

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»


УТВЕРЖДАЮ
Декан строительного факультета
Панфилов Д.В.
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Сопротивление материалов»

Специальность 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Специализация: «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»

Специализация: «Строительство подземных сооружений»

Квалификация выпускника инженер-строитель

Нормативный период обучения 6 лет

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018

Автор программы  /Барченкова Н.А./

Заведующий кафедрой
Строительной механики  /Козлов В.А./

Руководитель ОПОП  /Рогатнёв Ю.Ф./

Руководитель ОПОП  /Ким М.С./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Курс дисциплины «сопротивление материалов» имеет своей целью подготовить будущего специалиста к проведению самостоятельных расчетов элементов конструкций промышленного и гражданского строительства на прочность, жесткость и устойчивость.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачи дисциплины - научить студента:

- необходимым представлениям о сопротивлении элементов строительных конструкций механическим воздействиям, механических свойствах строительных материалов и расчетных схемах, используемых при решении задач расчета плоских и пространственных элементов строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;

- навыкам выполнения расчетов на прочность, жесткость и устойчивость плоских и пространственных элементов строительных конструкций при механических воздействиях;

- представлениям о механических системах и процессах, необходимым для изучения специальных дисциплин на кафедрах металлических, железобетонных и других конструкций.

Приобретенные знания способствуют формированию инженерного мышления и мировоззрения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Сопротивление материалов» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Сопротивление материалов» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	знать: фундаментальные основы высшей математики, современные средства вычислительной техники, методы решения простейших задач расчета стержневых систем, понятия о прочности, жесткости и устойчивости элементов строительных конструкций.
	уметь: самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по строительным наукам; работать на персональном компьютере, пользоваться основными офисными приложениями, применять полученные знания по физике, теоретической

	механике и технической механике при изучении курса «Сопротивления материалов».
	владеть: первичными навыками и основными методами практического использования современных компьютеров для выполнения математических расчетов, оформления результатов расчета, современной научной литературой, навыками ведения физического эксперимента

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Сопротивление материалов» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
Аудиторные занятия (всего)	120	54	66
В том числе:			
Лекции	52	18	34
Практические занятия (ПЗ)	34	18	16
Лабораторные работы (ЛР)	34	18	16
Самостоятельная работа	60	18	42
Курсовая работа	+	+	+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	216	72	144
зач.ед.	6	2	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в курс.	Задачи сопротивления материалов и ее место среди других дисциплин. Основные понятия, определения, допущения, принципы и гипотезы. Понятие о расчетной схеме. Напряжения и деформации. Прочность, жесткость, устойчивость. Внутренние усилия, метод сечений для их расчета.	3	1	2	1	7

2	Геометрические характеристики поперечных сечений стержней	Статические моменты, центр тяжести, моменты инерции сечений. Зависимости между моментами инерции при параллельном переносе осей. Главные оси и главные моменты инерции, радиусы инерции. Моменты инерции простых и сложных сечений.	2	3	2	3	10
3	Центральное растяжение и сжатие стержней.	Продольная сила, напряжения и перемещения, их эпюры. Закон Гука в абсолютной и относительной формах.. Потенциальная энергия упругой деформации. Механические свойства материалов. Испытания конструкционных материалов на растяжение и сжатие. Основные расчетные положения. Расчеты на прочность и жесткость статически определимых стержневых систем и статически неопределимых стержневых систем Влияние веса стержня на N , σ и ΔL . Стержень равного сопротивления.	8	6	8	8	30
4	Напряженное и деформированное состояние в точке тела	Одноосное (простое), плоское и пространственное напряженные состояния. Главные площадки и главные напряжения, главные деформации. Потенциальная энергия. Основные теории (гипотезы) прочности. Приведенное (эквивалентное напряжение).	2	2	2	2	8
5	Кручение стержней Чистый сдвиг.	Крутящий момент, углы закручивания, напряжения, их эпюры. Закон Гука при кручении. Чистый сдвиг, закон Гука Расчет на прочность и жесткость стержней круглого, прямоугольного и тонкостенного сечений при кручении. Моменты сопротивления. Потенциальная энергия.	3	6	4	4	17
6	Плоский прямой изгиб.	Изгибающий момент и поперечная сила, их эпюры. Нормальные и касательные напряжения, их эпюры. Момент	14	7	4	20	45

		сопротивления сечения. Потенциальная энергия. Главные напряжения. Расчет балок на прочность. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Расчет балок на жесткость. Балки переменного сечения, рациональное проектирование.					
7	Сложное сопротивление стержня.	Сложное сопротивление стержня. Эпюры продольной и поперечных сил, изгибающих и крутящего моментов. Нормальные и касательные напряжения. Расчеты на прочность стержней круглого и прямоугольного сечений.	3	1	2	2	8
8	Косой изгиб	Определение нормальных и касательных напряжений при косом изгибе. Расчет прочности и определение прогиба. Понятие о центре изгиба.	2	1	1	2	6
9	Внецентренное растяжение (сжатие) стержней	Напряжения при действии продольных сил и изгибающих моментов; нейтральная линия. Внецентренное приложение силы, расчет прочности. Ядро сечения.	2	1	2	6	11
10	Продольно - поперечный изгиб стержня.	Дифференциальное уравнение продольно-поперечного изгиба. Перемещения и напряжения. Расчет прочности и жесткости при продольно-поперечном изгибе.	2	1	1	2	6
11	Устойчивость сжатых стержней	Понятие об устойчивости. Критическая сила, критическое напряжение, гибкость стержня. Формула Эйлера и пределы ее применения. Влияние условий закрепления концов стержня на величину критической силы. Устойчивость за пределом пропорциональности, формула Ясинского. Практический расчет сжатых стержней на устойчивость.	5	3	4	8	20
12	Динамические и периодические нагрузки.	Динамический коэффициент при движении с ускорением и при ударе. Усталость материалов. Концентрация напряжений. Растяжение полосы с круговым и эллиптическим вырезом.	6	2	2	2	12

	Итого	52	34	34	60	180
--	-------	----	----	----	----	-----

5.2 Перечень лабораторных работ

Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона стали при растяжении.

Демонстрация принципа Сен-Венана.

Центральное растяжение образца круглого поперечного сечения из малоуглеродистой стали.

Центральное сжатие образца круглого поперечного сечения из малоуглеродистой стали.

Центральное растяжение чугунного образца круглого поперечного сечения.

Центральное сжатие чугунного образца круглого поперечного сечения.

Растяжение и сжатие деревянных образцов вдоль волокон.

Смятие деревянного образца поперек волокон.

Скручивание до разрушения стального стержня сплошного круглого поперечного сечения.

Скручивание до разрушения чугунного стержня сплошного круглого поперечного сечения.

Определение напряжений при плоском изгибе стальной балки двутаврового поперечного сечения.

Определение угловых и линейных перемещений балки при поперечном плоском изгибе.

Внецентренное растяжение стальной полосы.

Испытание на срез цилиндрического стального образца.

Скалывание деревянного (соснового) образца вдоль волокон.

Определение положения центра изгиба тонкостенного стержня незамкнутого профиля..

Испытание на устойчивость центрально сжатого стержня.

Устойчивость плоской формы изгиба балки.

Испытание стального образца на ударный изгиб.

Растяжение стальной полосы с круговым отверстием.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовых работ в 3, 4 семестрах для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовых работ:

КР № 1 (3 семестр) «Расчет брусьев при растяжении (сжатии) и кручении».

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- № 1 “Геометрические характеристики плоских сечений ”;

- № 2 ”Прочность и жесткость при центральном растяжении (сжатии)”;

- № 3 “Свободное кручение круглых брусьев”.

КР № 2 (4 семестр) «Расчет брусьев на прочность, жёсткость и устойчивость».

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- № 1 “Плоский изгиб балки ”;

- № 2 “Внецентренное растяжение (сжатие)”;

- № 3 “Устойчивость гибких стержней при центральном сжатии ”.

Курсовые работы включают в себя графическую и расчетную части.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	знать: фундаментальные основы высшей математики, современные средства вычислительной техники, методы решения простейших задач расчета стержневых систем, понятия о прочности, жесткости и устойчивости элементов строительных конструкций.	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполнение курсовых работ с оценкой «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно». Отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по строительным наукам; работать на персональном компьютере, пользоваться основными офисными приложениями, применять полученные знания по физике, теоретической механике и технической механике при изучении курса «Сопротивления материалов».	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполнение курсовых работ с оценкой «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно» в установленные сроки. Отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта. Решает простейшие стандартные практические задачи	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: первичными навыками и основными	Полное или частичное посещение лекционных и	Выполнение работ в срок,	Невыполнение работ в срок,

методами практического использования современных компьютеров для выполнения математических расчетов, оформления результатов расчета, современной научной литературой, навыками ведения физического эксперимента.	практических занятий. Выполнение курсовых работ с оценкой «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно» в установленные сроки. Отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта. Решает прикладные практические задачи	предусмотренный в рабочих программах	предусмотренный в рабочих программах
--	--	--------------------------------------	--------------------------------------

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3, 4 семестре для очной формы обучения по двух и четырехбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-1	знать: фундаментальные основы высшей математики, современные средства вычислительной техники, методы решения простейших задач расчета стержневых систем, понятия о прочности, жесткости и устойчивости элементов строительных конструкций.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь: самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по строительным наукам; работать на персональном компьютере, пользоваться основными офисными приложениями, применять полученные знания по физике, теоретической механике и технической механике при изучении курса «Сопротивления материалов».	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть: первичными навыками и основными методами практического использования современных компьютеров для выполнения математических расчетов, оформления результатов расчета, современной научной литературой, навыками ведения физического эксперимента.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ИЛИ

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	знать: фундаментальные основы высшей математики, современные средства вычислительной техники,	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных

методы решения простейших задач расчета стержневых систем, понятия о прочности, жесткости и устойчивости элементов строительных конструкций.						ответов
уметь: самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по строительным наукам; работать на персональном компьютере, пользоваться основными офисными приложениями, применять полученные знания по физике, теоретической механике и технической механике при изучении курса «Сопротивления материалов».	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены	
владеть: первичными навыками и основными методами практического использования современных компьютеров для выполнения математических расчетов, оформления результатов расчета, современной научной литературой, навыками ведения физического эксперимента.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены	

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

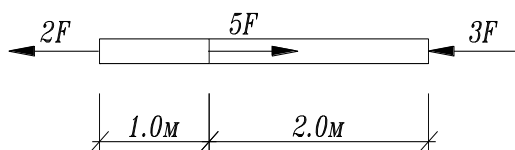
7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Среда называется, если ее свойства не зависят от координат точек: 1) сплошной; 2) однородной; 3) изотропной; 4) упругой; 5) ортотропной.

2. Что такое статический момент плоского сечения относительно заданной оси:

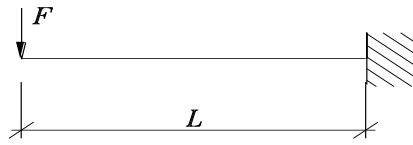
- 1) Произведение площади на квадрат расстояния до оси;
- 2) Произведение площади на расстояние до оси;
- 3) $\int yz dA$; 4) $\int \rho dA$; 5) $\int \rho^2 dA$;

3. Определить наибольшее по абсолютной величине продольное усилие.



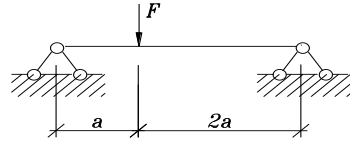
- 1) $5F$; 2) $3F$; 3) $2F$; 4) $7F$; 5) $8F$.

4. Определить вертикальную составляющую опорной реакции в заделке А.



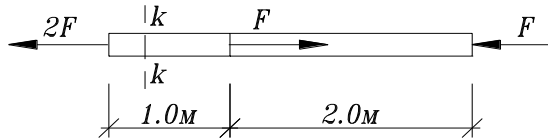
- 1) 0; 2) F ; 3) $2F$; 4) $3F$; 5) $0.5F$.

5. Определить реакцию опоры А.



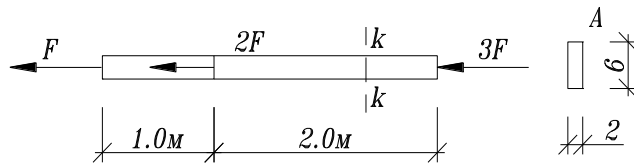
- 1) $\frac{2}{3}F$; 2) $\frac{1}{2}F$; 3) $\frac{3}{2}F$; 4) 0; 5) F .

6. Определить напряжения в сечении k-k стержня, если $A = 4\text{см}^2$, $F = 10\text{кН}$



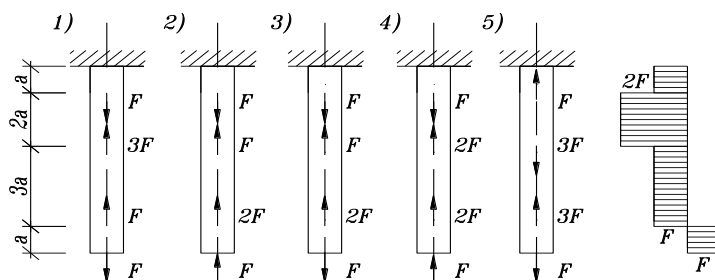
- 1) 25 МПа, 2) 50 МПа, 3) 45 МПа
4) 30 МПа, 5) 60 МПа

7. Чему равны напряжения в т. А поперечного сечения k-k, если $F = 12\text{кН}$



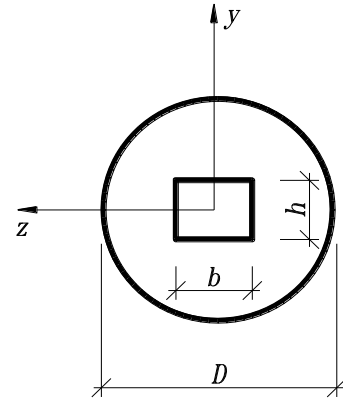
- 1) 30 МПа 2) 40 МПа 3) 50 МПа
4) 60 МПа 5) 70 МПа

8. Для какого из представленных стержней верна эпюра внутренних усилий



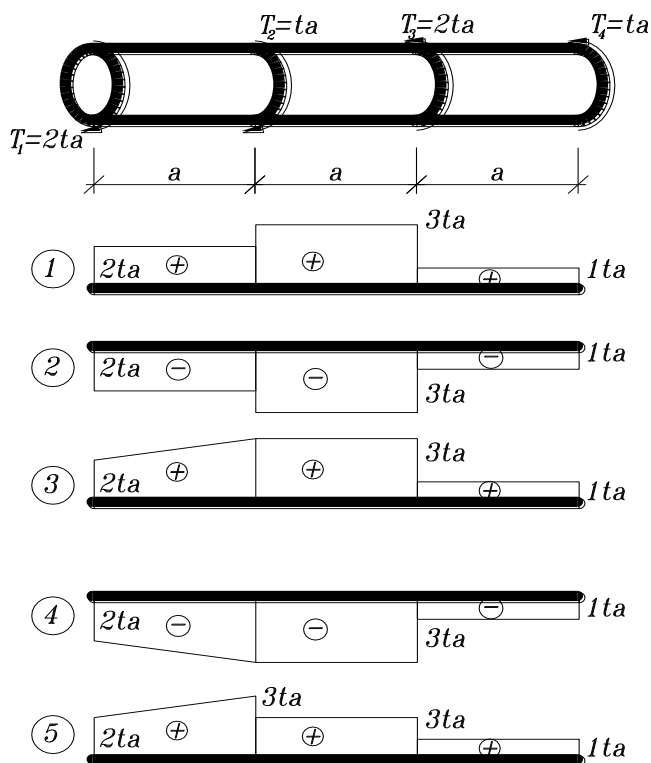
9. Укажите правильное значение момента инерции относительно оси x:

- 1) $J_z = \pi D^3 / 32 - bh^2 / 6;$
- 2) $J_z = \pi D^4 / 64 - b^3 h / 12;$
- 3) $J_z = \pi D^4 / 64 - bh^3 / 12;$
- 4) $J_z = \pi D^4 / 12 - bh^3 / 64;$
- 5) $J_z = \pi D^4 / 12 - bh^3 / 64;$



10. Для схемы, показанной на рисунке, указать правильную эпюру крутящих моментов

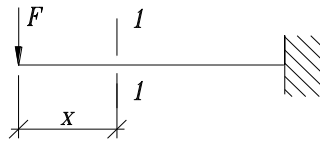
Ответ: 1) 2) 3) 4) 5)



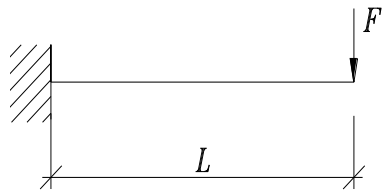
11. Какие внутренние усилия возникают при поперечном изгибе

- 1) Продольная сила $-N, M$; 2) Изгибающий момент $-M_z, M_x$;
- 3) Крутящий момент $-M_x, Q$; 4) Поперечная сила $-Q_y, N$.
- 5) Изгибающий момент и поперечная сила $-M_z, Q_y$.

12. Найти изгибающий момент в сечении 1-1:



Ответы 1) $-\frac{Fx^2}{2}$; 2) $-Fx$; 3) $-\frac{Fx}{2}$; 4) $2Fx$; 5) $-Fx^2$;

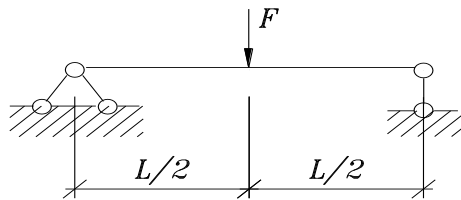


13. Найти максимальный по абсолютной величине изгибающий момент:

1) $\frac{Fl^2}{2}$; 2) $\frac{Fl}{2}$; 3) Fl ; 4) $4Fl$; 5) Fl^2 ;

14. Найти максимальную по абсолютной величине поперечную силу

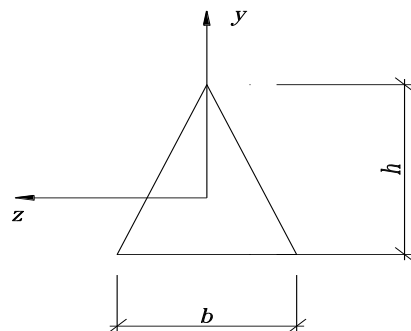
1) F ; 2) $\frac{F}{2}$; 3) $\frac{F}{3}$; 4) $\frac{F}{4}$; 5) $2F$;



15. Указать правильный вариант записи уравнения нейтральной линии в сечении при поперечном изгибе относительно оси z (x - продольная ось)

1) $M_z = 0$; 2) $\tau_{xy} = 0$; 3) $\sigma_x = 0$; 4) $Q_y = 0$; 5) $J_x = 0$;

16. По какой формуле определяется максимальное напряжение в балке треугольного поперечного сечения при действии изгибающего момента M_z ?



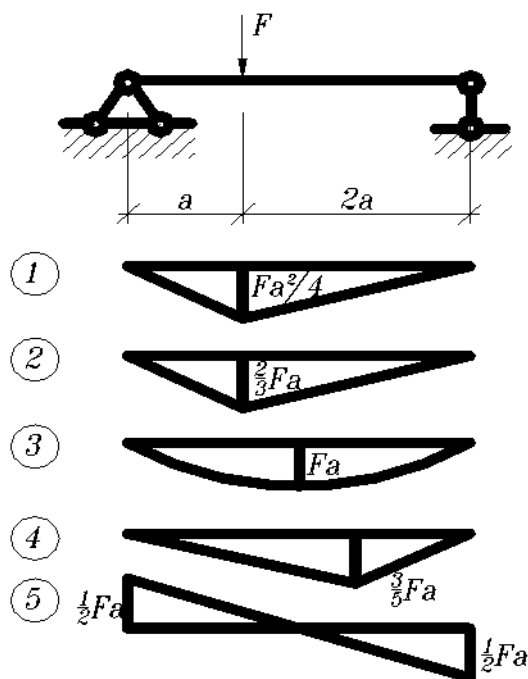
1) $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_z} \frac{2b}{3}$; 2) $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{W_z} \frac{1}{3} h$; 3) $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_y} \frac{2h}{3}$;

4) $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_z} \frac{1}{3} h$; 5) $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_z} \frac{2}{3} h$;

17. Каким точным дифференциальным уравнением описывается изгибная ось балки?

- 1) $V'''(x) = \pm \frac{M(x)}{EI}$; 2) $\frac{V''(x)}{((1+(V')^2)^{\frac{3}{2}})} = \pm \frac{M(x)}{EI}$; 3) $\frac{V''(x)}{1+(V')^2} = \pm \frac{M(x)}{EI}$;
 4) $V'''(x) = \pm M(x) \cdot EI$; 5) $V'''(x) = \pm M(x)$;

18. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



19. Укажите условие прочности при растяжении – сжатии

- 1) $\sigma = R$; 2) $\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \leq R$; 3) $\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \approx R$; 4) $\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \geq R$; 5) $\sigma = \frac{N}{A} \leq R$;

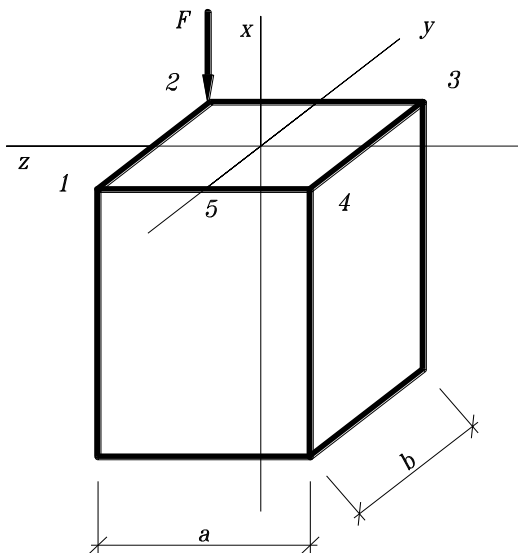
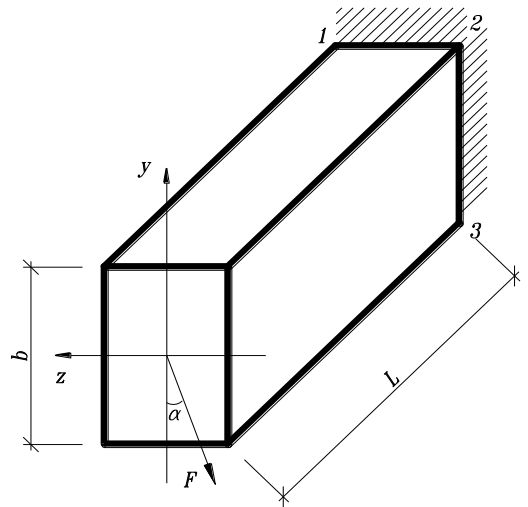
20. В поперечном сечении стержня $b \times h (0 \leq x \leq b, -h/2 \leq y \leq h/2)$ действуют M_x, Q_y и N . Указать формулу для определения максимального нормального напряжения.

- 1) $\sigma = \frac{M_z}{J_z} \cdot \frac{N}{b \cdot h}$; 2) $\sigma = \frac{M_z}{W_z} + \frac{N}{b \cdot h}$; 3) $\sigma = \frac{M_z}{W_z} \cdot \frac{h}{2} + \frac{N}{b \cdot h}$;

$$4) \sigma = \frac{Q_y \cdot S_z^*}{J_z \cdot b} + \frac{N}{b \cdot h}; \quad 5) \sigma = \frac{M_z}{J_z \cdot b} + \frac{N}{b \cdot h};$$

21. Какой вид напряженного состояния изображен на рисунке:

- 1) Растяжение; 2) Кручение;
- 3) Плоский изгиб;
- 4) Косой изгиб;
- 5) Внецентренное сжатие.



22. Определить напряжение в т. 2,

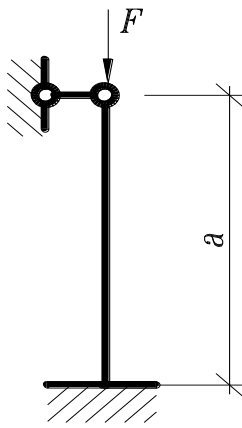
- 1) $\sigma = -3.33 \frac{F}{a^2}$; 2) $\sigma = -4.33 \frac{F}{a^2}$;
- 3) $\sigma = -2.33 \frac{F}{a^2}$;
- 4) $\sigma = -2.00 \frac{F}{a^2}$; 5) $\sigma = -5.67 \frac{F}{a^2}$;

23. По какой теории записано условие прочности $\varepsilon_{\max} \leq \varepsilon_{н.н.с.}$

- 1) Первой 2) Второй 3) Третьей 4) Четвертой

24. Укажите формулу, по которой определяются главные напряжения

- 1) $\sigma_{\max} = \sigma_x \cos^2 \alpha + \sigma_y \sin^2 \alpha + \tau_{xy} \sin 2\alpha$;
- 2) $\sigma_{\max} = \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$;
- 3) $\sigma_{\max} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$;
- 4) $\sigma_{\max} = \pm \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}$;



25. Какой коэффициент приведения длины следует принять в формуле Эйлера для данной схемы закрепления стержня:

- 1) $\mu = 1.7$; 2) $\mu = 0.7$; 3) $\mu = 1.0$; 4) $\mu = 0.5$; 5) $\mu = 2$;

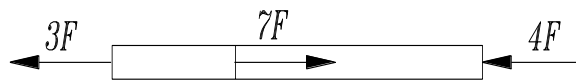
26. Среда называется, если каждый ее элементарный объем не имеет пустот и разрывов.

- 1) сплошной; 2) однородной; 3) изотропной; 4) упругой; 5) ортотропной.

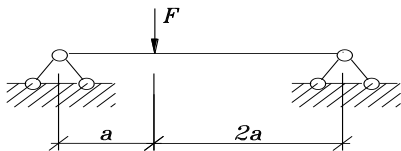
27. Для каких расчетов используется статический момент плоского сечения: 1) при расчетах на прочность; 2) при расчетах на жесткость;

3) для определения положения центра тяжести сечения; 4) при расчетах на устойчивость; 5) при расчетах на кручение.

28. Определить наибольшее по абсолютной величине продольное усилие

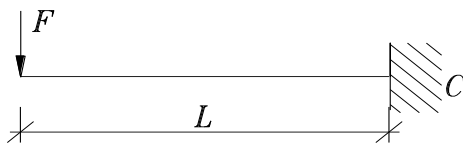


- 1) $5F$; 2) $3F$; 4) $7F$; 5) $8F$;



29. Определить реакцию в опоре С.

- 1) $\frac{2}{3}F$; 2) $\frac{1}{2}F$; 3) $\frac{3}{2}F$; 4) 0; 5) F .



30. Определить вертикальную реакцию в заделке С.

- 1) $0.5F$; 2) F ; 3) $2F$; 4) $3F$; 5)

31. Какое из выражений является условием прочности при растяжении:

- 1) $\sigma_{\max \rho} = \frac{N_{\max \rho}}{A} \leq R_{\rho}$; 2) $\sigma_{\max} = \frac{M_{z \max}}{W_z} \leq R$; 3) $\tau_{\max \rho} = \frac{Q_{\max}}{A} \leq |\tau|_{\rho}$; 4) $\tau_{\max} = \frac{M_x}{W_{\rho}} \leq |\tau|$;

- 5) $\tau_{\max} = \frac{Q_y S_z^{onc}}{J_z b} \leq |\tau|$;

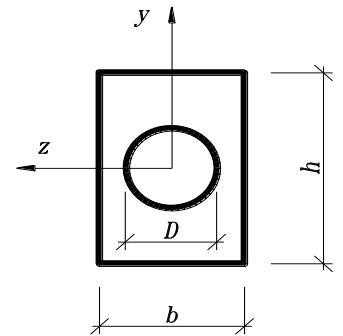
32. Какое внутреннее усилие возникает при растяжении (сжатии):

- 1) Изгибающий момент; 2) Крутящий момент; 3) Поперечная сила;

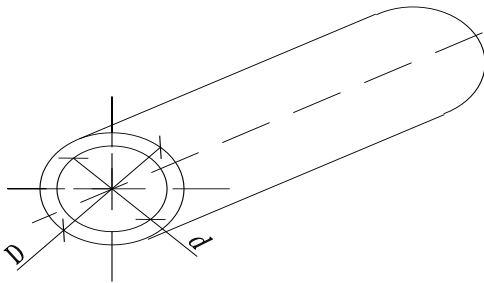
- 4) Продольная сила; 5) Сдвигающая сила.

33. Укажите правильное значение момента сопротивления относительно оси (материал хрупкий)

- 1) $W_x = \pi D^3 / 32 - bh^2 / 6$;
- 2) $W_x = bh^3 / 12 - \pi D^3 / 64$;
- 3) $W_x = bh^3 / 6 - \pi D^3 / 32$;
- 4) $W_x = bh^3 / 12 - \pi D^3 / 6$;
- 5) $W_x = (b^3 h / 12 - \pi D^4 / 64) / 0.5b$;



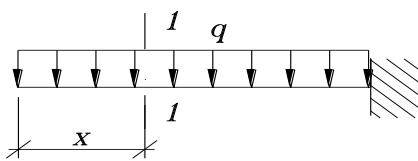
34. Укажите формулу полярного момента инерции полого цилиндра



- 1) $J_p = \frac{\pi d^4}{32}$; 2) $J_p = \frac{\pi}{32}(D^4 - d^4)$;
- 3) $J_p = \frac{T}{32} \left(\frac{D^3 - d^3}{2} \right)$;
- 4) $J_p = \frac{\pi}{64}(D^4 + d^4)$;
- 5) $J_p = \frac{\pi}{32}(D^3 - d^3)$;

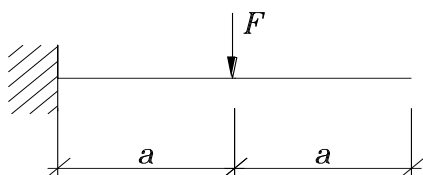
35. По какой формуле определяются максимальные нормальные напряжения при поперечном изгибе:

- 1) $\sigma = \frac{N}{A}$; 2) $\sigma = \frac{M}{A}$; 3) $\sigma = \frac{Q}{W}$; 4) $\sigma = \frac{M}{I}$; 5) $\sigma = \frac{M}{W}$;



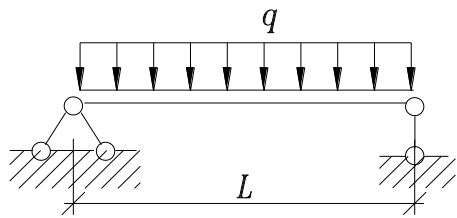
36. Найти изгибающий момент в сечении 1-1:

- Ответы: 1) $-qx$; 2) $2qx^2$ 3) $\frac{qx^4}{24}$; 4) $-\frac{qx^2}{2}$;
5) $4qx$;



37. Найти максимальный по абсолютной величине изгибающий момент:

- 1) $2Fa$; 2) Fa^2 ; 3) $3Fa$; 4) Fa ;
- 5) $\frac{Fa}{2}$.



38. Найти максимальную по абсолютной величине поперечную силу

- 1) $-ql$; 2) $2ql$; 3) $\frac{ql}{4}$; 4) $\frac{ql}{2}$; 5) ql^2 ;

39. Как изменится величина максимального нормального напряжения при изгибе, если действующую нагрузку увеличить в 3 раза, а момент сопротивления сечения увеличить в 2 раза?

- 1) не изменится; 2) уменьшится в 1.5 раза; 3) уменьшится в 3 раза; 4) увеличится в 2 раза; 5) увеличится в 1.5 раза.

40. По какому из указанных законов распределены нормальные напряжения в поперечном сечении балки при действии момента M_z (a, b - константы, неравные нулю)

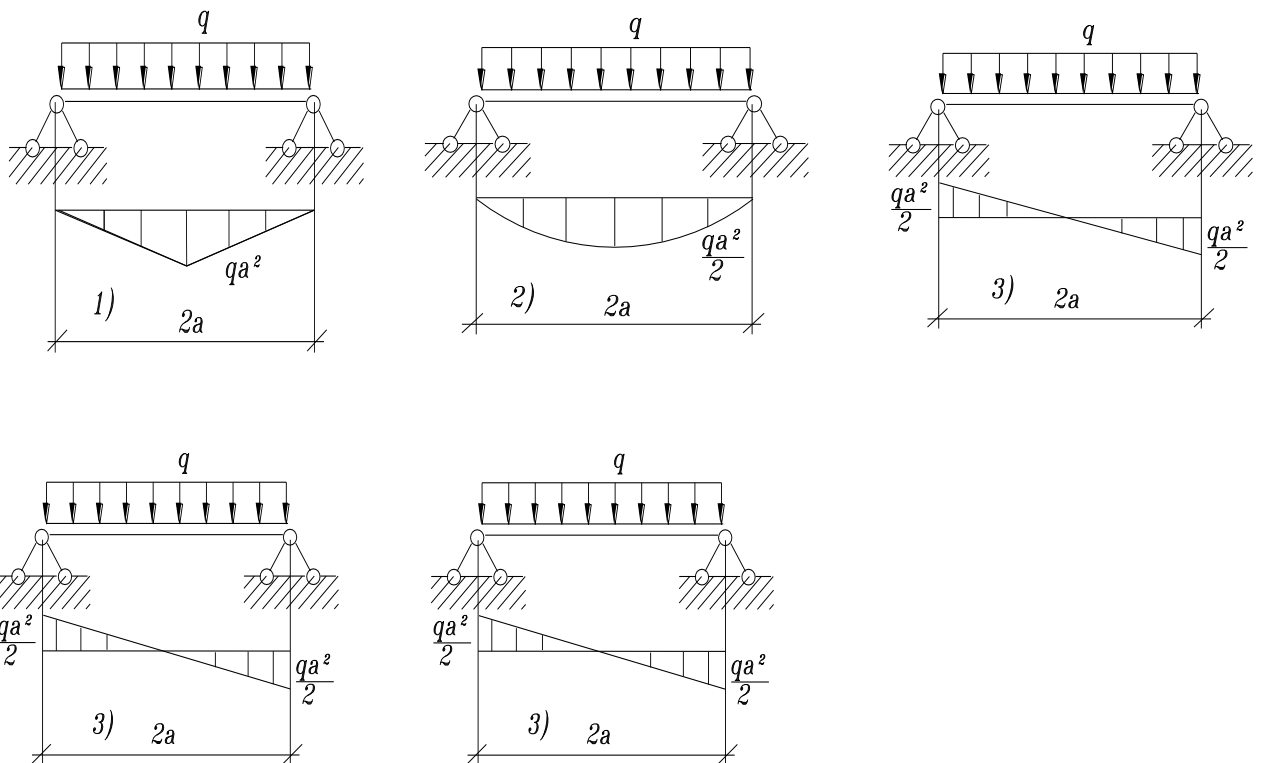
- 1) $\sigma = a \sin y$; 2) $\sigma = a + by$; 3) $\sigma = by$; 4) $\sigma = bz$; 5) $\sigma = bz^2$;

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Ниже граничные условия для разных типов опирания концов балки. Указать неверное условие, т. е не подходящее ни для одного из типов опирания:

- 1) $Y(0) = 0; \varphi \neq 0$; 2) $Y''(0) = 0; \varphi \neq 0$; 3) $Y(l) = 0; \varphi(l) = 0$; 4) $Y''(l) = 0; \varphi(l) \neq 0$;
5) $Y(l) = 0; \varphi(l) \neq 0$;

2. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



3. укажите правильное условие прочности при кручении: 1) $\tau = R$;

2) $\max \tau = \frac{M_x}{W_p} \leq R$; 3) $\max \tau = \frac{\max M_x}{W_p} \leq R_{cp}$; 4) $\tau_{\max} = \frac{M_x}{W_p} \leq R_{cp}$; 5) $\max \tau = \frac{M_x}{W_x} \leq R_{cp}$;

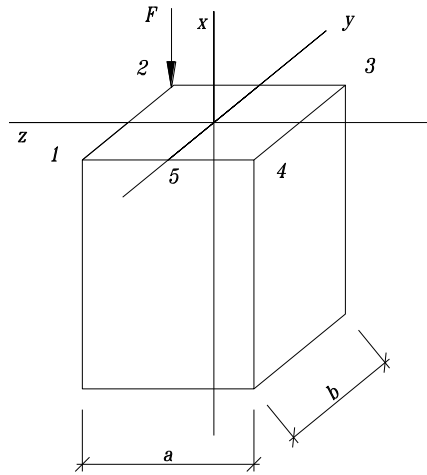
4. В поперечном сечении стержня $b \times h$ ($0 \leq x \leq b, -h/2 \leq y \leq h/2$) действуют M_x, Q_y и N . Указать формулу нейтральной линии сечения: 1) $y = 0$;

2) $y = -\frac{N}{b \cdot h} \frac{W_z}{M_z} + \frac{Q_y}{b \cdot h} x$; 3) $y = \frac{W_z}{M_z} \cdot \frac{N}{b \cdot h}$; 4) $y = -\frac{J_z}{M_z} + \frac{N}{b \cdot h}$; 5) $y = -\frac{J_z}{M_z} + \frac{N}{b \cdot h} z$;

5. В балке возникает максимальный момент $\max M_x = 18 \text{ кН} \cdot \text{м}$, расчетное сопротивление $R_u = 150 \text{ МПа}$. Исходя из условия прочности, определить осевой момент сопротивления W_x .

1) 100 см^3 ; 2) 150 см^3 ; 3) 160 см^3 ; 4) 120 см^3 ; 5) 115 см^3 .

6. Назовите напряженное состояние бруса:



1) центральное сжатие; 2) косой изгиб; 3) внецентренное сжатие; 4) кручение

7. Какой теории прочности соответствует эквивалентное напряжение

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} :$$

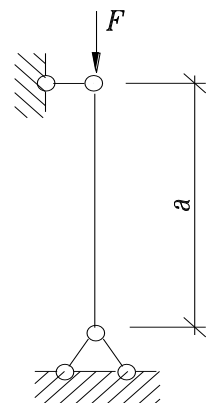
1) первой; 2) второй; 3) третьей; 4) четвертой;

8. По какой формуле определяется момент сопротивления изгибу

1) $W_z = \frac{J_z}{J_{\max}}$; 2) $W_z = \frac{S_z}{J_{\max}}$; 3) $W_x = \frac{J_x}{J_{\max}}$; 4) $W_\rho = \frac{J_x}{\rho}$; 5) $W_z = \frac{J_z}{J_{\max}^2}$;

9. Какой коэффициент приведения длины следует принять в формуле Эйлера для данной схемы закрепления стержня:

1) $\mu = 0.7$; 2) $\mu = 3.0$; 3) $\mu = 1.0$; 4) $\mu = 0.5$; 5) $\mu = 2$;

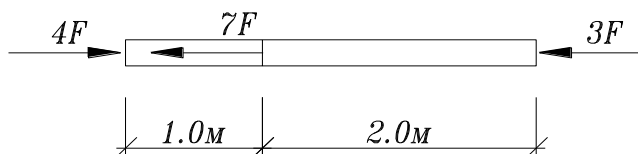


10. Среда называется, если ее свойства по всем направлениям одинаковы: 1) сплошной; 2) однородной; 3) изотропной; 4) упругой; 5) ортотропной.

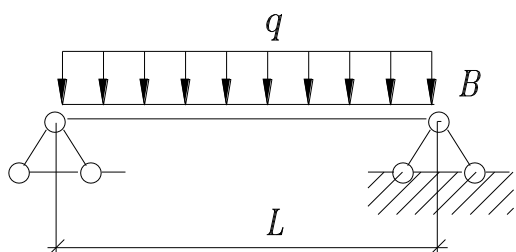
11. Что такое полярный момент инерции плоского сечения относительно заданной оси:

1) Произведение площади на квадрат расстояния до оси; 2) Произведение площади на расстояние до оси; 3) $\int yz dA$; 4) $\int \rho dA$; 5) $\int \rho^2 dA$;

12. Определить наибольшее по абсолютной величине продольное усилие.



- 1) $5F$ 2) $3F$ 3) $2F$ 4) $7F$ 5) $4F$

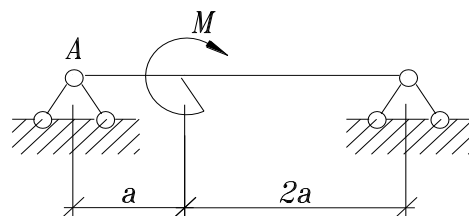


13. Определить вертикальную реакцию в опоре В.

- 1) ql ; 2) $0.4ql$; 3) $0.5ql$; 4) 0 ; 5) $0.6ql$;

14. Определить реакцию опоры А.

- 1) $0.5M$; 2) 0 ; 3) $\frac{M}{3a}$;
4) $\frac{M}{3a}$; 5) $\frac{M}{2a}$;



15. Как распределяются напряжения при растяжении или сжатии по сечению?

16. Какая формула соответствует закону Гука при растяжении или сжатии?

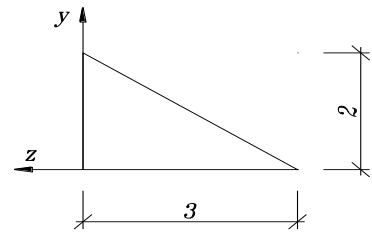
- 1) $\tau = \gamma Q$; 2) $\sigma = \varepsilon \cdot E$; 3) $\tau = \frac{Q}{A}$; 4) $\tau = \frac{\gamma}{\rho} E$; 5) $\sigma = \frac{Mz}{W_z}$;

17. По какой из представленных формул определяется перемещение стержня при растяжении - сжатии?

- 1) $\Delta l = \frac{M_x l}{GI_\rho}$; 2) $\Delta l = \frac{Nl}{EA}$; 3) $\Delta l = \frac{Nl}{EJ}$; 4) $\Delta l = \frac{Ml}{EJ}$; 5) $\Delta l = \frac{Ml}{GA}$;

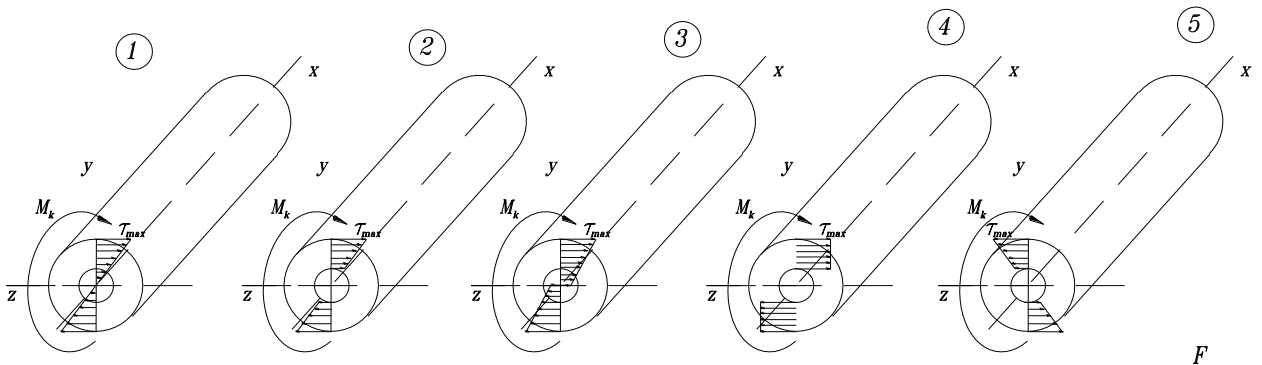
18. Укажите правильное значение момента инерции относительно оси z (размеры на рис. В см.).

- 1) $J_z = 2\text{см}^4$; 2) $J_z = 6\text{см}^3$; 3) $J_z = 2\text{см}^3$;
4) $J_z = 8\text{см}^3$; 5) $J_z = 0,00002\text{м}^3$;



19. Какая из эпюр касательных напряжений при кручении полового цилиндра правильна?

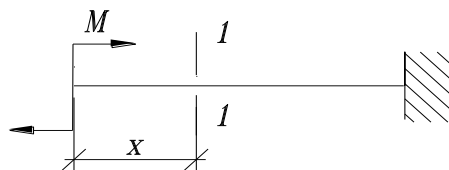
Ответ: 1); 2); 3); 4); 5).



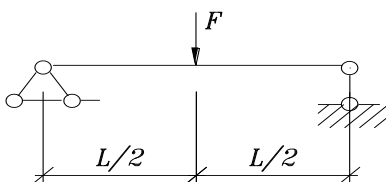
20. По какой формуле определяются касательные напряжения при поперечном изгибе:

- 1) $\tau = \frac{Q}{A}$; 2) $\tau = \frac{Q}{A}$; 3) $\tau = \frac{Q}{W}$; 4) $\tau = \frac{Q \cdot S^{omc}}{I \cdot b}$; 5) $\tau = \frac{Qy}{W}$;

21. Найти изгибающий момент в сечении 1-1:



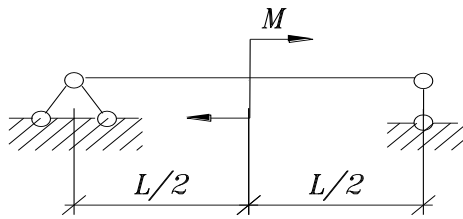
Ответы: 1) Mx ; 2) M ; 3) $\frac{Mx^2}{2}$; 4) $\frac{M}{2}$; 5) $2M$.



22. Найти максимальный по абсолютной величине изгибающий момент:

- 1) $\frac{Fl}{3}$; 2) $\frac{Fl}{4}$; 3) $\frac{Fl}{8}$; 4) $\frac{Fl^2}{4}$; 5) $\frac{3Fl}{2}$;

23. Найти максимальную по абсолютной величине поперечную силу



- 1) $\frac{M}{l}$; 2) $\frac{M}{2}$; 3) Ml ; 4) $\frac{M}{4}$; 5) $\frac{Ml}{2}$;

24. Как изменится при поперечном изгибе величина максимального касательного напряжения в поперечном сечении с размерами $a \times a$, если размер увеличить в 2 раза?

- 1) Не изменится; 2) Уменьшится в 2 раза; 3) Уменьшится в 4 раза; 4) Уменьшится в 8 раз; 5) Увеличится в 2 раза.

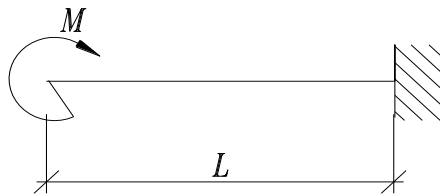
25. По какой из указанных формул определяются касательные напряжения в сечении балки при действии момента M_z и поперечной силы Q_y ?

- 1) $\tau = \frac{M_z \cdot S_x^{omc}}{J_z \cdot b(y)}$; 2) $\tau = \frac{Q_y \cdot S_z^{omc}}{J_z \cdot b(y)}$; 3) $\tau = \frac{M_z \cdot S_z^{omc}}{J_z \cdot b(y)}$; 4) $\tau = \frac{Q_y \cdot S_z^{omc}}{W_z \cdot b(y)}$; 5) $\tau = \frac{Q_y \cdot S_y^{omc}}{J_y \cdot b(y)}$;

26. Каким методом определяется упругая ось балки для сложных типов нагрузок на балку постоянного поперечного сечения?

- 1) Методом начальных параметров; 2) Методом непосредственного интегрирования дифференциального уравнения изгиба; 3) Составлением уравнений равновесия; 4) На основе применения принципа независимости действия сил.

27. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

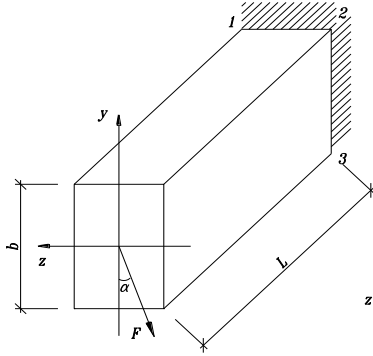
28. Укажите правильное условие прочности при изгибе

- 1) $\sigma = \frac{M_x}{W_x} \leq R_u$; 2) $\max \sigma = \frac{M_x}{W_x} \geq R_u$; 3) $\max \sigma = \frac{\max M_x}{W_x} \leq R_u$; 4) $\max \sigma = \frac{M_x}{W_\rho} \leq R_u$;

5) $\max \sigma = \frac{\max M_x}{W_x} \geq R_u$;

29. В поперечном сечении стержня $b \times h (0 \leq x \leq b, -h/2 \leq y \leq h/2)$ размер h увеличили в 2 раза. Как изменится W_z ?

- 1) не изменится; 2) увеличится в 2 раза; 3) увеличится в 4 раза;
4) увеличится в 6 раз; 5) увеличится в 8 раз.

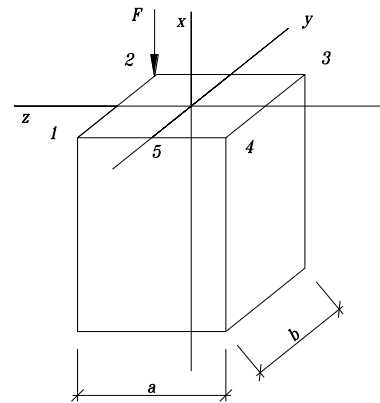


30. Установите вид напряженного состояния бруса: 1) Кручение; 2) Плоский изгиб; 3) Косой изгиб; 4) Сжатие.

31. По какой определяются нормальные напряжения в любой точке бруса, изображенного на рисунке

1) $\sigma_x = -\frac{F}{A}$; 2) $\sigma_x = -\frac{F}{A} + \frac{m}{W}$; 3) $\sigma_x = \frac{F}{J_z}$;

4) $\sigma_x = \frac{F}{A} + \frac{Fz}{J_y} + \frac{Fy}{J_z}$; 5) $\sigma_x = -\frac{FS_z^{omc}}{J_z b}$;



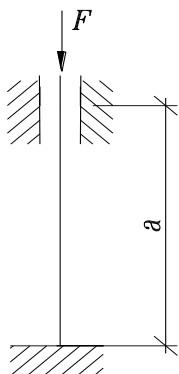
32. Какой теории прочности соответствует эквивалентное напряжение

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

- 1) Первой 2) Второй 3) Третьей 4) Четвертой

33. Какие сечения называются главными:

- 1) расположенные под углом 45° ; 2) с максимальными касательными напряжениями; 3) с экстремальными нормальными напряжениями; 4) расположенные под углом 90° ; 5) с наибольшими нормальными и касательными напряжениями;



34. Какой коэффициент приведения длины следует принять в формуле Эйлера для данной схемы закрепления стержня:

- 1) $\mu = 1.7$; 2) $\mu = 0.7$; 3) $\mu = 1.0$; 4) $\mu = 0.5$; 5) $\mu = 2$;

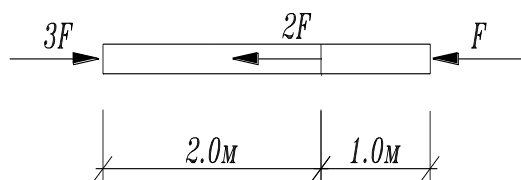
35. Среда называется, если ее свойства по различным направлениям

различны:

1) сплошной; 2) однородной; 3) изотропной; 4) анизотропной; 5) ортотропной.

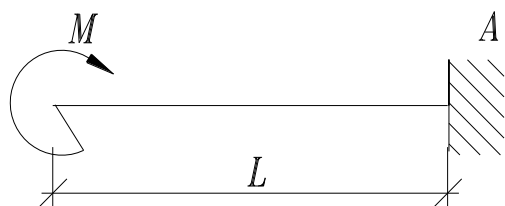
36. Для каких расчетов используется полярный момент инерции?

- 1) При расчетах на прочность; 2) При расчетах на жесткость;
3) Для определения положения центра тяжести сечения; 4) При расчетах на устойчивость; 5) При расчетах на кручение.



37. Определить наибольшее продольное усилие.

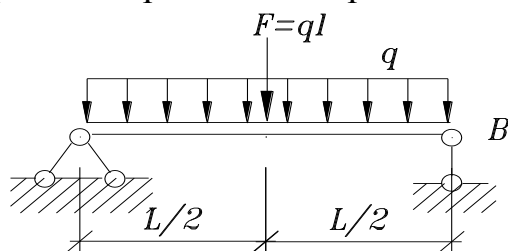
- 1) $5F$; 2) F ; 3) $2F$; 4) $3F$; 5) $4F$.



38. Определить реакцию в опоре.

- 1) 0; 2) $\frac{M}{l}$; 3) M ; 4) $0.5\frac{M}{l}$;
5) $0.5M$.

39. Определить реакцию опоры В.



- 1) $\frac{ql}{4}$; 2) $\frac{ql}{2}$; 3) ql ; 4) $2ql$; 5) $\frac{2}{3}ql$;

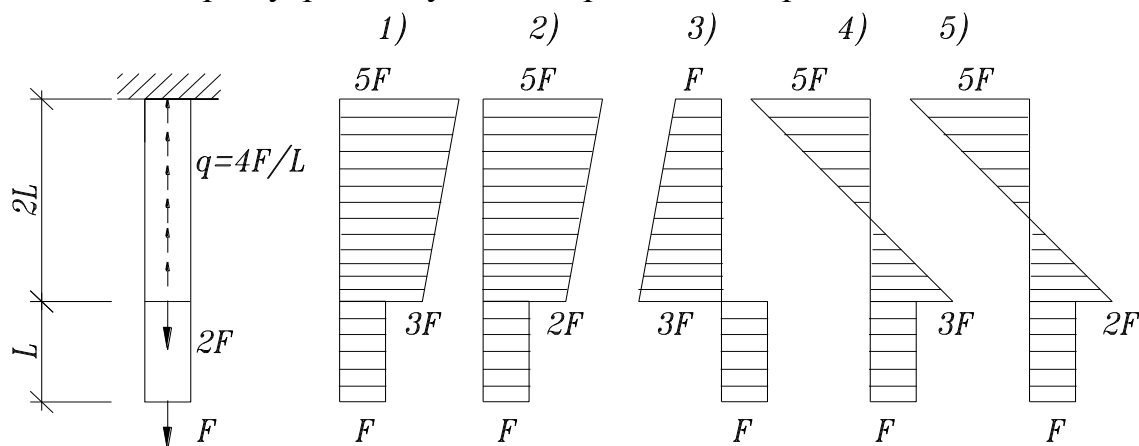
40. Как записывается жесткость при растяжении или сжатии

- 1) GI_ρ ; 2) GA ; 3) EJ ; 4) EA ; 5) EJ_ρ ;

(минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Какая из эпюр внутренних усилий верна для стержня



2. По какой формуле определяют напряжение при растяжении – сжатии

- 1) $\sigma = \frac{N}{A}$; 2) $\sigma = \frac{N}{J}$; 3) $\tau = \frac{M_x}{W_\rho}$; 4) $\sigma = \frac{M}{W}$; 5) $\tau = \frac{Q}{A}$;

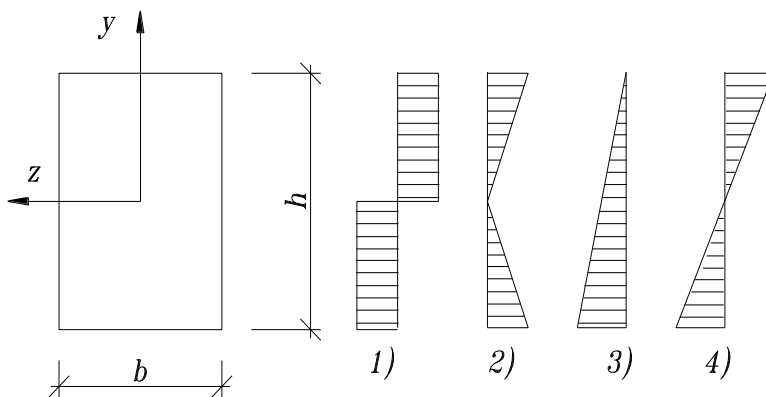
3. Какая из геометрических характеристик может быть отрицательной.

- 1) J_x ; 2) J_y ; 3) J_ρ ; 4) J_{xy} ; 5) I_x ;

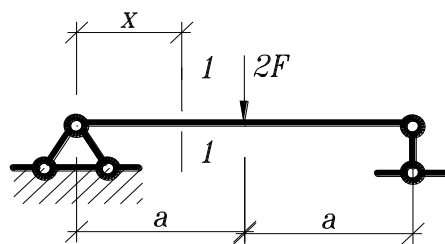
4. Укажите формулу касательных напряжений при кручении круглого вала

- 1) $\tau = \frac{M_x}{J_\rho} \rho$; 2) $\tau = \frac{M_x}{W_\rho}$; 3) $\tau = \frac{M_x}{GJ_\rho}$; 4) $\tau = \frac{M_x}{GJ_z} \rho$; 5) $\tau = \frac{M_x}{W_\rho} \rho$;

5. Укажите правильную эпюру нормальных напряжений в сечении при поперечном изгибе прямоугольного бруса

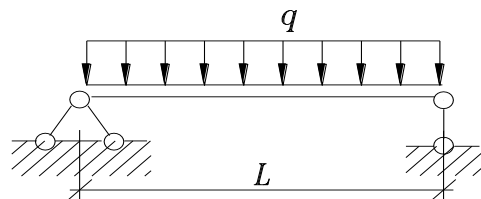


6. Найти изгибающий момент в сечении 1-1:



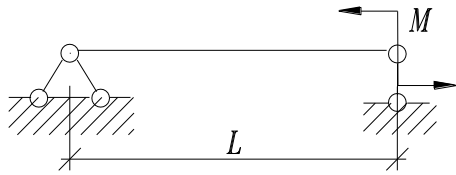
- Ответы: 1) $2Fa$; 2) $\frac{Fx}{2}$; 3) Fx ; 4) Fx^2 ; 5) Fa ;

7. Найти максимальный по абсолютной величине изгибающий момент:



- 1) $\frac{ql^2}{8}$; 2) $\frac{ql^4}{24}$; 3) $\frac{ql^3}{3}$; 4) $\frac{ql^2}{4}$; 5) $\frac{ql^2}{2}$;

8. Найти максимальную по абсолютной величине поперечную силу



- 1) $2Ml$; 2) $\frac{M}{2l}$; 3) $\frac{M}{2}$; 4) $\frac{M}{4}$; 5) $\frac{M}{l}$.

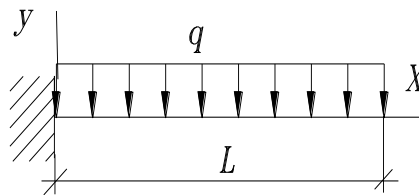
9. Изменится ли положение нейтральной линии сечения при поперечном изгибе балки относительно оси z (x - продольная ось), если к балке приложить дополнительную силу Q_y и момент M_z ?

- 1) Да, изменится; 2) Линия сместится в положительном направлении y ; 3) Не изменится; 4) Линия повернется в плоскости xu ; 5) Линия сместится в отрицательном направлении y .

10. По какой из указанных формул определяется момент сопротивления сечения относительно оси z при изгибе?

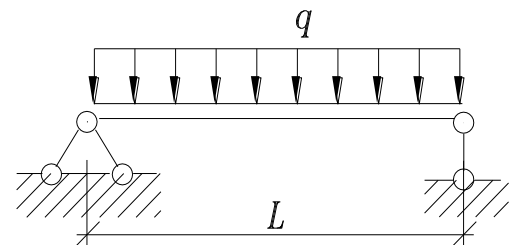
- 1) $W_z = \frac{J_z}{W_y}$; 2) $W_z = \frac{J_z}{|x_{\max}|}$; 3) $W_z = \frac{J_y}{|x_{\max}|}$; 4) $W_z = \frac{J_z}{|y_{\max}|}$; 5) $W_z = \frac{J_z}{\frac{|y_{\max}|}{2}}$

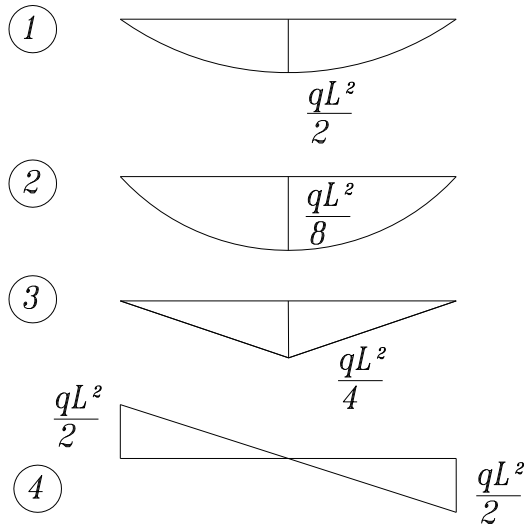
12. Ниже записано одно правильное решение для упругой оси балки, требуется указать его:



- 1) $EJy(x) = -\frac{ql^2}{2} \cdot \frac{x^2}{2} + ql \frac{x^3}{6} - q \frac{x^4}{24}$; 2) $EJy(x) = -\frac{qx^4}{24}$;
 3) $EJy(x) = -\frac{ql^2}{4} x^2 - \frac{qx^4}{24}$; 4) $EJy(x) = -ql \frac{x^2}{6} - q \frac{x^4}{24}$;
 5) $EJy(x) = -\frac{ql^2}{2} \cdot \frac{x^2}{2} + \frac{qlx^3}{6}$;

13. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



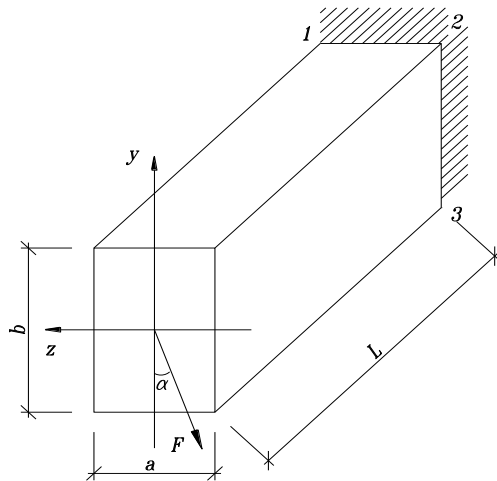


14. В стержне постоянного сечения возникает продольная сила $N=10кН$. Расчетное сопротивление $R_p=120МПа$. Исходя прочности, определить площадь поперечного сечения $A[см^2]$

1) 1; 2) 0.6; 3) 0.83; 4) 0.95; 5) 1.2.

15. В поперечном сечении балки диаметром d действуют M_z и Q_y . Указать формулу для определения нормального напряжения в точке

$A(x=0, y=d/4)$: 1) $\sigma = M_x \cdot \frac{32}{\pi \cdot d^3}$; 2) $\sigma = M_x \cdot \frac{8}{\pi \cdot d^3}$; 3) $\sigma = M_x \cdot \frac{16}{\pi \cdot d^3}$;
4) $\sigma = M_x \cdot \frac{64}{\pi \cdot d^3}$; 5) $\sigma = M_x \cdot \frac{32}{\pi \cdot d^4}$;



16. По какой формуле определяют нормальные напряжения

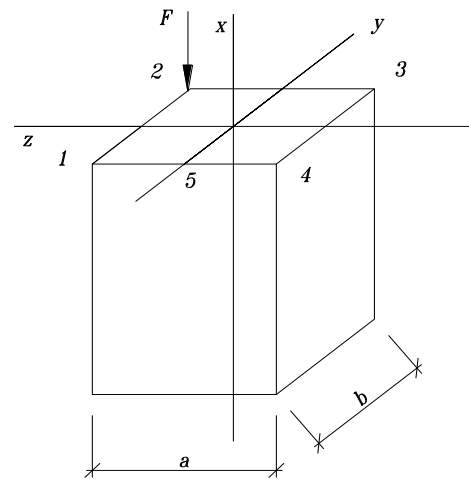
- 1) $\sigma_x = \frac{F}{A}$; 2) $\sigma_x = \frac{F}{W_z}$;
3) $\sigma_x = \frac{M_z y}{J_z} + \frac{M_y z}{J_y}$;
4) $\sigma_x = \frac{F}{A} + \frac{F y_{\kappa y}}{J_z} + \frac{F z_{\kappa z}}{J_y}$;
5) $\sigma_x = -\frac{FS_y^{omc}}{J_z \cdot b}$;

17. По какой формуле определяются положение z нейтральной линии

1) $y = 0$, 2) $tg \beta = \frac{J_y}{J_z} tg \alpha$,

3) $tg \beta = \frac{J_{zy}}{J_{max} - J_z}$, 4) $M_z = 0$,

5) $1 + \frac{y_n \cdot y}{i_z^2} + \frac{z_n \cdot z_y}{i_y^2} = 0$,

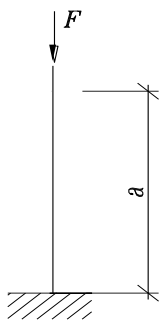


18. По какой теории записано условие прочности $\sigma_1 - \sigma_3 < R$:

1) по первой; 2) по второй; 3) по третьей; 4) по четвертой;

19. Какая сила называется критической:

1) наибольшая сжимающая; 2) наибольшая растягивающая; 3) наименьшая сжимающая; 4) наименьшая сжимающая, при которой прямолинейная форма равновесия становится неустойчивой; 5) наибольшая поперечная сила.



20. Какой коэффициент приведения длины следует принять в формуле Эйлера для данной схемы закрепления стержня:

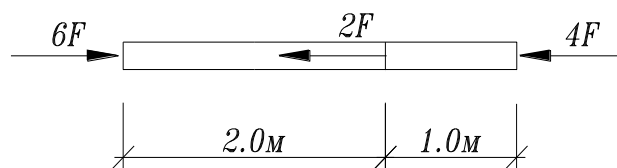
1) $\mu = 0.7$; 2) $\mu = 3.0$; 3) $\mu = 1.0$; 4) $\mu = 0.5$; 5) $\mu = 2$;

21. Среда называется, если ее свойства по двум взаимно перпендикулярным направлениям различны: 1) сплошной; 2) однородной; 3) изотропной; 4) анизотропной; 5) ортотропной.

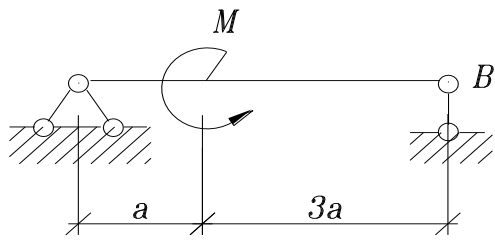
22. Для каких расчетов используется центральный момент инерции плоского сечения:

1) для определения положения центра тяжести сечения; 2) при расчетах на жесткость; 3) для определения положения главных осей сечения; 4) при расчетах на устойчивость; 5) при расчетах на кручение.

23. Определите наибольшее продольное усилие.



1) $5F$; 2) $3F$; 3) $6F$; 4) $7F$; 5) $8F$.

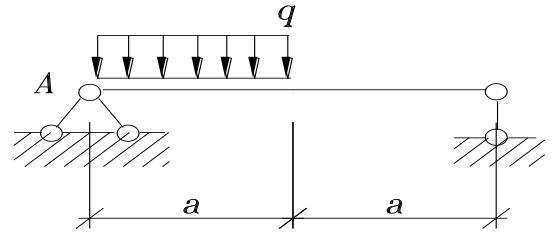


24. Определить реакцию в опоре В.

- 1) 0; 2) $\frac{M}{3a}$; 3) $-\frac{M}{4a}$; 4) $\frac{M}{a}$; 5) $-\frac{M}{a}$.

25. Определить реакцию опоры А.

- 1) qa ; 2) $-qa$; 3) $0.75qa$; 4) $0.8qa$; 5) 0.



26. По какой из формул определяются максимальные напряжения с учетом собственного веса при растяжении или сжатии

- 1) $\frac{M}{W} + \gamma l$; 2) $\frac{F}{A} + \gamma l$; 3) $\frac{\tau}{W_p} + \gamma l$; 4) $\frac{M}{W} + \gamma l$; 5) $\frac{M}{W} + \gamma l$;

27. Стальной стержень длиной 1 м и площадью поперечного сечения $A = 2 \text{ см}^2$ растягивается силой $F = 30 \text{ кН}$, $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$. Какое из значений соответствуют собственному удлинению стержня:

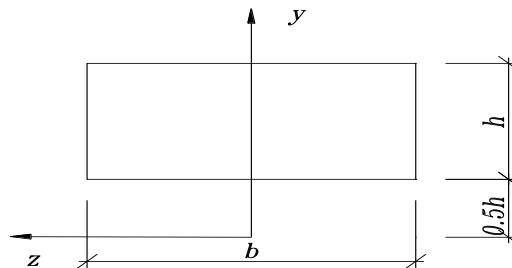
- 1) 0.02 см, 2) 0.065 см, 3) 0.075 см, 4) 0.08 см, 5) 0.045 см.

28. Какой модуль упругости используется при расчете стержня на растяжение или сжатие:

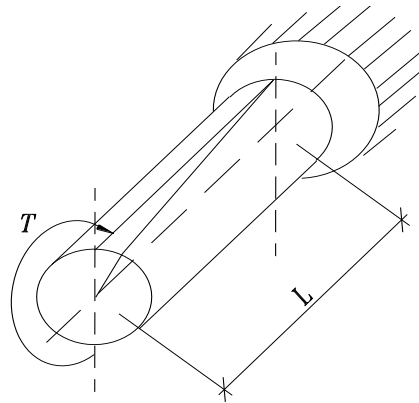
- 1) G ; 2) E ; 3) ν ; 4) K ; 5) λ .

29. Укажите правильное значение момента инерции относительно оси z

- 1) $J_z = bh^3/12 - bh^3/12$; 2) $J_z = bh^3/12$;
 3) $J_z = bh^3/12 + bh^3$; 4) $J_z = bh^2/12 + bh^2$;
 5) $J_z = bh^3/3 + bh^3$;

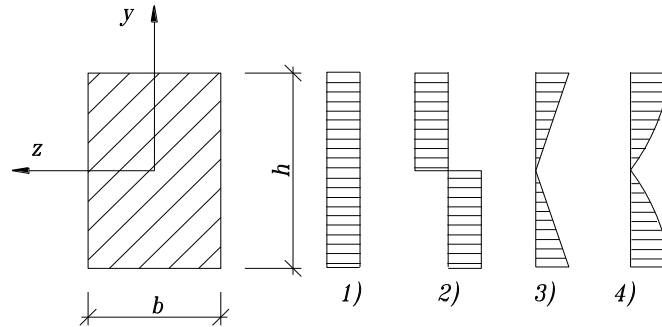


30. Укажите формулу угла закручивания круглого вала

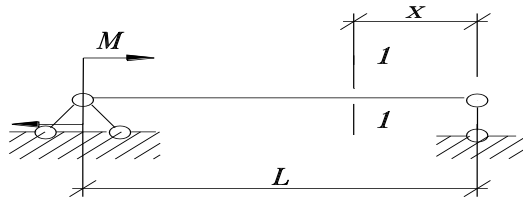


- 1) $\varphi = \frac{M_x}{J\rho} l$; 2) $\varphi = \frac{M_x}{GJ\rho} \rho$; 3) $\varphi = \frac{M_x}{J\rho}$; 4) $\varphi = \frac{M_x}{GJ\rho}$;
 5) $\varphi = \frac{M_x}{GJ\rho} l$;

31. Укажите правильную эпюру касательных напряжений в сечении при поперечном изгибе прямоугольного бруса



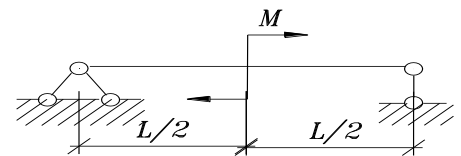
32. Найти изгибающий момент в сечении 1-1:



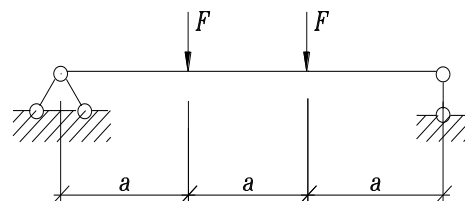
- Ответы: 1) $\frac{M}{l} x$; 2) Mx ; 3) $\frac{Mx^2}{2}$;
 4) 0; 5) $\frac{M}{2}$.

33. Найти максимальный по абсолютной величине изгибающий момент:

- 1) $\frac{Ml}{4}$; 2) Ml ; 3) $2M$; 4) $\frac{M}{2}$; 5) $\frac{Ml}{2}$.



34. Найти максимальную по абсолютной величине поперечную силу

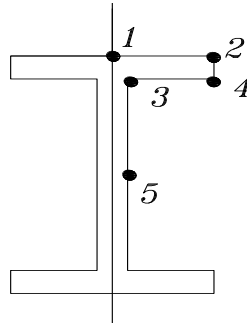


- 1) $2F$; 2) $\frac{F}{2}$; 3) F ; 4) Fa ; 5) $\frac{F}{4}$.

35. В балке с поперечным сечением $b \times h$ ($0 \leq x \leq b$, $-h/2 \leq y \leq h/2$) увеличили размер b в 2 раза. Как изменится W_z ?

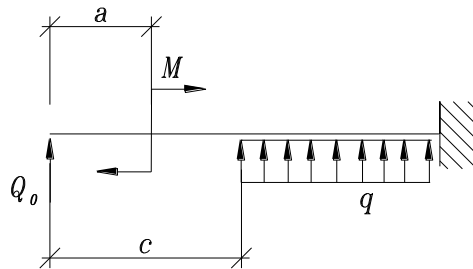
- 1) Не изменится; 2) Уменьшится в 2 раза; 3) Уменьшится в 4 раза; 4) Увеличится в 2 раза; 5) Увеличится в 4 раза.

36. В какой из указанных точек сечения возникают наибольшие касательные напряжения при действии поперечной силы Q_y ?



- 1) $m.1$ 2) $m.2$ 3) $m.3$ 4) $m.4$ 5) $m.5$

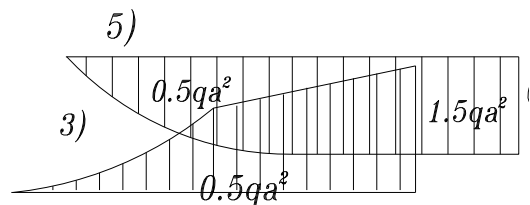
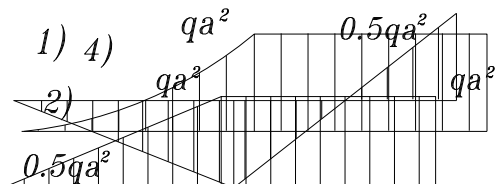
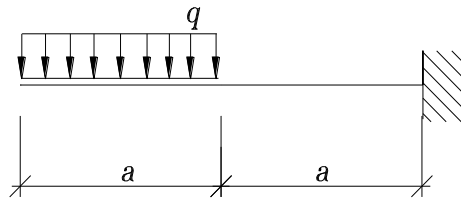
37. Ниже записано универсальное уравнение углов поворота оси изогнутой балки, содержащее одно лишнее слагаемое. Требуется устранить лишнее (одно из пяти) слагаемое.



$$EJ\varphi(x) = \varphi_0 + \frac{Q_0 x^2}{2} + M(x-a) + F(x-b) + q \frac{(x-c)^3}{6};$$

- 1) 2) 3) 4) 5)

38. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



39. В балке возникает максимальный момент $\max M_x = 18 \text{ кН} \cdot \text{м}$, расчетное

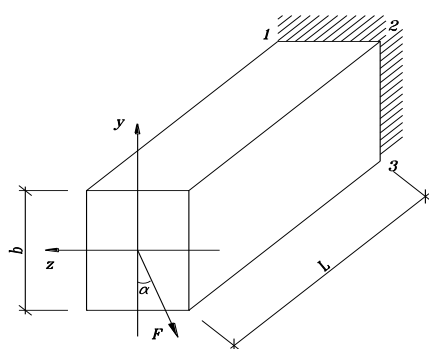
сопротивление $R_u = 150 \text{ МПа}$. Исходя из условия прочности, определить осевой момент сопротивления W_x .

- 1) 100 см^3 ; 2) 150 см^3 ; 3) 160 см^3 ; 4) 120 см^3 ; 5) 115 см^3 .

40. В поперечном сечении балки диаметром d действуют M_x и Q_y .

Указать формулу для определения касательного напряжения в точке $A(x=0, y=d/2)$:

- 1) $\tau = 0$; 2) $\tau = \frac{4Q_y}{d^2}$; 3) $\tau = \frac{8Q_y}{d^2}$; 4) $\tau = \frac{16Q_y}{d^2}$; 5) $\tau = \frac{32Q_y}{d^2}$.



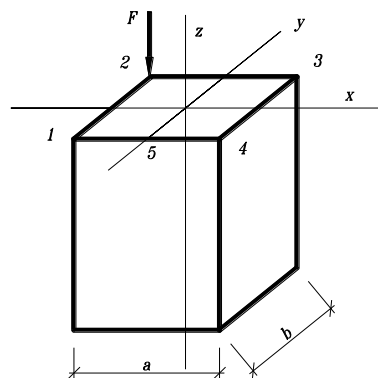
41. По какой формуле определяется положение нейтральной линии

1) $\text{tg} \beta = \frac{\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_{\max}}$; 2) $\text{tg} \beta = \frac{J_y}{J_z} \text{tg} \alpha$;

3) $y = 0$; 4) $\text{tg} 2\alpha = \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y}$;

42. Определить вид напряженного состояния:

- 1) Центральное сжатие;
2) Косой изгиб;
3) Плоский изгиб;
4) Внецентренное сжатие;
5) Внецентренное растяжения.



43. Какой теории прочности соответствует условие прочности

$$\sigma_1 - \nu(\sigma_2 + \sigma_3) < R.$$

- 1) Первой; 2) Второй; 3) Третьей; 4) Четвертой.

44. Покажите правильную запись формулы Эйлера:

1) $F = \frac{\pi E l}{(l)^2}$; 2) $F = \frac{\pi E W}{(\mu l)}$; 3) $F = \frac{\pi^2 E l}{(\mu l)^2}$; 4) $F = \frac{\pi^2 E J}{(\mu l)^2}$; 5) $F = \frac{E \lambda}{(\mu l)^2}$;

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Введение: задачи, решаемые в сопротивлении материалов; объекты

исследования; идеализация свойств материала; метод сечений для исследования внутренних усилий и уравнения, используемые при этом; понятия о напряжениях, среднем, истинном и составляющих напряжениях в нормальном и касательном; понятие о прочности и разрушении, условия разрушения и прочности; напряженные состояния тела.

2. Деформации. Абсолютные и относительные линейные деформации. Понятие о жесткости бруса. Условие жесткости.
3. Центральное растяжение (сжатие). Расчет напряжений. Проверка прочности. Закон Гука при центральном растяжении в абсолютных и относительных величинах. Проверка жесткости. Упругие характеристики материала при центральном растяжении (сжатии). Модуль упругости Юнга, коэффициент Пуассона. Принципы, применяемые при выполнении расчетов. Обобщенный закон Гука. Относительное изменение объема упругого тела. Границы изменения коэффициента Пуассона.
4. Механические характеристики материалов. Диаграммы растяжения и сжатия и особенности свойств: стали, чугуна, древесины. Диаграммы условных и истинных напряжений малоуглеродистой стали. Вычисление и формулировки пределов: пропорциональности, упругости, текучести, прочности, длительного сопротивления. Упругость, пластичность, наклеп. Ползучесть и релаксация с графическими представлениями.
5. Нормативные и расчетные нагрузки и сопротивления. Коэффициенты надежности. Понятие о предельных состояниях.
6. Теория напряжений. Условия возникновения плоского и объемного напряженных состояний; правила знаков для напряжений; формулировка и запись закона равновесия касательных сил; определение в произвольном сечении составляющих напряжений - нормального, касательного и по координатным осям; напряжения во взаимно перпендикулярных сечениях; главные сечения, их свойства и определение положений; формулы для вычисления главных напряжений и деформаций; экстремальные касательные напряжения и положение сечений, в которых они действуют. Чистый сдвиг: напряжения и деформации, закон Гука, модуль упругости при сдвиге, абсолютный и относительный сдвиг
7. Назначение теорий прочности. Допущения. Гипотезы: причины катастрофических состояний, их запись и формулировки. Приведенное напряжение, универсальная запись предельных состояний и условия прочности, действительный коэффициент запаса прочности.
8. Кручение прямого стержня сплошного круглого поперечного сечения, эпюра крутящего момента; определение напряжений и углов закручивания, их эпюры; расчет прочности стержней из хрупкого и пластичного материалов. Связь чистого сдвига и кручения круглого стержня. Свободное кручение стержня прямоугольного и тонкостенного сечений, расчет прочности и жесткости.

7.2.5. Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Простые статически определимые балки, типы балок и опор, опорные реакции, понятие о поперечной силе Q_y и изгибающем моменте M_z , правило знаков для Q_y и M_z , дифференциальные зависимости между Q_y , M_z и q , их использование при построении эпюр Q_y и M_z .
2. Напряжения при поперечном плоском изгибе. Расчет прочности балок из хрупкого материала, момент сопротивления балок изгибу W_z , примеры вычисления W_z , то же для балок из пластичного материала, балка равного сопротивления.
3. Сдвигающие усилия в продольных сечениях балок. Касательные напряжения в балках прямоугольного и двутаврового поперечных сечений (формула Журавского). Главные сечения, главные и приведенные напряжения в балках; коэффициент запаса прочности, траектории главных напряжений при поперечном плоском изгибе балок.
4. Точное и приближенное дифференциальное уравнения оси изогнутой балки; постоянные интегрирования и способы их выравнивания; примеры вычисления углов поворота сечений и прогибов.
5. Сложное сопротивление бруса сплошного круглого поперечного сечения: определение напряжений и расчет прочности.
6. Сложное сопротивление бруса прямоугольного поперечного сечения: определение напряжений и расчет прочности.
7. Косой изгиб: напряжения, перемещения, расчет прочности; условие плоского и косоугольного изгибов.
8. Внецентренное растяжение (сжатие) стержня: определение напряжений и положения нейтральной линии, эпюра напряжений и условие прочности, центр давления (растяжения) и положение нейтральной линии, понятие о ядре сечения.
9. Продольно-поперечный изгиб стержня, определение прогибов, наибольших нормальных напряжений, условия прочности и жесткости.
10. Концентрация напряжений: задача Колосова, влияние концентрации напряжений на прочность, частные случаи задачи Колосова, теоретический и эффективный коэффициенты концентраций напряжений.
11. Усталость материалов, предел выносливости и его определение; расчет прочности при совместном действии постоянных и переменных нагрузок.
12. Динамические нагрузки и расчеты. Масса тела, сила инерции, принцип Даламбера. Направления изучения динамических процессов.
13. Удар, расчетная модель, основные допущения; начальная скорость после соударения, статические и динамические напряжения и перемещения, понятие о динамическом коэффициенте; определение динамического коэффициента без учета и с учетом распределенной массы ударяемого тела.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен (зачет) проводится по билетам, каждый из которых содержит теоретический вопрос в форме открытого теста, стандартную и прикладную задачи. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается в 8 баллов, стандартная задача оценивается в 4 балла, а прикладная задача – 8 баллов. Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 50% баллов по каждому из заданий в билете.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 10 до 14 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 15 до 18 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 19 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Задачи сопротивления материалов и ее место среди других дисциплин. Основные понятия, определения, допущения, принципы и гипотезы. Понятие о расчетной схеме. Напряжения и деформации. Прочность, жесткость, устойчивость. Внутренние усилия, метод сечений для их расчета.	ОПК-1	Тест, защита лабораторной работы
2	Геометрические характеристики сечений стержня. Статические моменты, центр тяжести, моменты инерции сечений. Зависимости между моментами инерции при параллельном переносе осей. Главные оси и главные моменты инерции, радиусы инерции. Моменты инерции простых и сложных сечений.	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита курсовой работы
3	Центральное растяжение-сжатие стержня. Продольная сила, напряжения и перемещения, их эпюры. Закон Гука в абсолютной и относительной формах.. Потенциальная энергия упругой деформации. Механические свойства материалов. Испытания конструкционных материалов на растяжение и сжатие. Основные расчетные положения. Расчеты на прочность и жесткость статически определимых стержневых систем и статически неопределимых стержневых систем Влияние веса стержня на N , σ и ΔL . Стержень равного сопротивления.	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита курсовой работы
4	Теория напряжений. Одноосное (простое), плоское и пространственное напряженные состояния. Главные площадки и главные напряжения, главные деформации.	ОПК-1	Тест, защита курсовой работы

	Потенциальная энергия. Основные теории (гипотезы) прочности. Приведенное (эквивалентное напряжение).		
5	Свободное кручение. Крутящий момент, углы закручивания, напряжения, их эпюры. Закон Гука при кручении. Чистый сдвиг, закон Гука Расчет на прочность и жесткость стержней круглого, прямоугольного и тонкостенного сечений при кручении. Моменты сопротивления. Потенциальная энергия.	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита курсовой работы
6	Плоский изгиб. Изгибающий момент и поперечная сила, их эпюры. Нормальные и касательные напряжения, их эпюры. Момент сопротивления сечения. Потенциальная энергия. Главные напряжения. Расчет балок на прочность. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Расчет балок на жесткость. Балки переменного сечения, рациональное проектирование.	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита курсовой работы
7	Сложное сопротивление стержня. Эпюры продольной и поперечных сил, изгибающих и крутящего моментов. Нормальные и касательные напряжения. Расчеты на прочность стержней круглого и прямоугольного сечений.	ОПК-1	Тест, контрольная работа
8	Косой изгиб. Определение нормальных и касательных напряжений. Расчет прочности и определение прогиба. Понятие о центре изгиба.	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторной работы
9	Внецентренное растяжение-сжатие. Напряжения при действии продольных сил и изгибающих моментов; нейтральная линия. Расчет прочности. Ядро сечения.	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, курсовая работа
10	Продольно-поперечный изгиб. Дифференциальное уравнение продольно-поперечного изгиба. Перемещения и напряжения. Расчет прочности и жесткости при продольно-поперечном изгибе.	ОПК-1	Тест, контрольная работа
11	Понятие об устойчивости. Критическая сила, критическое напряжение, гибкость стержня. Формула Эйлера и пределы ее применения. Влияние условий закрепления концов стержня на величину критической силы. Устойчивость за пределом пропорциональности, формула Ясинского. Практический расчет сжатых стержней на устойчивость.	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, курсовая работа
12	Динамические и периодические нагрузки. Динамический коэффициент при движении с ускорением и при ударе. Усталость материалов. Концентрация напряжений. Растяжение полосы с круговым и эллиптическим вырезом.	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

Оценивание знаний проводится по итогам сдачи экзамена, в процессе которого студент отвечает по билету (на бумажном носителе), включающему один вопрос тестирования знаний теории, одну стандартную и одну прикладную задачи. Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать двух астрономических часов. Оценка выставляется экзаменатором согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.1 Основная литература:

1. Мельников Б.Е. Сопротивление материалов : учебник / Б. Е. Мельников, Л. К. Паршин, А. С. Семенов, В. А. Шерстнев. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 576 с. — ISBN 978-5-8114-4740-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131018>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Агаханов М.К. Сопротивление материалов: учебное пособие / Агаханов М.К., Богопольский В.Г.. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 268 с. — ISBN 978-5-7264-1252-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/42912.html>.
3. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: учебник для вузов / Феодосьев В.И.. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2018. — 543 с. — ISBN 978-5-7038-4819-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93896.html>— Режим доступа: для авторизир. пользователей.
4. Агапов, В. П. Сопротивление материалов: Учебник / Агапов В. П. - Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. - 336 с. - ISBN 978-5-7264-0805-7. URL: <http://www.iprbookshop.ru/26864.html>

8.1.2 дополнительная литература:

1. Расчет геометрических характеристик плоских фигур [Текст]: метод.

- указания к расчетно-графической работе по курсам “Сопротивление материалов ” и Техническая механика” / Воронежский ГАСУ; сост.: Н.А.Барченкова, Н.Ф. Голева , В.М. Флавианов - Воронеж, 2014-28с. (200 экз.).
2. Расчёты на прочность и жёсткость при центральном растяжении-сжатии [Текст]: метод. указания к выполнению расчётно-проектировочной работы по дисциплине "Сопротивление материалов" / Воронежский ГАСУ; сост. С. П. Попов, В. М. Суднин. - Воронеж: [б. и.], 2014 (Воронеж: Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2014). - 22 с. (150 экз.).
 3. Расчет усилий в стержнях статически определимых конструкций [Текст] : метод. указания к выполнению расчетно-графических работ /Воронежский ГАСУ ; сост.: В.М. Суднин. – Воронеж, 2014 - 33 с. (100 экз.)
 3. Расчёты на прочность при плоском изгибе балок [Текст]: методические указания к выполнению расчётно-проектировочной работы по дисциплине "Сопротивление материалов" / Воронежский ГАСУ; сост. С. П. Попов, В. М. Суднин. - Воронеж: [б. и.], 2014 (Воронеж: Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2014). - 34 с. (150 эк.).
 4. Расчет балки на жесткость [Текст]: методические указания к выполнению контрольных и расчетно-графических работ по курсу "Сопротивление материалов" для студентов всех специальностей очной и заочной форм обучения / Воронежский ГАСУ; сост. А. В. Резунов, А. Н. Синозерский. - Воронеж: [б. и.], 2013 (Воронеж: Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2013). - 27 с. (500 экз.).
 5. Расчет балки на прочность [Текст]: методические указания к выполнению контрольных и расчетно-графических работ по курсу "Сопротивление материалов" для студентов всех специальностей очной и заочной форм обучения / Воронежский ГАСУ; сост.: А. В. Резунов, А. Н. Синозерский. - Воронеж: [б. и.], 2013 (Воронеж: Отдел оперативной полиграфии изд-ва учеб. лит. и учеб.-метод. пособий ВГАСУ, 2013). - 21 с. (500 экз.).
 6. Расчет стержня на кручение [Текст]: методические указания к выполнению контрольных и расчетно-графических работ по курсу "Сопротивление материалов" для студентов всех специальностей очной и заочной форм обучения / Воронежский ГАСУ; сост.: Р.А. Мухтаров, А. В. Резунов, А. Н. Синозерский. - Воронеж, 2017-24с. (105 экз.).
 7. Буланов Э.А. Решение задач по сопротивлению материалов / Буланов Э.А.. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 216 с. — ISBN 978-5-00101-797-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/6567.html>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
 8. Попов С.П. Сопротивление материалов. Часть 1 : учебно-методическое пособие / Попов С.П.. — Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 75 с. — ISBN 978-5-7731-0498-8. — Текст : электронный //

Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/72939.html> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8.1.3 Периодические издания

1. «Строительство и реконструкция» (научно-технический журнал).
2. «Строительная механика и расчет сооружений» (научно-теоретический журнал).
3. «Строительная механика и конструкции» (научный журнал)

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Программы: MS Office Word, MS Office Excel, MS Power Point, AutoCAD.
2. Электронная научная библиотека ВГТУ: <https://cchgeu.ru/university/library/>
3. Электронная библиотечная система *IPRbook*: www.iprbookshop.ru.
4. Электронная библиотечная система *ЛАНБ* <https://e.lanbook.com/>
5. Учебно–методические материалы кафедры строительной механики: <https://cchgeu.ru/education/cafedras/kafsm/?docs>.
6. <http://www.I-exam.ru>. (Интернет – тренажеры (ИТ)). Разработанные НИИ мониторинга качества образования.
7. <http://www.fepo.ru>. (репетиционное тестирование при подготовке к федеральному Интернет - экзамену).

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

№ п/п	Вид аудиторного фонда	Требования
1	Лекционная аудитория	Аудитория должна быть оборудована как обычной доской, так и техническими средствами для реализации мультимедийной технологии проведения лекции (проектор, экран, или интерактивная доска, Notebook.
2	Компьютерные классы.	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: ПК с возможностью подключения к локальным сетям и Интернету. Наличие ВТ из расчёта один ПК на одного студента.
3	Аудитория для	Аудитория должна быть оборудована как

	практических занятий.	обычной доской, так и техническими средствами для реализации мультимедийной технологии проведения практических занятий (проектор, экран, или интерактивная доска, Note-book, или друг ПК).
--	-----------------------	--

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины:

№ п/п	Вид и наименование оборудования	Вид занятий	Краткая характеристика
1	IBMPC-совместимые персональные компьютеры.	Практические занятия.	Процессор серии не ниже PentiumIV. Оперативная память не менее 2 Гбайт. ПК должны быть объединены локальной сетью с выходом в Интернет.
2	Мультимедийные средства.	Лекционные занятия.	Мультимедиа-проектор, компьютер, оснащенный программой PowerPoint и экран для демонстрации электронных презентаций.
3	Учебно-наглядные пособия.	Лекционные и практические занятия	Плакаты, наглядные пособия, иллюстрационный материал.

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины:

–Специализированная аудитория (компьютерный класс [ауд. 2121]), оборудованная интерактивными технологиями представления видеоматериала при проведении лекционных и практических занятий, а также для выполнения расчетно-графических работ и проведения всех видов контрольных мероприятий с помощью компьютерного тестирования.

–Методические указания к РГР и контрольным работам.

–Испытательная лаборатория (ауд. 2116) для проведения лабораторных работ. Проводятся механические испытания различных материалов и лабораторных образцов для студентов. В наличии имеются испытательные машины:

- ✓ ГМС-20 (растяжение-сжатие, изгиб стали и чугуна);
- ✓ УИМ-50 (растяжение-сжатие, изгиб стали и чугуна);
- ✓ ГРМ-2А (растяжение-сжатие, изгиб стали и чугуна);
- ✓ Копёр КМ-30 (ударная вязкость стали);
- ✓ Р-0,5 (растяжение-сжатие стальной пружины);

- ✓ Р-10 (растяжение-сжатие, скалывание древесины);
- ✓ КМ-50-1 (закон Гука при кручении [без разрушения], сталь);
- ✓ Машина Амслера (кручение образцов из стали и чугуна до разрушения);
- ✓ ИМ-4Р (срез нагеля, смятие-сжатие древесины);
- ✓ ТШ-2 (определение твёрдости по Бринеллю);
- ТК-2М (определение твёрдости по Роквеллу);

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Сопротивление материалов» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета строительных конструкций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.


Методика выполнения курсовых работ изложена в учебно-методических пособиях. Выполнять этапы курсовых работ должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовых работ, защитой курсовых работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по

	алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных работ для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.1 в части состава используемого перечня учебной литературы (основной и дополнительной), необходимой для усвоения дисциплины	31.08.2021	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2021	