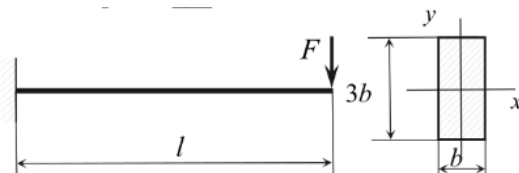
$$z_0 = 1,44 \text{ см}$$

$$A = 10,9 \text{ см}^2$$

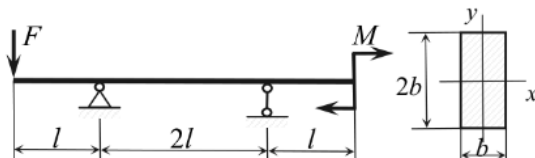
7. Стальной лист с тремя отверстиями диаметром  $d = 20$  мм растягивается силами  $F = 250$  кН. Ширина листа  $b = 200$  мм, допускаемое напряжение  $[\sigma] = 160$  МПа. Минимальная допустимая толщина листа  $t$  равна \_\_\_\_\_ мм. Концентрацию напряжений не учитывать.



8. Консольная балка прямоугольного сечения нагружена силой  $F = 3$  кН. Допускаемое нормальное напряжение для материала балки  $[\sigma] = 160$  МПа, поперечный размер  $b = 20$  мм. Наибольшая длина консоли  $l$  из расчета на прочность по нормальным напряжениям равна \_\_\_\_ см.

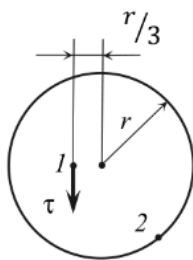


9. Балка нагружена силой  $F = 6$  кН и моментом  $M = 2$  кН·м. Размер  $l = 0,5$  м,  $b = 10$  см. Значение максимального нормального напряжения в балке равно \_\_\_\_\_ МПа.





10. Касательное напряжение в точке 1 поперечного сечения равно  $\tau = 10 \text{ МПа}$ , тогда касательное напряжение в точке 2 равно \_\_\_\_ МПа.



### Критерии оценивания:

Оценивание происходит по пятибалльной системе. Уровни сформированности компетенций:

- 2 балла и менее – компетенции не сформированы;
- 3 балла – пороговый уровень сформированности компетенций;
- 4 балла – повышенный уровень сформированности компетенций;
- 5 баллов – высокий уровень сформированности компетенций.

### Правильные ответы:

#### ОПК-1:

- 1 – а; 2 – б; 3 – в; 4 – в; 5 – а;
- 6 – прочности, жесткости и устойчивости;
- 7 – приходящаяся на единицу площади сечения;
- 8 – независимости действия сил (принципа суперпозиции);
- 9 – метод сечений;
- 10 – проекция вектора полного напряжения в точке на нормаль к сечению;

#### ОПК-5:

- 1 – а; 2 – в; 3 – а; 4 – а; 5 – а;
- 6 –  $258,48 \text{ см}^4$ ; 7 –  $7,8 \text{ мм}$ ; 8 –  $64 \text{ см}$ ; 9 –  $4,5 \text{ МПа}$ ; 10 –  $30 \text{ МПа}$

$$6 - 258,48 \text{ см}^4 = 2 * (20,4 \text{ см}^4 + 10,9 \text{ см}^2 * (4,6 \text{ см} - 1,44 \text{ см})^2) = 258,48 \text{ см}^4$$

$$7 - 7,8 \text{ мм} = 250 * 10^3 / 160 * 10^6 / 0,2 = 7,8125 \text{ мм}$$

$$8 - 64 \text{ см} = 3 * 10^3 * I / 160 * 10^6 = W_x = 0,5 * b * h^2 = 0,5 * 9 * 0,02^3 / 6, \text{ тогда } I = 64 \text{ см}$$

$$9 - 4,5 \text{ МПа} = 6 * 0,5 = 3 * 10^3 / W_x = 2/3 * 0,1^3 = 4,5 \text{ МПа}$$

$$10 - 30 \text{ МПа} = \text{т.к. } r = 1/3 \quad \tau = 10 \text{ МПа, то при } r = 3/3 \quad \tau = 30 \text{ МПа}$$

Составители:

\_\_\_\_\_

(подпись)

С.А. Булгаков

\_\_\_\_\_

(подпись)

И.В. Тихонкин

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

## МАТРИЦА СООТВЕТСТВИЯ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ УРОВНЮ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Критерии оценки	Уровень сформированности компетенций
<b>Оценка по пятибалльной системе</b>	
«Отлично»	«Высокий уровень»
«Хорошо»	«Повышенный уровень»
«Удовлетворительно»	«Пороговый уровень»
«Неудовлетворительно»	«Не достаточный»
<b>Оценка по системе «зачет – незачет»</b>	
«Зачтено»	«Достаточный»
«Не зачтено»	«Не достаточный»

### Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

1. Положение «О балльно-рейтинговой системе аттестации студентов»: СМК ПНД 08-01-2022, введено приказом от 28.09.2011 №371-0 (<http://nsau.edu.ru/file/403>: режим доступа свободный);

2. Положение «О проведении текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся в ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ»: СМК ПНД 77-01-2022, введено в действие приказом от 03.08.2015 №268а-0 (<http://nsau.edu.ru/file/104821>: режим доступа свободный).