

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан строительного факультета
Панфилов Д.В.
«30» августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

**«СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»
Б1.В.ОД.4**

Направление подготовки (специальность) 08.03.01 «Строительство»

Профиль (Специализация) «Промышленное и гражданское строительство»

Квалификация (степень) выпускника Бакалавр

Нормативный срок обучения 4 года/5 лет

Форма обучения очная/заочная

Автор программы Аверин к.т.н., доцент Аверин А.Н.

Программа обсуждена на заседании кафедры строительной механики

«30» 08 2017 года Протокол № 1

Зав. кафедрой Ефрюшин Ефрюшин С.В.

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Курс «Сопротивление материалов» имеет своей целью подготовить будущего специалиста к проведению самостоятельных расчетов конструкций и элементов конструкций промышленного и гражданского строительства.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачи дисциплины - дать студенту:

- необходимые представления о работе конструкций, расчетных схемах, задачах расчета плоских и пространственных элементов строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;
- знания о механических системах и процессах, необходимые для изучения специальных дисциплин на кафедрах металлических, железобетонных и других конструкций.

Приобретенные знания способствуют формированию инженерного мышления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Сопротивление материалов» относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана.

Курс «Сопротивление материалов» требует основных знаний, умений и компетенций студента по курсам: математика, физика, теоретическая механика, техническая механика.

Требования к **входным** знаниям, умениям студентов. Студент должен:

Знать: фундаментальные основы математики, современные средства вычислительной техники, методы решения простейших задач расчета стержневых систем, понятия о прочности, жесткости 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.

Дисциплина «Сопротивление материалов» является предшествующей для дисциплин профильной направленности: *основы теории упругости и пластичности, строительная механика, основания и фундаменты.*

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на развитие и формирование следующих компетенций:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1);

- способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);

- владением методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования (ПК-2);

- знанием научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности (ПК-13);

- владением методами и средствами физического и математического (компьютерного) моделирования в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированных проектирования, стандартных пакетов автоматизации исследований, владение методами испытаний строительных конструкций и изделий, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам (ПК-14);

- способностью составлять отчеты по выполненным работам, участвовать во внедрении результатов исследований и практических разработок (ПК-15).

В результате освоения дисциплины «Соппротивление материалов» студент должен:

Знать: основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов, методы и практические приемы расчета стержней, при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях;

Уметь: грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, и элементах строительных конструкций.

Владеть:

- навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ;

- навыками анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТ

Общая трудоемкость дисциплины «Соппротивление материалов» составляет 4 зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		4/5
Аудиторные занятия (всего)	54/18	54/18
В том числе:		
Лекции	18/6	18/6

Практические занятия (ПЗ)	18/6	18/6
Лабораторные работы (ЛР)	18/6	18/6
Самостоятельная работа (всего)	90/122	90/122
В том числе:		
Курсовой проект	-/-	-/-
Контрольная работа	-/-	-/-
Вид промежуточной аттестации (зачет с оценкой)	-/4	-/4
Общая трудоемкость	час	144/144
	зач. ед.	4/4

Примечание: здесь и далее числитель – очная/знаменатель – заочная формы обучения.

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Кручение стержней.	Крутящий момент, напряжения, углы закручивания. Чистый сдвиг. Потенциальная энергия. Расчет на прочность и жесткость стержней круглого, прямоугольного и тонкостенного сечений.
2	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. Расчет сжатых стержней на устойчивость.
3	Продольно-поперечный изгиб стержня	Дифференциальное уравнение продольного изгиба. Напряжения и перемещения. Расчет прочности и жесткости при продольно-поперечном изгибе.
4	Динамические и периодические нагрузки.	Динамический коэффициент при движении с ускорением и при ударе. Усталость материалов. Концентрация напряжений. Растяжение полосы с круговым и эллиптическим вырезом.
5	Основы расчета пластин и оболочек.	Пластины и оболочки как элементы строительных конструкций. Цилиндрический изгиб пластин. Расчет тонкостенных сосудов.
6	Сложное сопротивление стержня	Построение эпюр внутренних усилий. Вычисление перемещений. Проверка прочности в заданном сечении.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование Обеспечиваемых (последующих) Дисциплин	№ разделов, необходимых для обеспечиваемых дисциплин					
		1	2	3	4	5	6
1	Основы теории упругости и пластичности	+	+	+	+	+	+
2	Строительная механика	+	+	+	+	+	+
3	Основания и фундаменты		+		+	+	+

5.3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практ. зан.	Лаб. зан	СРС	Всего
1	Кручение стержней.	2/1	2/1	6/2	14/20	24/24
2	Устойчивость сжатых стержней	4/1	4/2	4/2	20/24	32/29
3	Продольно-поперечный изгиб стержня.	2/1	2/1	4/1	12/18	20/21
4	Динамические и периодические нагрузки.	2/1	2/1	4/1	12/18	20/21
5	Основы расчета пластин и оболочек.	2/1	2/0	-	12/18	16/19
6	Сложное сопротивление стержня.	6/1	6/1	-	20/24	32/26
	Итого:	18/6	18/6	18/6	90/122	144/140\

5.4. Лабораторный практикум

№ п/п	№ Раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость (часы)
1	1	Кручение стержня круглого сечения, проверка закона Гука. Кручение стального и чугунного стержней.	6/2
2	2	Устойчивость сжатого стержня Потеря устойчивости плоской формы изгиба стержня.	6/2
3	5	Растяжение стальной полосы с круговым вырезом.	3/1
4	4	Ударная вязкость стали.	3/1
Всего			18/6

5.5. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час)
1.	1	Кручение стержней.	4/1
2.	2	Устойчивость сжатых стержней	2/1
3.	3	Продольно-поперечный изгиб стержня.	2/1
4.	4	Основы расчета пластин и оболочек.	2/1
5.	5	Сложное сопротивление стержня.	8/2
		Всего	18/6

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ, КУРСОВЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Курсовой проект не предусмотрен

Для проведения текущего контроля успеваемости предусмотрены контрольные работы для студентов заочной формы обучения.

Контрольные работы представляют собой расчетно-графические работы, в которых студенты самостоятельно решают и оформляют индивидуально выданные задачи по основным темам с последующей устной и письменной защитой.

Темы контрольных работ

1. «Кручение прямого призматического стержня».
2. «Устойчивость центрально сжатых гибких стержней на устойчивость».
3. «Расчет стержня на действие сложной системы сил».

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО И ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

№ п/п	Компетенция (общепрофессиональная – ОПК; профессиональная - ПК)	Форма контроля	семестр
1	ОПК-1. Способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	Тестирование (Т) Зачет с оценкой (ЗО)	4/5
2	ОПК-2. Способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат.	Тестирование (Т) Зачет с оценкой (ЗО)	4/5
3	(ПК-2) владением методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования.	Тестирование (Т) Зачет с оценкой (ЗО)	4/5
4	(ПК-13) знанием научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности.	Тестирование (Т) Зачет с оценкой (ЗО)	4/5
5	(ПК-14) владением методами и средствами физического и математического (компьютерного) моделирования в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированных проектирования, стандартных пакетов автоматизации исследований, владение методами испытаний строительных конструкций и изделий, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам.	Тестирование (Т) Зачет с оценкой (ЗО)	4/5
6	(ПК-15) способность составлять отчеты по выполненным работам, участвовать во внедрении результатов исследований и	Тестирование (Т) Зачет с оценкой (ЗО)	4/5

	практических разработок.		
--	--------------------------	--	--

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

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля	
		Т	Зачет с оценкой
Знает	Основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов, методы и практические приемы расчета стержней, при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-1,2; ПК-2, 13,14,15).	+	+
Умеет	Грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, и элементах строительных конструкций. (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15)	+	+
Владеет	- навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; - навыками анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).	+	+

7.2.1. Этап текущего контроля знаний

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибалльной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «не аттестован».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	Основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов, методы и практические приемы расчета стержней, при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-1,2; ПК-2, 13,14,15).	отлично	Полное или частичное посещение лекционных, лабораторных и практических занятий. Выполненные задания на оценки «отлично».
Умеет	Грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, и элементах строительных конструкций. (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15)		
Владеет	навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; навыками анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструктивных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).		
Знает	Основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов, методы и практические приемы расчета стержней, при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).	хорошо	Полное или частичное посещение лекционных, лабораторных и практических занятий. Выполненные задания на оценки «хорошо».
Умеет	Грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, и элементах строительных конструкций. (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).		
Владеет	навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники,		

	готовых программ; навыками анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).		
Знает	Основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов, методы и практические приемы расчета стержней, при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).	удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных, лабораторных и практических занятий. Удовлетворительно выполненные задания
Умеет	Грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, и элементах строительных конструкций. (ОПК-1,2; ПК-2, 13,14,15).		
Владеет	навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; навыками анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).		
Знает	Основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов, методы и практические приемы расчета стержней, при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).	неудовлетворительно	Частичное посещение лекционных, лабораторных и практических занятий. Неудовлетворительно выполненные задания.
Умеет	Грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, и элементах строительных конструкций. (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).		
Владеет	навыками определения напряженно-		

	деформированного состояния стержней, плоских элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; навыками анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструктивных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).		
Знает	Основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов, методы и практические приемы расчета стержней, при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).	не аттестован	Непосещение лекционных, лабораторных и практических занятий. Не выполненные задания.
Умеет	Грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, и элементах строительных конструкций. (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).		
Владеет	навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; навыками анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструктивных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).		

7.2.2. Этап промежуточного контроля знаний

В 4/5 семестре результаты промежуточного контроля знаний (зачет с оценкой) оцениваются по четырехбальной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «не удовлетворительно».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	Основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов, методы и практические приемы расчета стержней, при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).	отлично	Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Умеет	Грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, и элементах строительных конструкций. (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).		
Владеет	навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; - навыками анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).		
Знает	Основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов, методы и практические приемы расчета стержней, при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).	хорошо	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Умеет	Грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, и элементах, строительных конструкций. (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	2,13,14,15).		
Владеет	навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; навыками анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).		
Знает	Основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов, методы и практические приемы расчета стержней, при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).		
Умеет	Грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, и элементах, строительных конструкций. (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).		
Владеет	навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; навыками анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов	Удовлетворительно	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).		
Знает	Основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов, методы и практические приемы расчета стержней, при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).	неудовлетворительно	Студент демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. Студент демонстрирует непонимание заданий. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
Умеет	Грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, и элементах, строительных конструкций. (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).		
Владеет	навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; навыками анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).		

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

7.3.1. Примерная тематика РГР

Не предусмотрены.

7.3.2. Примерная тематика и содержание КР

Не предусмотрены.

7.3.3. Вопросы для коллоквиумов

Не предусмотрен.

7.3.4. Задания для тестирования

Указания: Все задания имеют 5 вариантов ответа, из которых правильный только один.

1. Среда называется, если ее свойства не зависят от координат точек.
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.

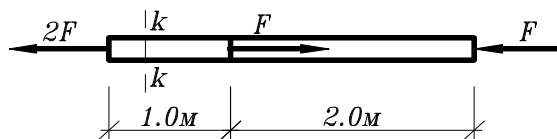
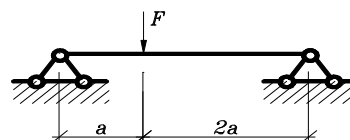
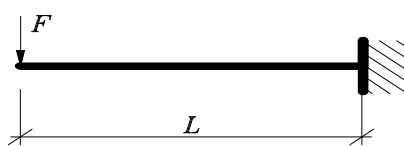
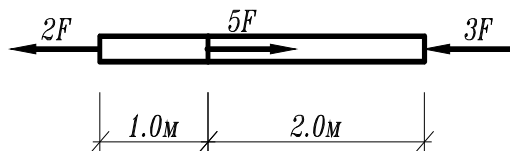
1) $5F$ 2) $3F$ 3) $2F$ 4) $7F$ 5) $8F$

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



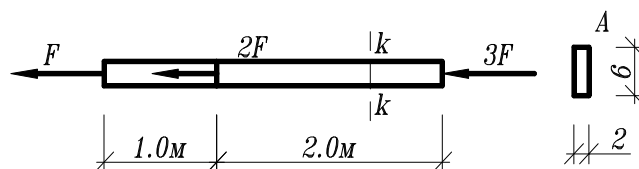
6. Определить напряжения в сечении k-k стержня, если

$A = 4 \text{ см}^2$, $F = 10 \text{ кН}$

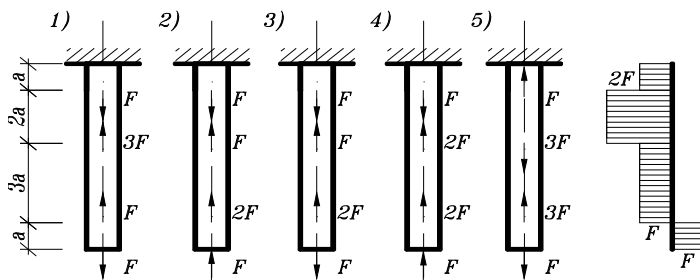
1) 25 МПа, 2) 50 МПа, 3) 45 МПа 4) 30 МПа, 5) 60 МПа

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

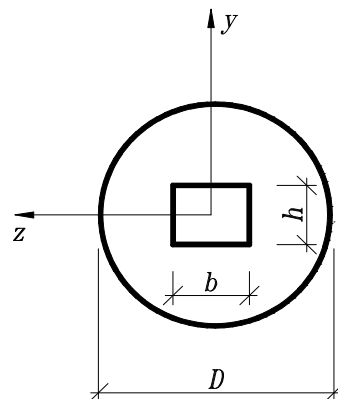


8. Для какого из представленных стержней верна эпюра внутренних усилий

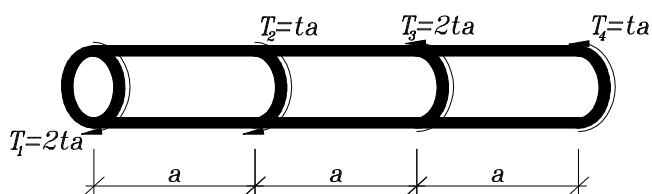


9. Укажите правильное значение момента инерции относительно оси x:

- 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)



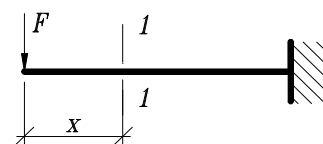
- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

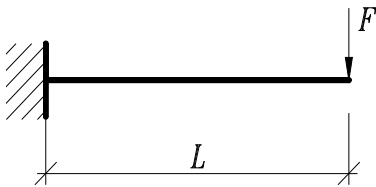
11. Какие внутренние усилия возникают при поперечном изгибе

- 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) $-Fx^2$;



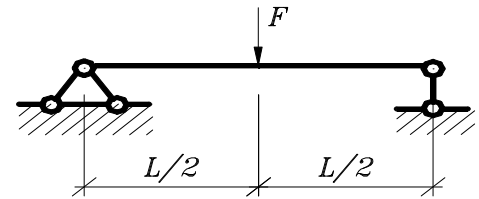


13. Найти максимальный по абсолютной величине изгибающий момент:

- 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)

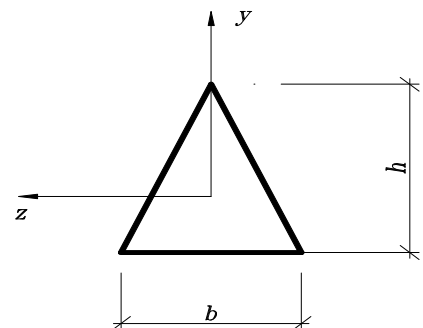
- 1) $M_z = 0$; 2) $\tau_{xy} = 0$; 3) $\sigma_x = 0$; 4) $Q_y = 0$; 5) $J_x = 0$;

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



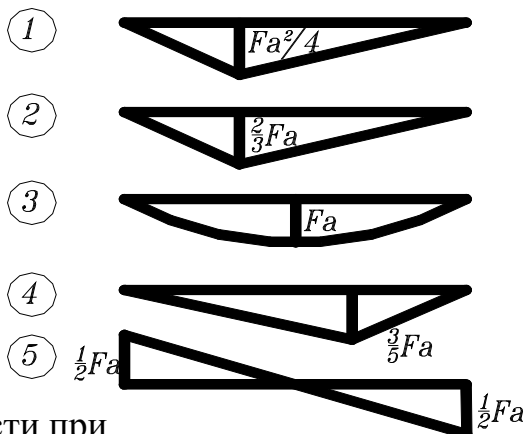
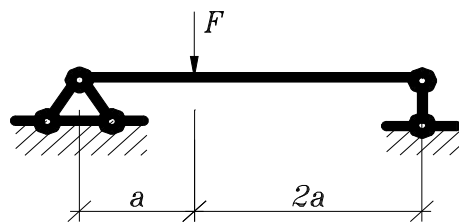
17. Каким точным дифференциальным уравнением описывается изгибная ось балки?

- 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

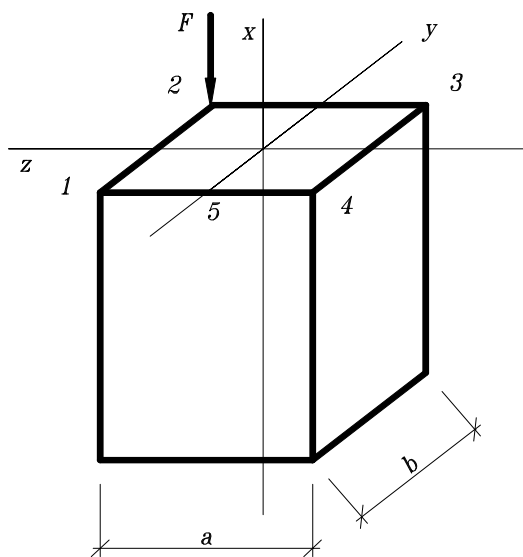
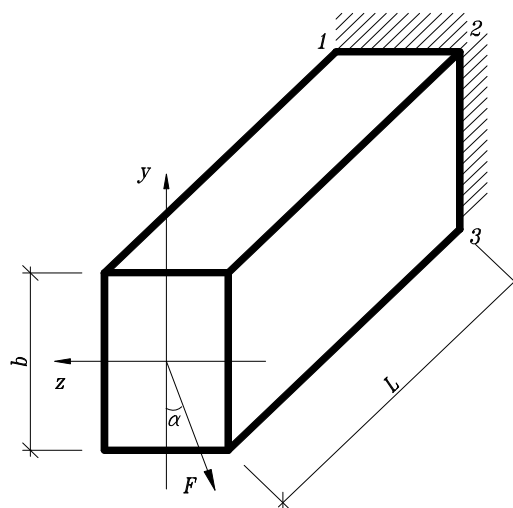
1) $\sigma = R$; 2) $\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \leq R$; 3) $\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \approx R$; 4) $\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \geq R$; 5) $\sigma = \frac{N}{A} \leq R$;

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

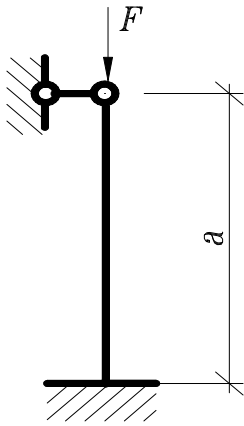
1) $\sigma = -3.33 \frac{F}{a^2}$; 2) $\sigma = -4.33 \frac{F}{a^2}$;
3) $\sigma = -2.33 \frac{F}{a^2}$;
4) $\sigma = -2.00 \frac{F}{a^2}$; 5) $\sigma = -5.67 \frac{F}{a^2}$;

23. По какой теории записано условие прочности $\varepsilon_{\max} \leq \varepsilon_{n.n.c.}$

- 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.

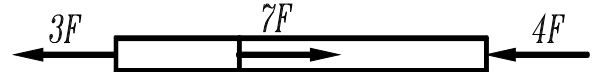
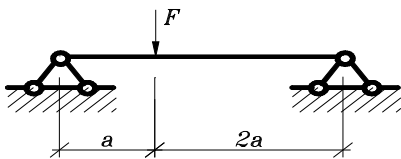
- 1) сплошной 2) однородной 3) изотропной 4) упругой 5) ортотропной.

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.

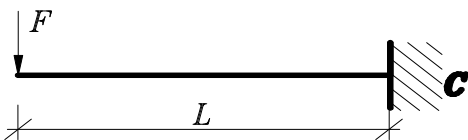
28. Определить наибольшее по абсолютной величине продольное усилие.

- 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 реакции в заделке С.

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

31. Какое из выражений является условием прочности при растяжении:

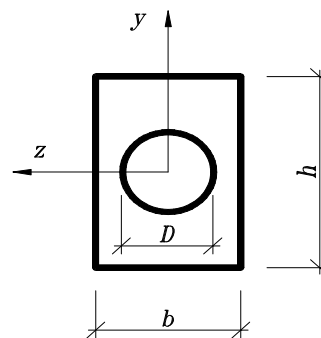
- 1) $\sigma_{\max \rho} = \frac{N_{\max \rho}}{A} \leq R_{\rho}$; 2) $\sigma_{\max} = \frac{M_{z \max}}{W_z} \leq R$; 3) $\tau_{\max \rho} = \frac{Q_{\max}}{A} \leq |\tau|_{\rho}$; 4) $\tau_{\max} = \frac{M_x}{W_{\rho}} \leq |\tau|$;
5) $\tau_{\max} = \frac{Q_y S_z^{onc}}{J_z b} \leq |\tau|$;

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

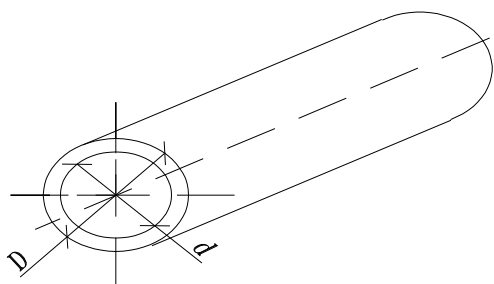
- 1) Изгибающий момент. 2) Крутящий момент. 3) Поперечная сила.
4) Продольная сила. 5) Сдвигающая сила.

33. Укажите правильное значение момента сопротивления относительно оси y (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) $W_x = (b^3 h / 12 - \pi D^4 / 64) / 0.5b$;

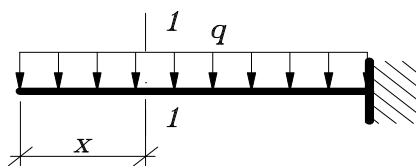


34. Укажите формулу полярного момента инерции полого цилиндра



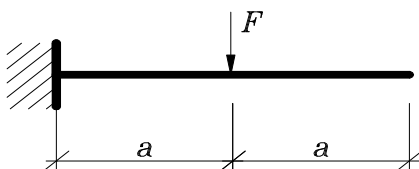
- 1) $J_p = \frac{\pi d^4}{32}$;
- 2) $J_p = \frac{\pi}{32} (D^4 - d^4)$;
- 3) $J_p = \frac{T}{32} \left(\frac{D^3 - d^3}{2} \right)$;
- 4) $J_p = \frac{\pi}{64} (D^4 + d^4)$;
- 5) $J_p = \frac{\pi}{32} (D^3 - d^3)$;

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) $\sigma = \frac{M}{W}$;



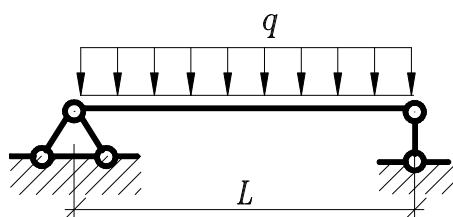
36. Найти изгибающий момент в сечении 1-1:

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)

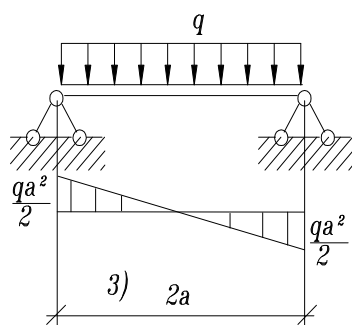
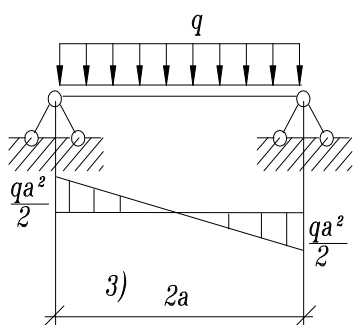
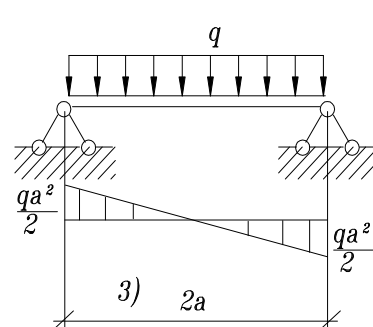
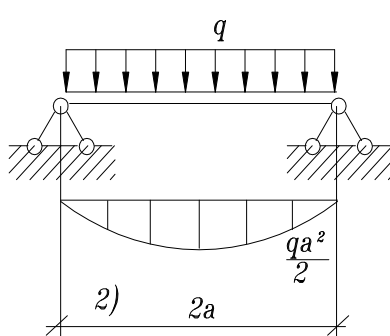
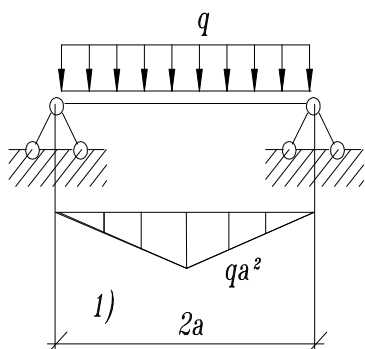
- 1) $\sigma = a \sin y$; 2) $\sigma = a + by$; 3) $\sigma = by$; 4) $\sigma = bz$; 5) $\sigma = bz^2$;

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

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

$$Y(l) = 0; \varphi(l) \neq 0;$$

42. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



43. укажите правильное условие прочности при кручении: 1) $\tau = R$; 2)

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

44. 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) $y = -\frac{N}{b \cdot h} \frac{W_z}{M_z} + \frac{Q_y}{b \cdot h} x$;

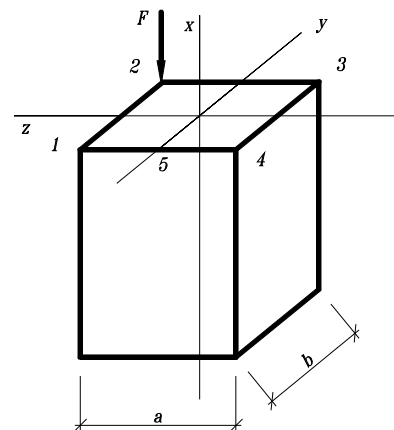
$$3) \quad y = \frac{W_z}{M_z} \cdot \frac{N}{b \cdot h}; \quad 4) \quad y = -\frac{J_z}{M_z} + \frac{N}{b \cdot h}; \quad 5) \quad y = -\frac{J_z}{M_z} + \frac{N}{b \cdot h} z;$$

45. 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 .

$$1) \quad 100 \text{ см}^3; \quad 2) \quad 150 \text{ см}^3; \quad 3) \quad 160 \text{ см}^3; \quad 4) \quad 120 \text{ см}^3; \quad 5) \quad 115 \text{ см}^3.$$

46. Назовите напряженное состояние бруса

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



47. Какой теории прочности соответствует эквивалентное напряжение

$$\sigma_{\text{э}} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}$$

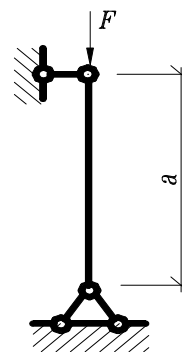
- 1) первой; 2) второй; 3) третьей; 4) четвертой;

48. По какой формуле определяется момент сопротивления изгибу

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

49. 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) $\mu = 2$;



50. Среда называется, если ее свойства по всем направлениям одинаковы.

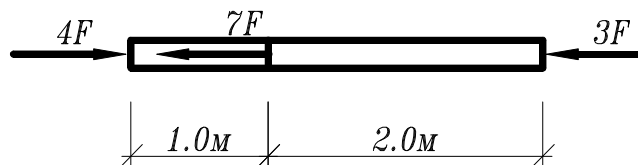
- 1) сплошной 2) однородной 3) изотропной 4) упругой 5) ортотропной

51. 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) $\int \rho^2 dA$;

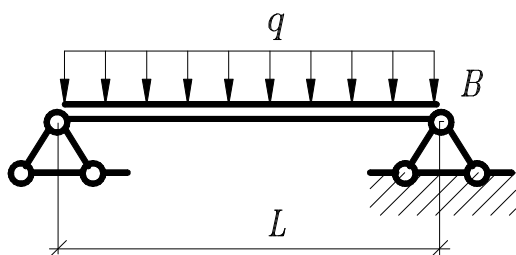
52. Определить наибольшее по абсолютной величине продольное усилие.

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



53. Определить вертикальную реакцию в опоре В.

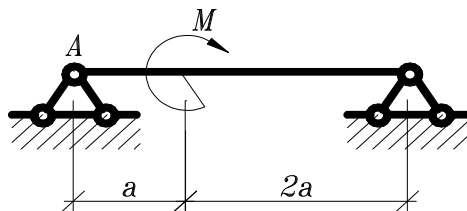
- 1) ql ; 2) $0.4ql$; 3) $0.5ql$; 4) 0; 5) $0.6ql$;



54. Определить реакцию опоры А.

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

4) $\frac{M}{3a}$; 5) $\frac{M}{2a}$;



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

56. 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) $\sigma = \frac{Mz}{W_z}$;

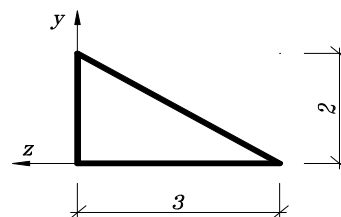
57. По какой из представленных формул определяется перемещение стержня при растяжении - сжатии?

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) $\Delta l = \frac{Ml}{GA}$;

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

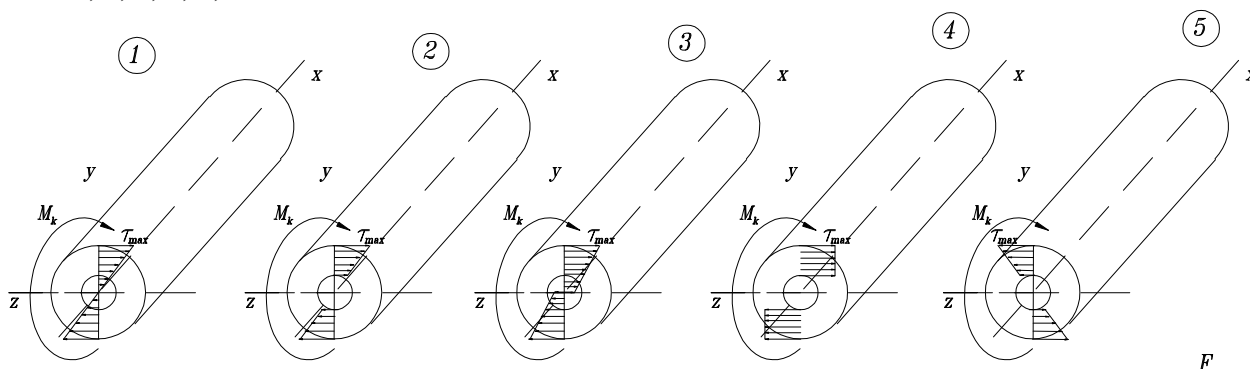
1) $J_z = 2 \text{ см}^4$; 2) $J_z = 6 \text{ см}^3$; 3) $J_z = 2 \text{ см}^3$;

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



59. Какая из эпюр касательных напряжений при кручении полого цилиндра правильна?

Ответ: 1)2)3)4)5)

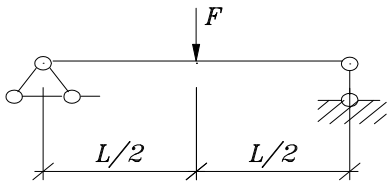
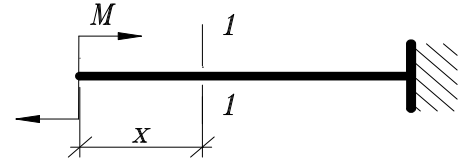


60. По какой формуле определяются касательные напряжения при поперечном изгибе

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) $\tau = \frac{Qy}{W}$;

61. Найти изгибающий момент в сечении 1-1:

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

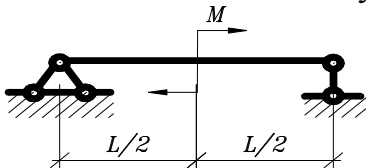


62. Найти максимальный по абсолютной величине изгибающий момент:

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

63. Найти максимальную по абсолютной величине поперечную силу

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



64. 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

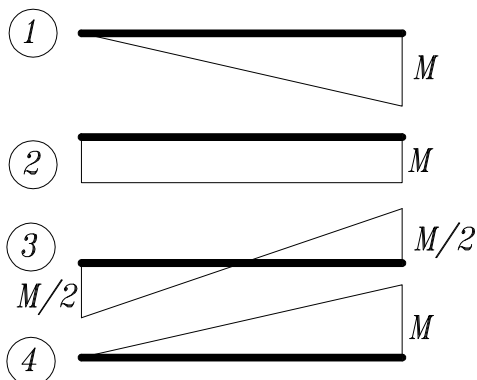
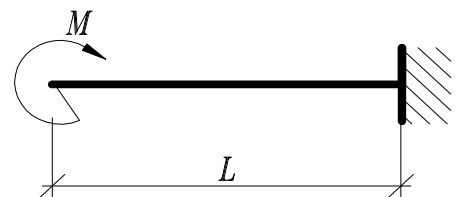
65. По какой из указанных формул определяются касательные напряжения в сечении балки при действии момента M_z и поперечной силы Q_y ?

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) $\tau = \frac{Q_y \cdot S_y^{omc}}{J_y \cdot b(y)}$;

66. 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;

67. укажите правильную эпюру изгибающих моментов

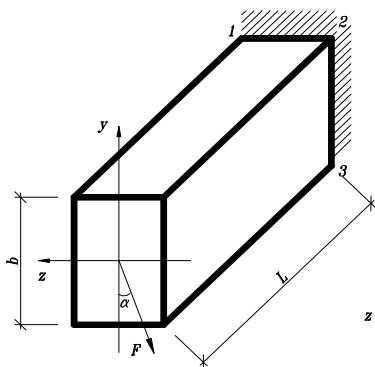


68. Укажите правильное условие прочности при изгибе

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

69. 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

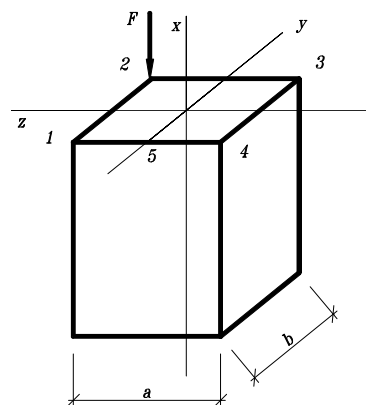


70. Установите вид напряженного состояния бруса

- 1) Кручение 2) Плоский изгиб 3) Косой изгиб 4) Сжатие

71. 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) $\sigma_x = -\frac{FS_z^{omc}}{J_z b}$;

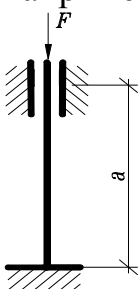


72. Какой теории прочности соответствует эквивалентное напряжение $\sigma_3 = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$

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

73. 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;



74. 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) $\mu = 2$;

75. Среда называется, если ее свойства по различным направлениям различны

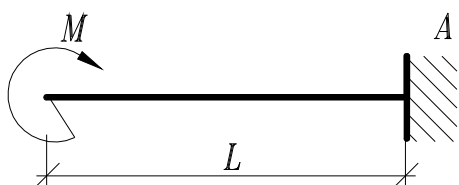
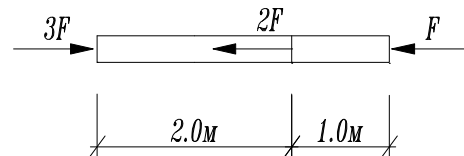
- 1) сплошной 2) однородной 3) изотропной 4) анизотропной 5) ортотропной

76. 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.

77. Определить наибольшее продольное усилие.

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

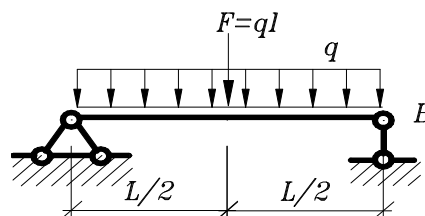


78. Определить реакцию в опоре A.

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

79. Определить реакцию опоры B.

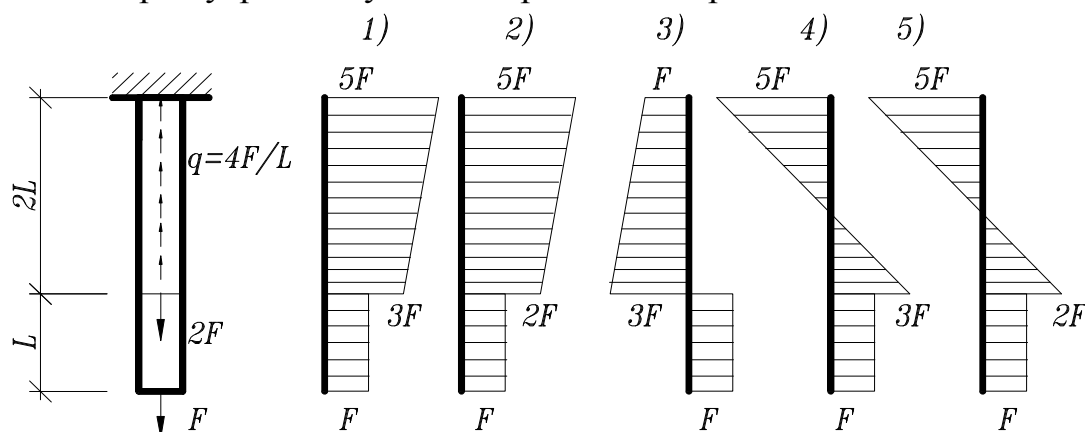
- 1) $\frac{ql}{4}$; 2) $\frac{ql}{2}$; 3) ql ; 4) $2ql$; 5) $\frac{2}{3}ql$;



80. Как записывается жесткость при растяжении или сжатии

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

81. Какая из эпюр внутренних усилий верна для стержня



82. 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) $\tau = \frac{Q}{A}$;

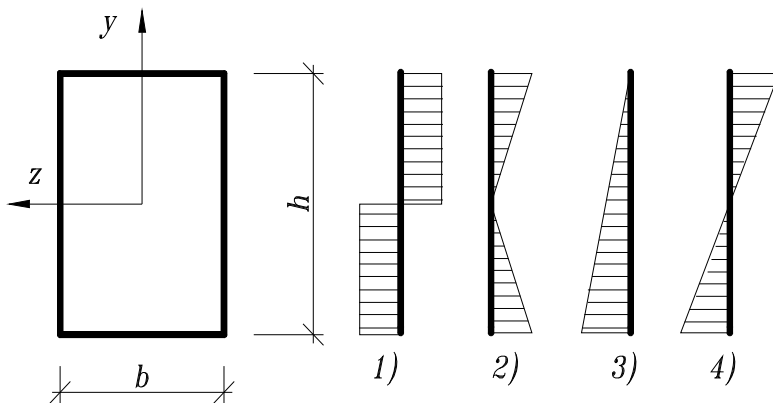
83. Какая из геометрических характеристик может быть отрицательной.

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

84. Укажите формулу касательных напряжений при кручении круглого вала

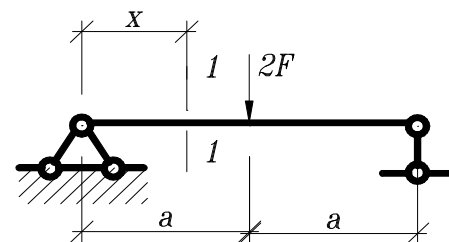
- 1) $\tau = \frac{M_x}{J_\rho} \rho$; 2) $\tau = \frac{M_x}{W_\rho}$; 3) $\tau = \frac{M_x}{GJ_\rho}$; 4) $\tau = \frac{M_x}{GJ_z} \rho$; 5) $\tau = \frac{M_x}{W_\rho} \rho$;

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



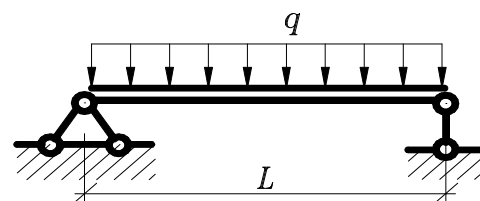
86. Найти изгибающий момент в сечении 1-1:

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

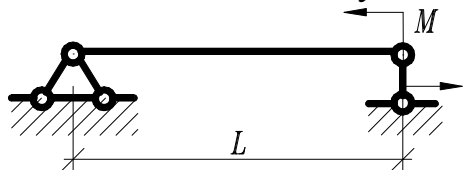


87. Найти максимальный по абсолютной величине изгибающий момент:

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



88. Найти максимальную по абсолютной величине поперечную силу



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

89. 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 xy
5) Линия сместится в отрицательном направлении y

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

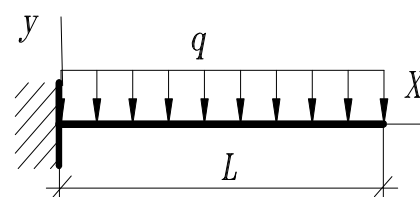
1) $W_z = \frac{J_z}{W_y}$; 2) $W_z = \frac{J_z}{|x_{\max}|}$; 3) $W_z = \frac{J_y}{|x_{\max}|}$; 4) $W_z = \frac{J_z}{|y_{\max}|}$; 5) $W_z = \frac{J_z}{|y_{\max}|}$;

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

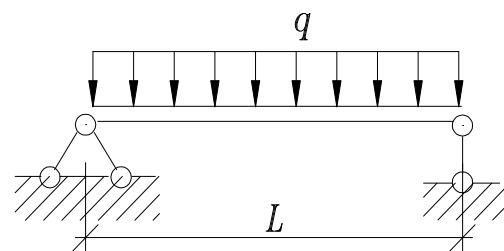
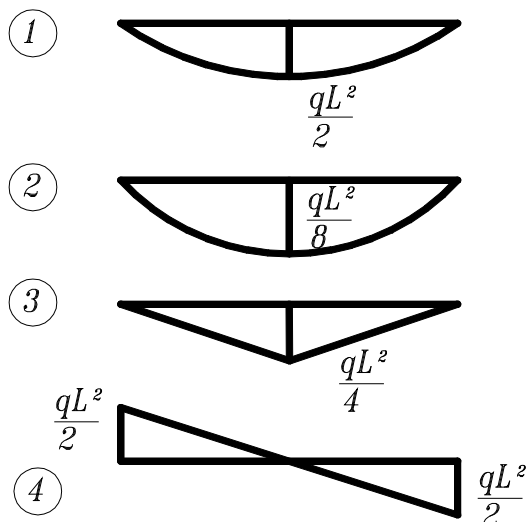
1) $EJy(x) = -\frac{ql^2}{2} \cdot \frac{x^2}{2} + ql \frac{x^3}{6} - q \frac{x^4}{24}$; 2) $EJy(x) = -\frac{qx^4}{24}$; 3)

$EJy(x) = -\frac{ql^2}{4} x^2 - \frac{qx^4}{24}$; 4) $EJy(x) = -ql \frac{x^2}{6} - q \frac{x^4}{24}$;

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



92. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов

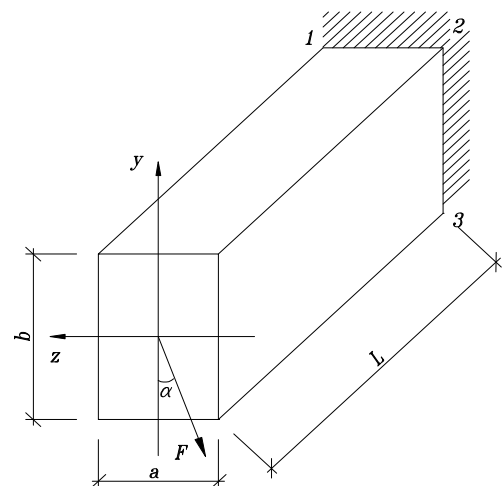


93. В стержне постоянного сечения возникает продольная сила $N = 10 \text{ кН}$. Расчетное сопротивление $R_p = 120 \text{ МПа}$. Исходя из прочности, определить площадь поперечного сечения $A [\text{см}^2]$

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

94. 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) $\sigma = M_x \cdot \frac{32}{\pi \cdot d^4}$;



95. По какой формуле определяются нормальные напряжения

1) $\sigma_x = \frac{F}{A}$; 2) $\sigma_x = \frac{F}{W_z}$; 3)

$$\sigma_x = \frac{M_z y}{J_z} + \frac{M_y \cdot z}{J_y};$$

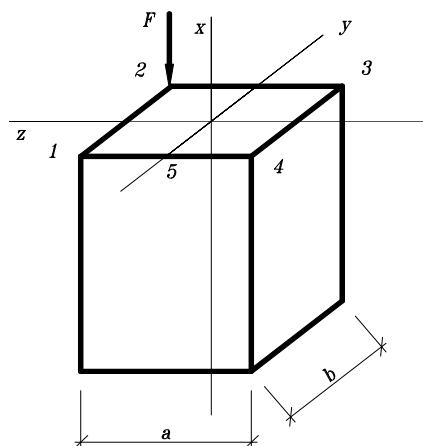
4) $\sigma_x = \frac{F}{A} + \frac{F y_k y}{J_z} + \frac{F z_k z}{J_y}$; 5) $\sigma_x = -\frac{F S_y^{omc}}{J_z \cdot b}$;

96. По какой формуле определяются положение z нейтральной линии

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

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

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

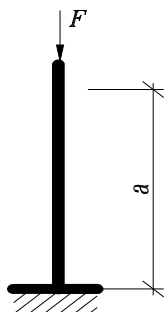


97. По какой теории записано условие прочности

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

98. 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



99. 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) $\mu = 2$;

100. Среда называется, если ее свойства по двум взаимно перпендикулярным направлениям различны.

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

101. Для каких расчетов используется центральный момент инерции плоского сечения.

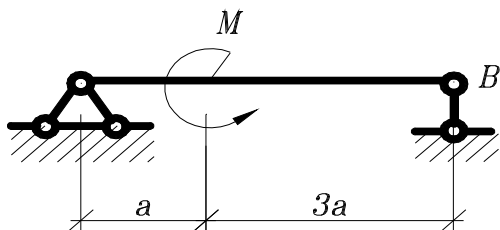
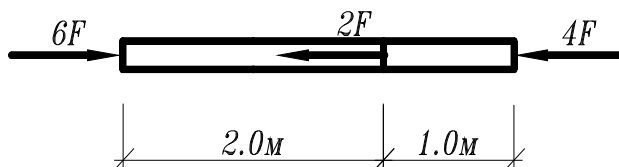
1) Для определения положения центра тяжести сечения. 2) При расчетах на жесткость

3) Для определения положения главных осей сечения. 4) При расчетах на устойчивость.

5) При расчетах на кручение.

102. Определение наибольшее продольное усилие.

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

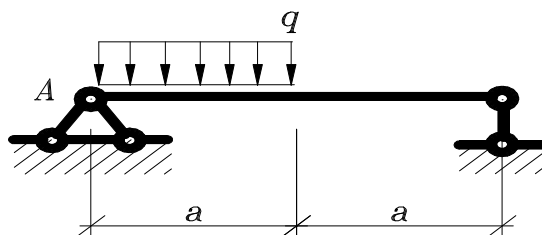


103. Определить реакцию в опоре В.

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

104. Определить реакцию опоры А.

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



105. 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) $\frac{\tau}{W_\rho} + \gamma l$; 4) $\frac{M}{W} + \gamma l$; 5) $\frac{M}{W} + \gamma l$;

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

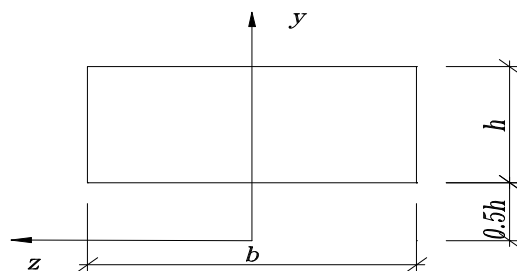
- 1) 0.02 см, 2) 0.065 см, 3) 0.075 см, 4) 0.08 см, 5) 0.045 см.

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

- 1) G 2) E 3) ν 4) K 5) λ

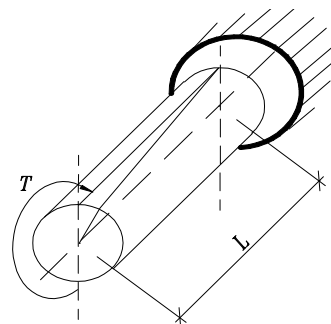
108. Укажите правильное значение момента инерции относительно оси z

- 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) $J_z = bh^3 / 3 + bh^3$;

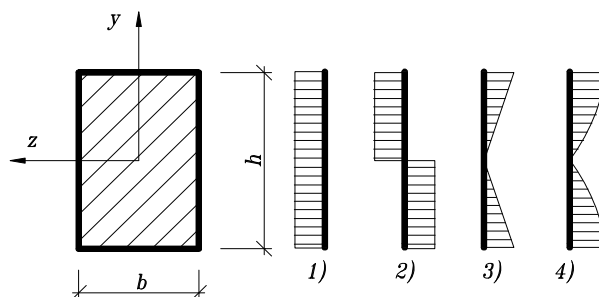


109. Укажите формулу угла закручивания круглого вала

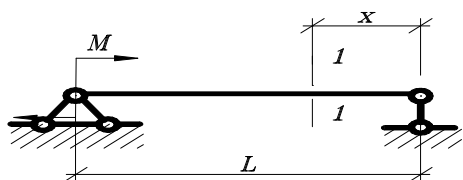
- 1) $\varphi = \frac{M_x l}{J \rho}$; 2) $\varphi = \frac{M_x}{G J \rho} \rho$; 3) $\varphi = \frac{M_x}{J \rho}$; 4) $\varphi = \frac{M_x}{G J \rho}$;
5) $\varphi = \frac{M_x}{G J \rho} l$;



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



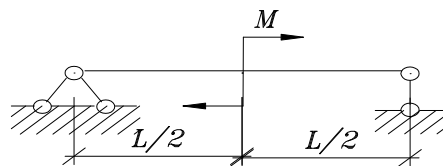
111. найти изгибающий момент в сечении 1-1:

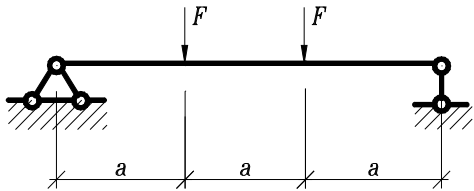


- Ответы: 1) $\frac{M}{l} x$ 2) Mx 3) $\frac{Mx^2}{2}$
4) 0 5) $\frac{M}{2}$

112. Найти максимальный по абсолютной величине изгибающий момент:

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





113. Найти максимальную по абсолютной величине поперечную силу

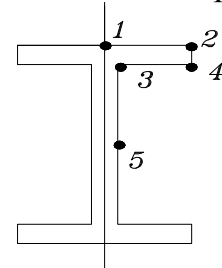
- 1) $2F$ 2) $\frac{F}{2}$ 3) F 4) Fa 5) $\frac{F}{4}$

114. 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.

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

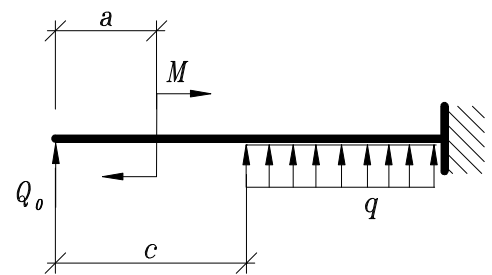
- 1) $m.1$ 2) $m.2$ 3) $m.3$ 4) $m.4$ 5) $m.5$



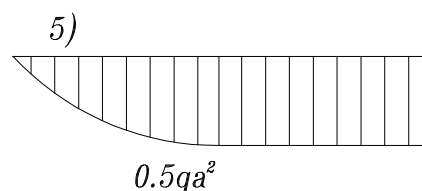
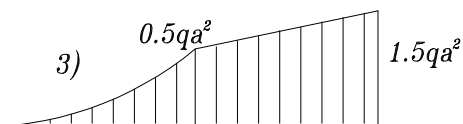
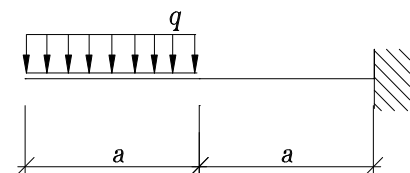
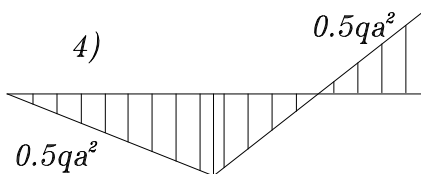
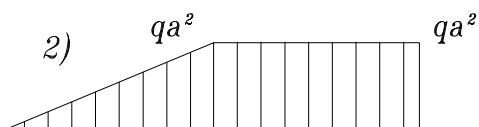
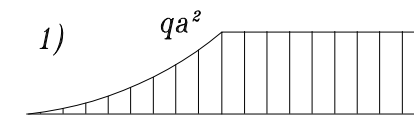
116. Ниже записано универсальное уравнение углов поворота оси изогнутой балки, содержащее одно лишнее слагаемое. Требуется устранить лишнее (одно из пяти) слагаемое.

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

- 1) 2) 3) 4) 5)



117. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов

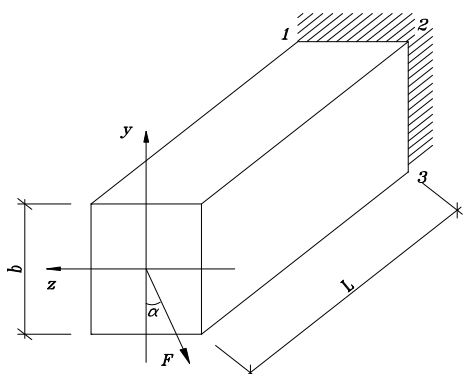


118. В балке возникает максимальный момент $\max M_x = 18 \text{ кН} \cdot \text{м}$, расчетное сопротивление $R_u = 150 \text{ МПа}$. Исходя из условия прочности, определить осевой момент сопротивления W_x .

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

119. 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) $\tau=\frac{32Q_y}{d^2}$.

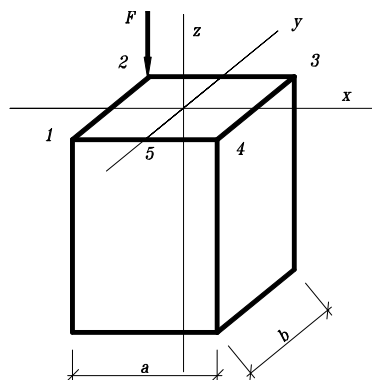


120. По какой формуле определяется положение нейтральной линии

- 1) $\operatorname{tg} \beta = \frac{\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_{\max}}$; 2) $\operatorname{tg} \beta = \frac{J_y}{J_z} \operatorname{tg} \alpha$;
3) $y=0$; 4) $\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y}$;

121. Определить вид напряженного состояния

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



122. Какой теории прочности соответствует условие прочности $\sigma_1 - \nu(\sigma_2 + \sigma_3) < R$.

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

123. По какой формуле определяется критическая

сила, если $\lambda_{\text{факт}} < \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_{p.2}}}$

- 1) По формуле Эйлера 2) по формуле Журавского
3) по формуле Ясинского 4) по формуле Вейлера
5) по формуле центрального сжатия



124. Покажите правильную запись формулы Эйлера

- 1) $F = \frac{\pi El}{(l)^2}$; 2) $F = \frac{\pi EW}{(\mu l)}$; 3) $F = \frac{\pi^2 El}{(\mu l)^2}$; 4) $F = \frac{\pi^2 EJ}{(\mu l)^2}$; 5) $F = \frac{E \lambda}{(\mu l)^2}$;

7.3.5. Вопросы для зачета

1. Чистый сдвиг: главные напряжения и деформации, закон Гука, модуль упругости при сдвиге, абсолютный и относительный сдвиг.
2. Кручение прямого стержня сплошного круглого поперечного сечения: определение напряжений и углов закручивания; расчет прочности стержней из хрупкого и пластичного материалов.
3. Свободное кручение стержня прямоугольного и тонкостенного сечений, расчет прочности и жесткости.
4. Устойчивость центрально сжатых стержней: вывод формулы Эйлера для стержня с шарнирно опертыми концами, модификация формулы Эйлера при других способах закрепления, критическое напряжение, гибкость стержня, допускаемые напряжения, условия применимости формулы Эйлера. Расчет устойчивости при напряжениях, превосходящих предел пропорциональности, формула Ясинского. Расчет с помощью коэффициента снижения расчетного сопротивления. Понятие о устойчивости плоской формы изгиба балок.
5. Концентрация напряжений: задача Колосова, влияние концентрации напряжений на прочность, частные случаи задачи Колосова, теоретический и эффективный коэффициенты концентраций напряжений.
6. Усталость материалов, предел выносливости и его определение; расчет прочности при совместном действии постоянных и переменных нагрузок.
7. Динамические нагрузки и расчеты. Масса тела, сила инерции, принцип Даламбера. Направления изучения динамических процессов.
8. 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.
9. Продольно-поперечный изгиб стержня, определение прогибов, наибольших нормальных напряжений, условия прочности и жесткости.
10. Тонкостенные оболочки: основные понятия и допущения безмоментной теории расчета, вывод уравнения Лапласа.

7.3.6. Вопросы для экзамена

Не предусмотрен учебным планом.

7.3.7. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Кручение стержней.	(ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).	Тест Зачет с оценкой
2	Устойчивость сжатых стержней	(ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).	Тест Зачет с оценкой
3	Продольно-поперечный изгиб стержня.	(ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).	Тест Зачет с оценкой
4	Динамические и периодические нагрузки.	(ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).	Тест Зачет с оценкой

5	Основы расчета пластин и оболочек.	(ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).	Тест Зачет с оценкой
6	Сложное сопротивление стержня	(ОПК-1, ОПК-2), (ПК-2,13,14,15).	Тест Зачет с оценкой

7.4. Порядок процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности на этапе промежуточного контроля знаний

Зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи контрольных работ и (или) путем организации специального опроса, проводимого в устной и (или) письменной форме.

Во время проведения зачета с оценкой обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

1. Методические указания к контрольной работе и задачам по курсу "Сопротивление материалов" для студ. всех спец. (№985)/А. В. Резунов, А. Н. Синозерский. «Расчет балки на прочность» - Воронеж, гос. архит.-строит. ун-т; - Воронеж: [б. и.], 2013. - 21 с.

2. Методические указания к контр. работе и задачам по курсу "Сопротивление материалов" для студ. всех спец. (№986)/ А.В.Резунов, А.Н. Синозерский. «Расчет балки на жесткость» - Воронеж: [б. и.], 2013. - 27 с.

3. Методические указания к расчетно-графической работе по курсу 'Сопротивление материалов' для студ. всех специальностей дневной и заочной форм обучения (№697)/ Биджиев Р.Х. «Расчет центрально сжатых стержней на устойчивость» - Воронеж, гос. архит.-строит. акад.; Воронеж: [б. и.], 1999. - 24с. + апр. 2006г.

4. Методические указания к расчетно-графической работе (№ 317) /В.А. Баранов А.Н. Аверин, А.Ф. Хмыров. «Расчет призматического бруса на действие сложной системы сил», 1986.

5. Методические указания к расчетно-графической работе (№447) / Баранов В.А., Б.Г. Попов, Н.П. Шатрова, М.В. Шитикова. «Расчет тонкостенного стержней открытого профиля», ВИСИ, 1989. - 66с.

6. Синозерский А.Н. Лабораторные работы по сопротивлению материалов: Учеб. пособие / Воронеж. гос. арх. - строит. акад. – Воронеж, 1993 г.- 242 с.

7. Сборник расчетных работ по сопротивлению материалов на базе персональных ЭВМ: Учебн. пособие / В.С. Сафронов, А.Н. Синозерский, М.В. Шитикова и др. Под общ. ред. В.С. Сафронова: ВГАСА, Воронеж, 1995. – 170 с.

8. Просанов С.В. Лабораторные работы по сопротивлению материалов / Под ред. проф. В.С. Костромина – Воронеж. инж. – строит. инстит.- Воронеж, 1973 г. – Часть I, 100 с.; Часть II, 104 с.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать 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 консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, решение задач на практических занятиях и выполненные задания.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

Основная литература:

1. Исаченко В.В., Мартыросов М.И., Щербаков В.И. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ. Руководство к решению задач: *учебное пособие*. – В 2-х ч. – Ч. 1 / Под ред. В.В. Исаченко. – Изд. 2-е, испр. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 288 с.

2. Варданян Г.С., Андреев В.И., Атаров Н.М., Горшков А.А. Соппротивление материалов с основами теории упругости и пластичности. М.: Инфра-М, 2010.

3. Варданян Г.С., Атаров Н.М., Горшков А.А. Соппротивление материалов с основами строительной механики. М.:Инфра-М, 2011.

4. Атаров Н.М. Соппротивление материалов в примерах и задачах, М.:Инфра-М, 2010.

Дополнительная литература:

1. Щербакова, Ю. В. Соппротивление материалов : Учебное пособие / Щербакова Ю. В. — Саратов : Научная книга, 2012 .— 159 с.

2. Кирсанова, Э. Г. Соппротивление материалов : Учебное пособие / Кирсанова Э. Г. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2012 .— 110 с.

10.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:

1. Информационная система «Стройконсультант».

2. Компьютерные расчетные программные комплексы SCAD, ЛИРА, STARK_ES.

3. Компьютерные графические программные комплексы AutoCAD, КОМПАС-3D.

4. Учебные кинофильмы, слайды, плакаты.

Помимо этого:

- консультирование посредством электронной почты;
 - использование презентаций при проведении лекционных занятий;
- приобретение знаний в процессе общения со специалистами в области проектирования на профильных специализированных сайтах (форумах).

10.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):

1. <http://cchgeu.ru/university/library/elektronnyy-katalog/> Электронный каталог библиотеки ВГАСУ.
2. <http://www.I-exam.ru>. (Интернет – тренажеры (ИТ)). Разработанные НИИ мониторинга качества образования.
3. <http://www.fepo.ru>. (репетиционное тестирование при подготовке к федеральному Интернет - экзамену).

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Требования к условиям реализации дисциплины

№ 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, Note-book.
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 практических занятий.	Аудитория должна быть оборудована как 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	IBM PC-совместимые персональные компьютеры.	Практические занятия.	Процессор серии не ниже Pentium IV. Оперативная память не менее 512 Мбайт. 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.

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)

Проведение контроля готовности студентов к выполнению лабораторных работ, рубежного и промежуточного контроля, уровня усвоения знаний по разделам дисциплины рекомендуется проводить в компьютерном классе с использованием сертифицированных тестов.

Итоговый контроль осуществляется после защиты каждого раздела курса.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»

Руководитель ОПОП к.т.н., проф.  Ткаченко А.Н.
(занимаемая должность, ученая степень и звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией строительного факультета

« 30 » 08 2017 г., протокол № 1.
Председатель: к.э.н., проф.  Власов В.Б.
учёная степень и звание, подпись (инициалы, фамилия)

Эксперт ООО «Строй Вектор»  директор Болотских Л.В.
(место работы) (занимаемая должность) (подпись) (инициалы, фамилия)



МП
организации