

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан дорожно-транспортного факультета



\_\_\_\_\_/А.В. Еремин/  
«23» апреля 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)

«Сопротивление материалов»

**Направление подготовки (специальность)** – 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

**Профиль (специализация)** – Сервис автомобилей и базовых шасси строительных машин

**Квалификация выпускника** - Бакалавр

**Программа подготовки** – Академический бакалавриат

**Нормативный период обучения** – 4 года

**Форма обучения** – Очная

**Год начала подготовки** 2019 г.

Автор программы \_\_\_\_\_ Без \_\_\_\_\_ / Н.А. Барченкова /

Заведующий кафедрой  
строительной механики \_\_\_\_\_ В.А. Козлов \_\_\_\_\_ / В.А. Козлов /

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ Н.М. Волков \_\_\_\_\_ / Н.М. Волков /

Воронеж 2019 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Дисциплина «Сопротивление материалов» имеет своей целью подготовить будущего специалиста к решению простейших задач сопротивления материалов и расчета деталей машин.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачи дисциплины - дать студенту фундаментальные знания о напряженно-деформированном состоянии стержней и стержневых систем под действием различных нагрузок, необходимые представления о работе конструкций, расчетных схемах, задачах расчета стержневых систем и деталей машин на прочность, жесткость и выносливость.

Приобретенные знания способствуют формированию инженерного мышления.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Сопротивление материалов» относится к дисциплинам базовой части блока Б1 учебного плана.

*Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, необходимым для изучения данной дисциплины.*

Изучение дисциплины «Сопротивления материалов» требует основных знаний, умений и компетенций студента по курсам: математика, физика, информатика, теоретическая механика.

Студент должен:

**Знать:** фундаментальные основы высшей математики, современные средства вычислительной техники, основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории классической физики.

**Уметь:** самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по строительным наукам; работать на персональном компьютере, пользоваться основными офисными приложениями, применять полученные знания по физике и теоретической механике при изучении курса

**Владеть:** первичными навыками и основными методами практического использования современных компьютеров для выполнения математических расчетов, оформления результатов расчета, современной научной литературой.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ОПК-1 - способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

ОПК-3 - готовностью применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов

ПК-41 - способностью использовать современные конструкционные материалы в практической деятельности по техническому обслуживанию и текущему ремонту транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	<p><b>Знать</b> теоретические основы решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</p>
	<p><b>Уметь</b> решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</p>
	<p><b>Владеть</b> практическими приемами и навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</p>
ОПК-3	<p><b>Знать</b> теоретические основы системы фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов</p>
	<p><b>Уметь</b> использовать систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических</p>

	машин и комплексов <b>Владеть</b> практическими приемами и навыками применения системы фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов
ПК-41	<b>Знать</b> теоретические основы использования современных конструкционных материалов в практической деятельности по техническому обслуживанию и текущему ремонту транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
	<b>Уметь</b> самостоятельно использовать современные конструкционные материалы в практической деятельности по техническому обслуживанию и текущему ремонту транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
	<b>Владеть</b> навыками и основными методами использования современных конструкционных материалов в практической деятельности по техническому обслуживанию и текущему ремонту транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Сопротивление материалов» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр
		ы
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
В том числе:		3
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	90	90
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+

Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

## 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	Основные понятия.	Задачи сопротивления материалов и ее место среди других дисциплин. Основные принципы и гипотезы. Метод сечений.	1	-	1	2	4
2	Геометрические характеристики поперечных сечений стержней.	Статические моменты и моменты инерции сечений. Главные оси и главные моменты инерции.	1	2	-	8	11
3	Центральное растяжение и сжатие стержней.	Продольные силы, напряжения и перемещения. Закон Гука. Механические свойства материалов. Расчеты на прочность при растяжении и сжатии.	2	2	8	8	20
4	Плоское напряженное состояние	Напряжения при плоском напряженном состоянии. Главные площадки и главные напряжения. Основы теорий прочности.	1	1	-	8	10
5	Кручение стержня круглого сечения.	Крутящий момент, напряжения, углы закручивания. Расчет на прочность и жесткость.	2	2	3	8	15
6	Внутренние усилия в балках и рамах при изгибе.	Изгибающий момент, продольная и поперечная силы. Построение эпюр	2	4	-	10	16

		внутренних усилий.					
7	Напряжения в стержнях при изгибе.	Нормальные и касательные напряжения при изгибе. Главные напряжения. Расчет балок на прочность.	2	2	2	10	16
8	Деформации балок	Углы поворота сечения и прогибы балок. Уравнение прогибов. Условие жёсткости.	1	1	1	2	5
9	Устойчивость стержней	Критерии устойчивости. Критическая сила. Формулы Эйлера и Ясинского. Совмещённый расчёт прочности и устойчивости.	2	2	2	10	16
10	Сложное сопротивление.	Основные виды сложного сопротивления. Нормальные и касательные напряжения. Расчеты на прочность.	2	1	1	8	12
11	Динамические и периодические нагрузки	Динамический коэффициент при движении с ускорением и при ударе. Усталостная прочность.	1	1	-	8	10
12	Концентрация напряжений	Концентраторы напряжений, коэффициент концентрации напряжений.	1	-	-	8	9
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>90</b>	<b>144</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Определение модуля упругости коэффициента Пуассона стали при растяжении.
2. Демонстрация принципа Сен-Венана

3. Испытание малоуглеродистой стали на растяжение и сжатие.
4. Испытания чугуна на растяжение и сжатие.
5. Измерение твердости металлов по Бринеллю и по Роквеллу.
6. Испытания стали на срез.
7. Испытание на кручение стального и чугунного образцов круглого поперечного сечения.
8. Определение напряжений при плоском изгибе стальной балки двутаврового сечения.
9. Деформации стальной двутавровой балки.
10. Устойчивость гибкой стойки.

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

Курсовой проект, курсовые и контрольные работы для студентов учебным планом не предусмотрены.

Тематика расчётно-графических работ

РГР № 1 "Расчёт геометрических характеристик плоской фигуры"

РГР № 2 "Расчет прочности и жесткости стержня переменного сечения".

РГР № 3 "Расчет простой балки на прочность и жесткость".

РГР № 4 "Расчет устойчивости гибких стержней".

## **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 теоретические основы решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и	Полнота знаний	Полное или частичное посещение лекционных и	Частичное посещение лекционных, практических и

	библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности		практических занятий. Выполненные лабораторные работы и РГР	лабораторных занятий. Неудовлетворительно выполненные лабораторные работы и РГР
	<b>Уметь</b> решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Наличие умений	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные лабораторные работы и РГР. Умение выполнять стандартные задания	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные лабораторные работы и РГР. Неумение выполнять стандартные задания
	<b>Владеть</b> практическими приемами и навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Наличие навыков	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные лабораторные работы и РГР. Умение выполнять прикладные задания	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные лабораторные работы и РГР. Неумение выполнять прикладные задания
ОПК-3	<b>Знать</b> теоретические основы системы фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов	Полнота знаний	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные лабораторные работы и РГР	Частичное посещение лекционных, практических и лабораторных занятий. Неудовлетворительно выполненные лабораторные работы и РГР
	<b>Уметь</b> использовать систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации	Наличие умений	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные лабораторные работы и РГР	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные лабораторные работы и РГР

	транспортно-технологических машин и комплексов		лабораторных работ и РГР. Умение выполнять стандартные задания	работ и РГР. Неумение выполнять стандартные задания
	<b>Владеть</b> практическими приемами и навыками применения системы фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов	Наличие навыков	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные лабораторных работ и РГР. Умение выполнять прикладные задания	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные лабораторных работ и РГР. Неумение выполнять прикладные задания
ПК-41	<b>Знать</b> теоретические основы использования современных конструкционных материалов в практической деятельности по техническому обслуживанию и текущему ремонту транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	Полнота знаний	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные лабораторных работ и РГР	Частичное посещение лекционных, практических и лабораторных занятий. Неудовлетворительно выполненные лабораторные работы и РГР
	<b>Уметь</b> самостоятельно использовать современные конструкционные материалы в практической деятельности по техническому обслуживанию и текущему ремонту транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	Наличие умений	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные лабораторных работ и РГР. Умение выполнять стандартные задания	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные лабораторных работ и РГР. Неумение выполнять стандартные задания
	<b>Владеть</b> навыками и основными методами использования современных конструкционных материалов в практической деятельности по техническому обслуживанию и текущему ремонту транспортных и транспортно-технологических машин	Наличие навыков	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные лабораторных

	и оборудования		лабораторных работ и РГР. Умение выполнять прикладные задания	работ и РГР. Неумение выполнять прикладные задания
--	----------------	--	------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

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

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	<b>Знать</b> теоретические основы решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<b>Уметь</b> решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Решение стандартных 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
	<b>Владеть</b> практическими приемами и навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований	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

	информационной безопасности					
ОПК-3	<b>Знать</b> теоретические основы системы фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<b>Уметь</b> использовать систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов	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
	<b>Владеть</b> практическими приемами и навыками применения системы фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов	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
ПК-41	<b>Знать</b> теоретические основы использования современных конструкционных материалов в практической деятельности по техническому обслуживанию и текущему ремонту транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	<b>Уметь</b> самостоятельно использовать современные конструкционные материалы в практической деятельности по техническому обслуживанию и текущему ремонту транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	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
	<b>Владеть</b> навыками и основными методами использования современных конструкционных материалов в практической деятельности по техническому обслуживанию и текущему ремонту транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	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 (типовые 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**

При изучении дисциплины «сопротивление материалов» первым этапом, предшествующим решению, как стандартных, так и прикладных задач, является изучение и освоение теоретического материала. В связи с этим предлагаются открытое тестирование на знание теории, где отсутствуют варианты ответов, и студент должен дать ответ самостоятельно.

**1.** Какие геометрические характеристики поперечных сечений стержней, и в какой последовательности необходимо найти при выполнении расчетов на прочность, жесткость и устойчивость. Приведите их строгие математические определения и расчетные формулы.

Ответ:

Площадь

$$A = \int_A dA > 0 [м^2]$$

$$A = \sum_{i=1}^n A_i$$

Статические моменты

$$S_y = \int_A z dA; \leq, \geq 0, [м^3]$$

$$S_y = \sum_{i=1}^n z_{ci} * A_i$$

$$S_z = \int_A y dA; \leq, \geq 0, [м^3]$$

$$S_z = \sum_{i=1}^n y_{ci} * A_i$$

Осевые моменты инерции

$$J_y = \int_A z^2 dA; > 0, [м^4]$$

$$J_{yc} = \sum_i (J_{y_{ci}} + z_i^2 A_i)$$

$$J_z = \int_A y^2 dA; > 0, [м^4]$$

$$J_{zc} = \sum_i (J_{z_{ci}} + y_i^2 A_i)$$

Центробежные моменты инерции

$$J_{yz} = \int_A yz dA; \leq, \geq 0, [м^4]$$

$$J_{zc} = \sum_i (J_{z_{ci}} + y_i^2 A_i)$$

Среди всех взаимно ортогональных центральных осей  $Y_c, Z_c$  полученных путем вращения вокруг центра тяжести фигуры  $S$ , выделяют две главные центральные оси инерции ( $Y_{max(I)}, Z_{min(II)}$ ), которые имеют следующие свойства:

1. взаимно ортогональны;
2. проходят через центр тяжести фигуры;
3. осевые моменты инерции относительно них принимают экстремальные значения  $J_{max}, J_{min}$ ;
4. центробежный момент инерции равен нулю.

Главные центробежные моменты инерции рассчитываются по формуле

$$J_{\substack{max(I) \\ min(II)}} = \frac{J_{yc} + J_{zc}}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{J_{yc} - J_{zc}}{2}\right)^2 + J_{yczc}^2}$$

Положение главных центральных осей

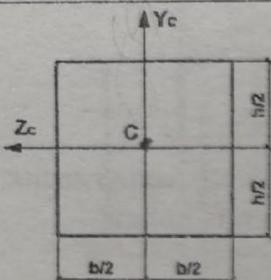
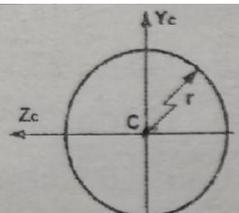
$$tg \alpha_{max} = J_{yczc} / (J_{zc} - J_{max})$$

Главные радиусы инерции

$$i_{\substack{max(I) \\ min(II)}} = \sqrt{J_{\substack{max(I) \\ min(II)}} / A}$$

2. Приведите табличные значения основных геометрических характеристик в собственных центральных осях простейших плоских геометрических фигур.

Ответ:

Моменты инерции простейших фигур				
Фигура	Формулы для расчета геометрических характеристик			
	A	$J_{yc}$	$J_{zc}$	$J_{yczc}$
	$h \cdot b$	$\frac{h \cdot b^3}{12}$	$\frac{b \cdot h^3}{12}$	0
	$\pi \cdot r^2$	$\frac{\pi \cdot r^4}{4}$	$\frac{\pi \cdot r^4}{4}$	0

3. Что называется центральным растяжением (сжатием) прямого бруса. Какие внутренние усилия необходимо определить. Какой метод используется для их расчета.

Ответ:

Растяжение (сжатие) – это такой вид нагружения стержня, при котором в его

поперечном сечении возникает внутренняя продольная сила  $N$ , действующая вдоль центральной оси  $x$ .

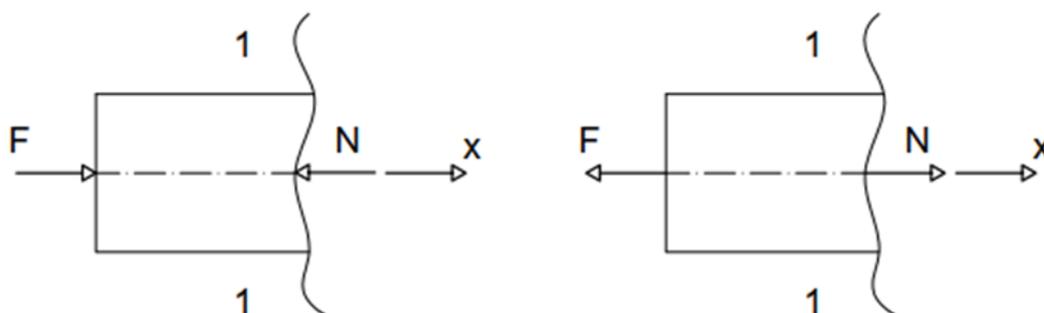
Продольная сила  $N$  – это равнодействующая всех внутренних сил в сечении, направленная по нормали к нему. Расчет продольная сила  $N$  выполняется методом сечений т.е. рассматривается равновесие произвольной отсеченной части бруса:  $\sum_x = 0 : F_1 + F_2 + \dots + N = 0$

Правило знаков для продольной силы  $N$ : при растяжении продольная сила положительна, при сжатии – отрицательна.

График изменения продольных сил по длине стержня называется эпюрой продольной силы.

4. Какие напряжения возникают в поперечном сечении бруса при его растяжении (сжатии), приведите формулу и укажите назначение этих расчетов.

Ответ:



Нормальные напряжения в сечении при растяжении (сжатии) вычисляются по формуле  $\sigma = \frac{N}{A}$ , где  $A$  – площадь поперечного сечения, а  $N$  – внутреннее продольное усилие.

Расчет напряжений необходим для проверки прочности. Условия прочности в сжатой и растянутой зонах таковы:

$$\max|\sigma_x^-| \leq R^-;$$

$$\max|\sigma_x^+| \leq R^+;$$

где  $\sigma_x$  положительны при растяжении и отрицательны при сжатии, а  $R^+$  и  $R^-$  соответствующие расчетные сопротивления материала.

5. Расчет продольных и поперечных деформаций при центральном растяжении (сжатии). Его назначение.

Ответ:

При растяжении в продольном направлении стержень удлиняется, а его поперечные размеры уменьшаются, при сжатии, напротив, в продольном направлении стержень укорачивается, а его поперечные размеры увеличиваются;  $\Delta l$  – абсолютное удлинение или укорочение участка стержня длиной  $l$ ,  $\Delta b$ ,  $\Delta h$  – абсолютные поперечные деформации.

Экспериментально установлено, что в определенной области нагрузок при упругом поведении материала справедлив закон Гука (в абсолютной форме приведен ниже)

$\Delta l = \frac{Nl}{EA}$ , где  $E$  – модуль упругости при центральном растяжении (сжатии) Юнга, это физическая const. Для каждого из материалов величина модуля упругости имеет свое

значение: сталь,  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа, медь,  $E = 1 \cdot 10^5$  МПа, алюминий,  $E = 0,7 \cdot 10^5$  МПа.  
Значение модуля упругости  $E$  устанавливается экспериментально.

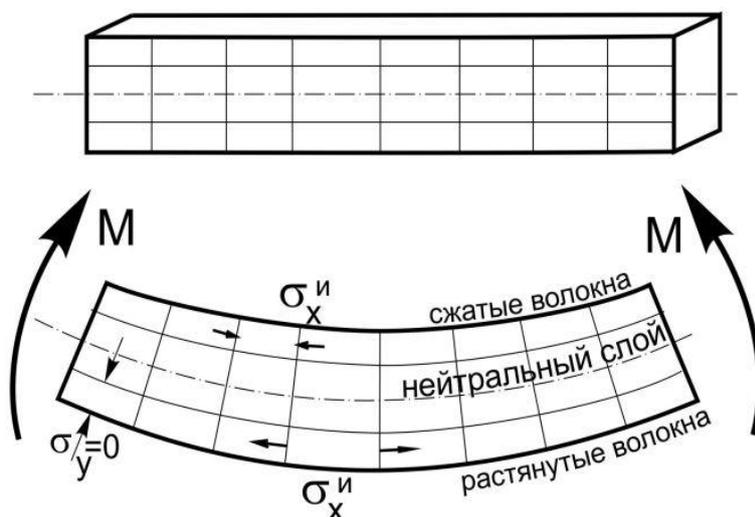
Произведение  $EA$  – называется жесткостью стержня при растяжении – сжатии.

Относительная продольная деформация  $\varepsilon_x = \frac{\Delta l}{l}$ , поперечные деформации  $\varepsilon_y = \varepsilon_z = -\nu\varepsilon_x$ , где  $\nu$  – коэффициент Пуассона (определяется экспериментально)  $0 < \nu \leq 0,5$   
Деформации необходимы для проверки жесткости. Условия жесткости для столба обычно записывают в виде  $|\Delta l| \leq l/n$ , где  $n$  изменяется в пределах от 200-1000.

**6.** Что называется плоским вертикальным изгибом бруса, каким методом определяются внутренние усилия. Особенности построения соответствующих эпюр, на чем основаны проверки правильности построения эпюр.

Ответ:

Плоский вертикальный изгиб – это такой вид деформации, при котором происходит искривление продольной оси балки в вертикальной плоскости.

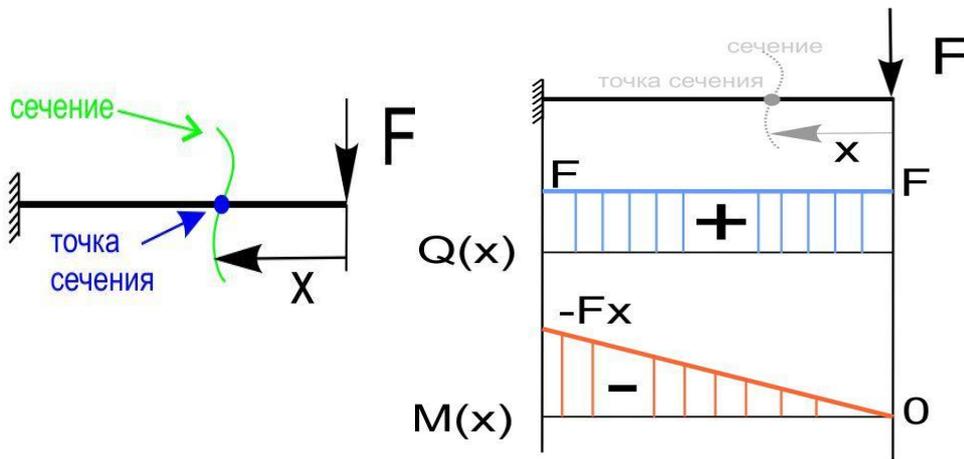


При этом в сечении возникают внутренние усилия  $Q_y$  – продольная сила,  $M_z$  – изгибающий момент.

Эюра — это график изменения величины, для которой он построен. Так эюра изгибающего момента — это график изменения внутреннего усилия — изгибающего момента по длине балки. Эюра внутреннего усилия — поперечной силы — аналогично, график ее изменения по длине балки.

Метод сечений при изгибе, заключается в рассмотрении равновесия отдельной части бруса  $\sum_y = 0, \sum \text{mom}(c) = 0$

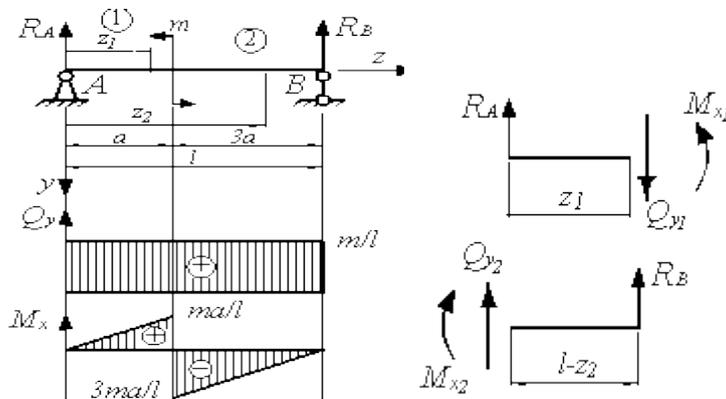
Проверка правильности построения эпюр  $Q_y, M_z$  основана на дифференциальных зависимостях при изгибе.



7. Приведите пример построения эпюр внутренних усилий в балке с двумя участками нагружения.

Ответ:

Построить эпюры внутренних усилий  $Q_y$ ,  $M_x$  для балки (см. рис.).



**Решение.**

1. *Определение опорных реакций*

Из уравнений равновесия

$$\sum M_A = R_B l + m = 0, \quad \sum M_B = -R_A l + m = 0$$

находим

$$R_A = -R_B = \frac{m}{l}.$$

2. *Определение  $Q_y$ ,  $M_x$  методом сечений (рис. б) и построение эпюр*

Из уравнений равновесия отсеченных частей балки находим

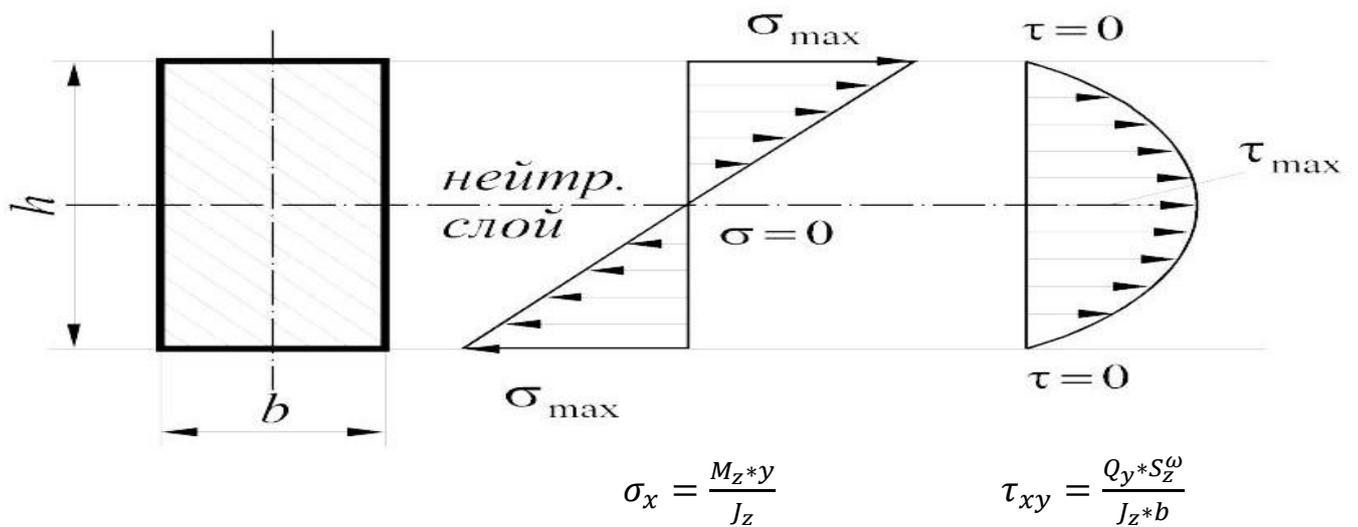
$$Q_{y1} = Q_{y2} = \frac{m}{l} = \text{const}, \quad M_{x1} = R_A z_1 = \frac{m}{l} z_1, \quad (0 < z_1 \leq a),$$

$$M_{x2} = R_B (l - z_2) = -\frac{m}{l} (4a - z_2), \quad (a \leq z_2 \leq 4a).$$

По полученным значениям строим эпюры (рис. а). Отметим, что сосредоточенный момент не повлиял на характер эпюры  $Q_y$ . На эпюре моментов сосредоточенный момент вызвал скачок на величину этого момента. Наклон прямых на эпюре моментов одинаков, что соответствует правилу Журавского.

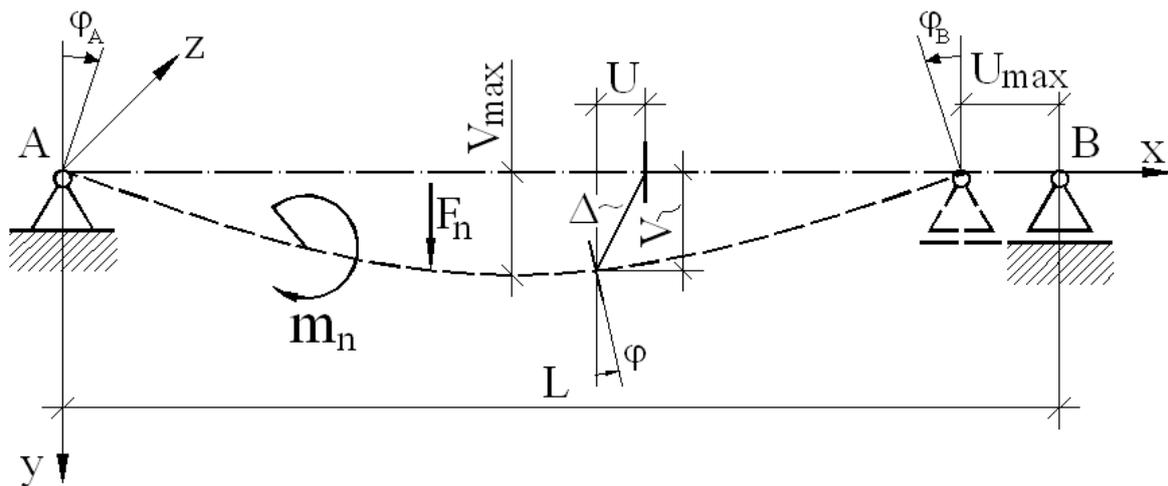
8. Какие напряжения возникают в поперечном сечении балки при вертикальном плоском изгибе. Приведите формулы и представьте характерные очертания эпюр.

Ответ:



9. Запишите дифференциальное уравнение оси изогнутой балки, с пояснениями.

Ответ:



Расчет деформаций связан с определением прогибов ( $v$ ) и углов поворота балки ( $v'$ ) и призван оценить её жесткость. Критерием оценки жесткости служит значение допускаемых прогибов  $[f]$ , составляющее  $\frac{1}{1000} \div \frac{1}{200}$  часть от плиты пролета  $L$  в зависимости от назначения сооружения. Условие жесткости имеет вид:

$v_{max} = \max|v(x)| \leq [f]$ , где  
 $v_{max}$  – максимальные прогибы,  
 $[f]$  – допускаемые прогибы.

Величины  $v$  и  $v'$  находят, интегрируя приближенное дифференциальное уравнение оси изогнутой балки:

$E * J * v''(x) = -M(x)$ , где

$E$  – модуль упругости материала,

$J$  – главный момент инерции поперечного сечения балки относительно оси  $z$ ,

$M(x)$  – изгибающий момент от нормативной поперечной нагрузки при плоском вертикальном поперечном изгибе балки, т.е.  $M_z(x)$ .

**10.** Приведите основные приемы метода выравнивания постоянных, используемого для расчета деформаций балки с несколькими участками нагружения при ее плоском вертикальном изгибе.

Для балки с несколькими участками нагружения необходимо на каждом участке рассматривать свое уравнение изогнутой оси балки.

На 1 участке:  $E * J * v_1''(x) = -M_1(x)$ ,

На 2 участке:  $E * J * v_2''(x) = -M_2(x)$ ,

.....

На n участке:  $E * J * v_n''(x) = -M_n(x)$ .

В результате интегрирования этих уравнений на каждом участке появляются свои константы  $C_1, D_1; C_2, D_2 \dots C_n, D_n$ . При постоянной жесткости  $E \cdot J$  балки для обеспечения равенства постоянных интегрирования на всех участках нагружения  $C_1 = C_2 = \dots = C_n = C$  и  $D_1 = D_2 = \dots = D_n = D$  необходимо в соответствии с методом выравнивания постоянных руководствоваться следующими правилами:

1. При составлении выражения для изгибающего момента  $M_i(x)$  всегда рассматривать часть балки, расположенную между началом координат и сечением.

2. Распределенную нагрузку, которая заканчивается на границе участков нагружения, продолжать до конца балки с добавлением «компенсирующей» нагрузки противоположного направления («продленную» и «компенсирующую» нагрузки показывать на чертежах штриховыми линиями).

3. Момент пары сил, приложенной к балке на границе участка с координатой  $x-x_i$ , при включении в выражение для изгибающего момента умножать на множитель  $(x-x_i)^0$ , равный единице.

4. Выражения, содержащие множитель вида  $(x-x_i)^n$ , интегрировать, не раскрывая скобок.

Константы определяются из условий закрепления балки.



В случае а):  $V_A = 0, V_B = 0$ ;

в случае б):  $V_A = 0, V'_A = 0$ .

## 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

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

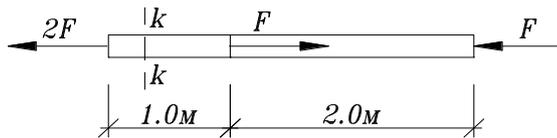
1) сплошной 2) **однородной** 3) изотропной 4) упругой 5) ортотропной

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 напряжения в сечении k-k стержня, если

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

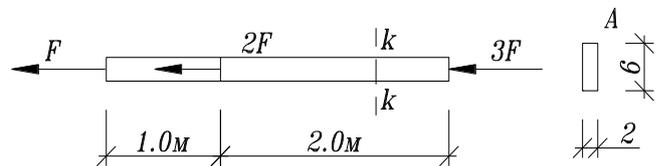
1) 25 МПа, 2) **50 МПа**, 3) 45 МПа 4) 30 МПа, 5) 60 МПа

4. Чему равны напряжения в т. А поперечного сечения k-k, если

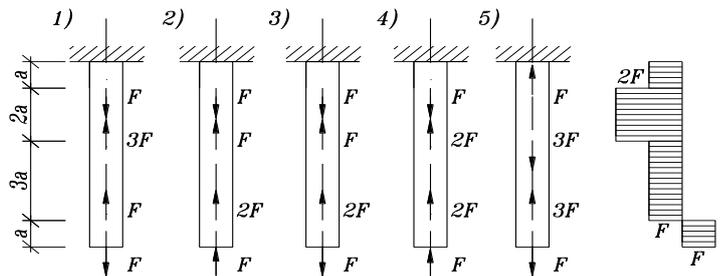
$F = 12 \text{ кН}$

1) 30 МПа 2) 40 МПа 3) 50 МПа

4) 60 МПа 5) **22,5 МПа**



5. Для какого из представленных стержней верна эпюра внутренних усилий **Ответ: 3)**



6. 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 –  $M_z, Q_y$ .**

7. 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)  $J_x = 0$ ;

8. Каким точным дифференциальным уравнением описывается изгибная ось балки?

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

4)  $V'''(x) = \pm M(x) \cdot EI$ ; 5)  $V'''(x) = \pm M(x)$ ;

9. 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)  $\sigma = \frac{N}{A} \leq R$ ;

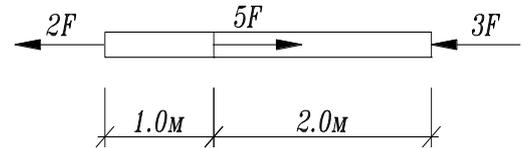
10. В поперечном сечении стержня  $b \times h$  ( $0 \leq x \leq b, -h/2 \leq y \leq h/2$ ) действуют  $M_x, Q_y$  и  $N$ . Указать формулу для определения максимального нормального напряжения.

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

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

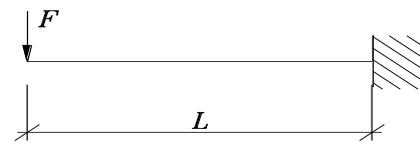
1. Определить наибольшее по абсолютной величине продольное усилие.

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



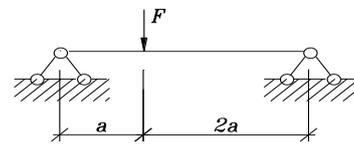
2. Определить вертикальную составляющую опорной реакции в заделке А.

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



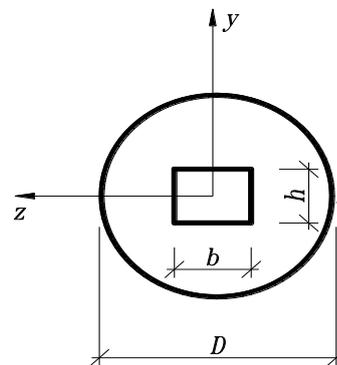
3. Определить реакцию опоры А.

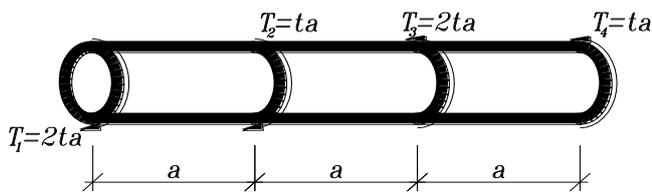
- 1)  $\frac{2}{3}F$     2)  $\frac{1}{2}F$     3)  $\frac{3}{2}F$     4) 0  
 5)  $F$



4. Укажите правильное значение момента инерции относительно оси х:

- 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)  $J_z = \pi D^4 / 12 - bh^3 / 64$ ;





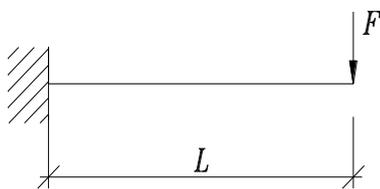
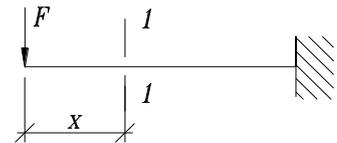
- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

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

Ответ: 1) 2) 3) 4) 5)

6. Найти изгибающий момент в сечении 1-1:

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

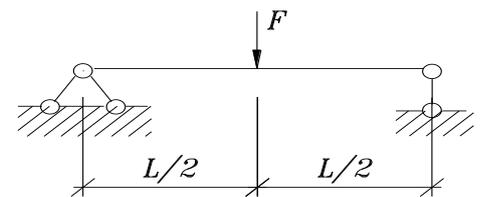


7. Найти максимальный по абсолютной величине изгибающий момент:

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

8. Найти максимальную по абсолютной величине поперечную силу

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

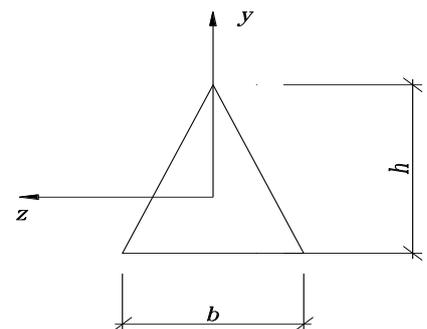


9. По какой формуле определяется максимальное напряжение в балке треугольного поперечного сечения при действии изгибающего момента  $M_z$ ?

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

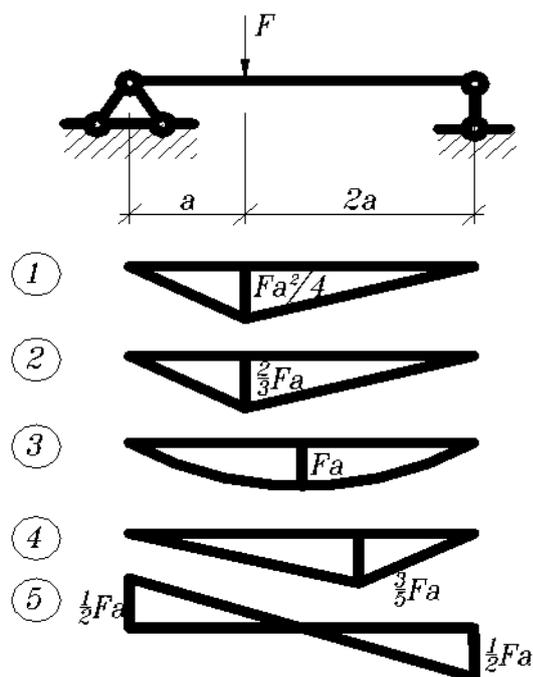
$\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_y} \frac{2h}{3}$ ;

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



10. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов

Ответ: 2)



#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

#### 7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Предмет изучения и основные задачи курса сопротивления материалов.
2. Расчётная схема.
3. Силы внешние и внутренние. Классификация видов деформирования.
4. Понятие о напряжениях, перемещениях и деформациях. Основные принципы сопротивления материалов.
5. Растяжение и сжатие. Напряжения при растяжении и сжатии, расчёты на прочность.
6. Деформации при растяжении-сжатии, расчёт на жёсткость.
7. Статические моменты сечения. Определение координат центра тяжести сечения.
8. Моменты инерции сечения. Преобразование моментов инерции при параллельном переносе осей координат.
9. Преобразование моментов инерции при повороте осей координат.
10. Главные оси и главные моменты инерции сечения.
11. Напряжения при кручении круглого вала. Расчёт на прочность при кручении.
12. Деформации при кручении круглого вала. Расчёт на жёсткость при кручении.
13. Изгиб. Определение внутренних силовых факторов. Дифференциальные зависимости при изгибе.
14. Напряжения при чистом изгибе.
15. Напряжения при поперечном изгибе. Расчёты на прочность при изгибе.
16. Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой линии балки.
17. Определение перемещений при изгибе интегрированием дифференциального уравнения упругой линии балки.

18. Напряжённое состояние в точке. Компоненты напряжённого состояния. Закон парности касательных напряжений.
19. Главные площадки, главные напряжения. Классификация видов напряженного состояния.
20. Деформированное состояние в точке. Тензор деформаций. Главные деформации.
21. Обобщённый закон Гука для изотропного материала.
22. Теории предельных состояний (теории прочности), их назначение и построение.
23. Теория максимальных касательных напряжений. (Третья теория).
24. Энергитическая теория прочности. (Четвёртая теория).
25. Косой изгиб. Определение напряжений и расчёт на прочность. Устойчивость равновесия деформируемых систем. Задача Эйлера.
26. Внецентренное растяжение (сжатие). Определение напряжений и расчёт на прочность.
27. Продольно-поперечный изгиб. Определение деформаций и напряжений, расчёты на прочность.
28. Ударное нагружение упругих тел. Расчеты на прочность и жесткость при ударе.
29. Учет массы ударяемого тела. Пути снижения напряжений при ударе.
30. Усталостная прочность. Предел выносливости.
31. Расчеты на прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени.

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Экзамен 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	Основные понятия.	ОПК-1, ОПК-3, ПК-41	Тест, РГР № 1-4, защита лабораторных работ
2	Геометрические характеристики поперечных сечений стержней.	ОПК-1, ОПК-3, ПК-41	Тест, РГР № 1-4, защита лабораторных работ

3	Центральное растяжение и сжатие стержней.	ОПК-1, ОПК-3, ПК -41	Тест, РГР № 2, защита лабораторных работ
4	Плоское напряженное состояние	ОПК-1, ОПК-3, ПК -41	Тест, РГР № 3, защита лабораторных работ
5	Кручение стержня круглого сечения.	ОПК-1, ОПК-3, ПК -41	Тест, защита лабораторных работ
6	Внутренние усилия в балках и рамах при изгибе.	ОПК-1, ОПК-3, ПК -41	Тест, РГР № 3, защита лабораторных работ
7	Напряжения в стержнях при изгибе.	ОПК-1, ОПК-3, ПК -41	Тест, РГР № 3, защита лабораторных работ
8	Деформации балок	ОПК-1, ОПК-3, ПК -41	Тест, РГР № 3, защита лабораторных работ
9	Устойчивость стержней	ОПК-1, ОПК-3, ПК -41	Тест, РГР № 4, защита лабораторных работ
10	Сложное сопротивление.	ОПК-1, ОПК-3, ПК -41	Тест, защита лабораторных работ
11	Динамические и периодические нагрузки	ОПК-1, ОПК-3, ПК -41	Тест, защита лабораторных работ
12	Концентрация напряжений	ОПК-1, ОПК-3, ПК -41	Тест, 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.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Александров А.В. Сопротивление материалов : учебник для вузов / Александров Анатолии Васильевич, Потапов Вадим Дмитриевич, Державин Борис Павлович; под ред. А.В. Александрова.- М.: Высш. Шк, 2012г. изд.
2. Варданян Г.С, Атаров Н.М., Горшков А.А. Сопротивление материалов с основами строительной механики. М.:Инфра-М, 2011.
3. Кирсанова, Э. Г. Сопротивление материалов : Учебное пособие / Э. Г. Кирсанова; Кирсанова Э. Г. - Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2012. - 110 с. - ISBN 978-5-904000-57-8. <http://www.iprbookshop.ru/733>.
4. Андреев В.И., Паушкин А.Г., Леонтьев А.Н. Техническая механика: учебник : рекомендовано Учебно-методическим объединением. - Москва : АСВ, 2013 -251 с.
5. Расчет геометрических характеристик плоских фигур. Методические указания. Барченкова Н.А.,Голева Н.Ф.,Флавианов В.М. ВГАСУ, 2014.
6. Расчеты на прочность и жесткость при центральном растяжении, сжатии. Методические указания. Попов С.П.,Суднин В.М.. ВГАСУ, 2014.
7. Расчет балки на прочность. Методические указания. РезуновА.В., Синозерский А.Н.. ВГАСУ, 2013.
8. Расчет балки на жесткость. Методические указания. РезуновА.В., Синозерский А.Н.. ВГАСУ, 2013.
9. Лабораторные работы по сопротивлению материалов. Учебное пособие. Синозерский А.Н., ВГАСУ, 1993.

### **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. Программное и коммуникационное обеспечение MS Office Project Professional.
2. Программные продукты MS Office Word, MS Office Excel, MS Visio.

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

### **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.

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

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

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 прочности, жесткости и устойчивости стержней. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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

	<p>усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

### Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.1 в части используемой учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	
2	Актуализирован раздел 8.1 в части используемой учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2021	