

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

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
**«Соппротивление материалов»**

Направление подготовки 08.03.01 Строительство

Профиль Промышленное и гражданское строительство

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2018

Автор программы

  
/Габриелян Г.Е./

Заведующий кафедрой  
Строительной механики

  
/Козлов В.А./

Руководитель ОПОП

  
/Понявина Н.А./

Воронеж 2021

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Курс «Соппротивление 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.
  - устойчивые навыки по применению изученных методов к расчёту элементов конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость; по оптимальному проектированию исследуемых объектов.
- Приобретенные знания способствуют формированию инженерного мышления.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Соппротивление материалов» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ПК-2 - Способен применять методы проведения инженерных изысканий, технологии проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования

ПК-4 - Способен применять научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по профилю деятельности

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	знать основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов, методы расчета элементов конструкций при различных воздействиях, прочностные характеристики и другие свойства конструкционных материалов;
	уметь грамотно составлять расчетные схемы, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения, подбирать

	необходимые размеры сечений стержней из условий прочности, жесткости и устойчивости;
	владеть методами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, в том числе методами расчетного обоснования, с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов.
ПК-4	знать фундаментальные основы сопротивления материалов, включая теорию напряжений, теорию деформаций, теорию прочности, основные расчетные положения;
	уметь самостоятельно использовать практические методы расчета прочности, жесткости, устойчивости элементов строительных конструкции, в том числе с использованием современной вычислительной техники, основываясь на отечественный и зарубежный опыт;
	владеть навыками обработки, анализа и использования современной отечественной и зарубежной научно-технической информации.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Сопротивление материалов» составляет 3 з.е.

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

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	54	54
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость академические часы	108	108
з.е.	3	3

### заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	18	18
В том числе:		
Лекции	6	6
Практические занятия (ПЗ)	6	6
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
<b>Самостоятельная работа</b>	86	86
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость академические часы з.е.	108 3	108 3

## 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	Раскрытие статически неопределимых систем методом сил.	Потенциальная энергия деформации стержня в общем случае нагружения. Основные энергетические теоремы: Кастильяно, взаимности работ и перемещений. Формула Мора для определения перемещения. Правило А.К. Верещагина. Структурный анализ расчётной схемы при определении степени статической неопределимости системы. Метод сил.	4	2	4	10	20
2	Продольно-поперечный изгиб стержня.	Продольно-поперечный изгиб гибкого стержня. Приближённое решение. Оценка влияния продольной силы. Условие прочности.	4	4	4	10	22
3	Расчёт балок на упругом	Гипотезы и расчётные модели оснований. Бесконечно длинные	4	4	4	10	22

	основании.	балки.					
4	Расчёт тонкостенных стержней открытого профиля.	Свободное и стеснённое кручение стержня. Секториальные геометрические характеристики сечения. Центр изгиба. определение внутренних усилий, нормальных и касательных напряжений в сечении стержня.	4	4	4	12	24
5	Обзор изученных методов расчёта на прочность, жёсткость и устойчивость.	Методы расчёта на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкции.	2	4	2	12	20
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>54</b>	<b>108</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Раскрытие статически неопределимых систем методом сил.	Потенциальная энергия деформации стержня в общем случае нагружения. Основные энергетические теоремы: Кастильяно, взаимности работ и перемещений. Формула Мора для определения перемещения. Правило А.К. Верещагина. Структурный анализ расчётной схемы при определении степени статической неопределимости системы. Метод сил.	2	-	2	16	20
2	Продольно-поперечный изгиб стержня.	Продольно-поперечный изгиб гибкого стержня. Приближённое решение. Оценка влияния продольной силы. Условие прочности.	2	-	2	16	20
3	Расчёт балок на упругом основании.	Гипотезы и расчётные модели оснований. Бесконечно длинные балки.	2	2	2	18	24
4	Расчёт тонкостенных стержней открытого профиля.	Свободное и стеснённое кручение стержня. Секториальные геометрические характеристики сечения. Центр изгиба. определение внутренних усилий, нормальных и касательных напряжений в сечении стержня.	-	2	-	18	20
5	Обзор изученных методов расчёта на прочность, жёсткость и устойчивость.	Методы расчёта на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкции.	-	2	-	18	20
<b>Итого</b>			<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>86</b>	<b>104</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ очная форма обучения

№ п/п	№ Раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
1.	1	Определение потенциальной энергии деформации стержня при различных видах нагружения.	4
2.	2	Продольно-поперечный изгиб стержня.	4
3.	3	Расчёт балок на упругом основании	4
4.	4	Расчёт тонкостенного стержня открытого профиля.	2
5.	5	Расчёт стержня на прочность, жёсткость и устойчивость.	2

### заочная форма обучения

№ п/п	№ Раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
1.	1	Определение потенциальной энергии деформации стержня при различных видах нагружения.	2
2.	2	Продольно-поперечный изгиб стержня.	2
3.	3	Расчёт балок на упругом основании	2

## 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.

## 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
ПК-2	знать основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов, методы расчета элементов конструкций при различных воздействиях, прочностные характеристики и другие свойства конструкционных материалов;	Посещение и работа на лекционных занятиях	Посещено не менее 50%, наличие конспекта	Лекции не посещены, отсутствует конспект
	уметь грамотно составлять расчетные схемы, определять	Посещение и работа на практических	Решено не менее 50% из текущих	Практич. занятия не посещены, тестовые

	теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения, подбирать необходимые размеры сечений стержней из условий прочности, жесткости и устойчивости;	занятиях	тестовых задач	задачи не решены
	владеть методами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, в том числе методами расчётного обоснования, использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов.	Решение прикладных задач в виде выполнения расчетно-графических заданий (РГР)	РГР выполнено не в срок, ошибки в ходе решения и ответах исправлены	РГР не выполнено
ПК-4	знать фундаментальные основы сопротивления материалов, включая теорию напряжений, теорию деформаций, теорию прочности, основные расчетные положения;	Посещение и работа на лекционных занятиях	Посещено не менее 50%, наличие конспекта	Лекции не посещены, отсутствует конспект
	уметь самостоятельно использовать практические методы расчета прочности, жесткости, устойчивости элементов строительных конструкции, в том числе с использованием современной вычислительной техники, основываясь на отечественный и зарубежный опыт;	Посещение и работа на практических занятиях	Решено не менее 50% из текущих тестовых задач	Практич. занятия не посещены, тестовые задачи не решены
	владеть навыками обработки, анализа и использования современной отечественной и зарубежной научно-технической информации.	Решение прикладных задач в виде выполнения расчетно-графических заданий (РГР)	РГР выполнено не в срок, ошибки в ходе решения и ответах исправлены	РГР не выполнено

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения, 5 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-2	знать основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов, методы расчета элементов	Теоретические вопросы при проведении зачета	Верных ответов 60-100%	Верных ответов менее 60%

	конструкций при различных воздействиях, прочностные характеристики и другие свойства конструкционных материалов;			
	уметь грамотно составлять расчетные схемы, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения, подбирать необходимые размеры сечений стержней из условий прочности, жесткости и устойчивости;	Решение стандартных задач по индивидуальным вариантам на практических занятиях	Решены задачи по всем пройденным темам	Имеются темы, по которым задачи не решены
	владеть методами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, в том числе методами расчётного обоснования, с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов.	Выполнение расчетно-графических заданий (РГР)	РГР выполнено, допущенные в ходе решения ошибки исправлены	РГР не выполнено или выполнено неверно
ПК-4	знать фундаментальные основы сопротивления материалов, включая теорию напряжений, теорию деформаций, теорию прочности, основные расчетные положения;	Теоретические вопросы при проведении зачета	Верных ответов 60-100%	Верных ответов менее 60%
	уметь самостоятельно использовать практические методы расчета прочности, жесткости, устойчивости элементов строительных конструкции, в том числе с использованием современной вычислительной техники, основываясь на отечественный и зарубежный опыт;	Решение стандартных задач по индивидуальным вариантам на практических занятиях	Решены задачи по всем пройденным темам	Имеются темы, по которым задачи не решены
	владеть навыками обработки, анализа и использования современной отечественной и зарубежной научно-технической информации.	Выполнение расчетно-графических заданий (РГР)	РГР выполнено, допущенные в ходе решения ошибки исправлены	РГР не выполнено или выполнено неверно

## **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**

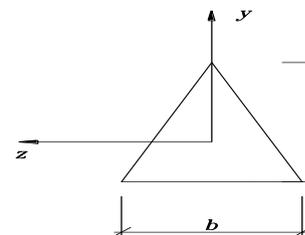
Тестирование на знание теоретического материала проводится во время зачета.

## 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

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

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

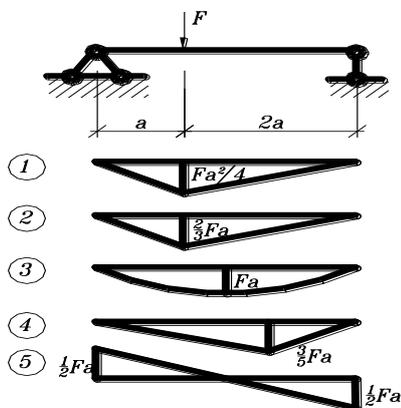
- 1)  $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_z} \frac{2b}{3}$ ;    2)  $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{W_z} \frac{1}{3} h$ ;  
 3)  $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_y} \frac{2h}{3}$ ;  
 4)  $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_z} \frac{1}{3} h$ ;    5)  $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_z} \frac{2}{3} h$ ;



2. 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)  $V'''(x) = \pm M(x)$ ;

3. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



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

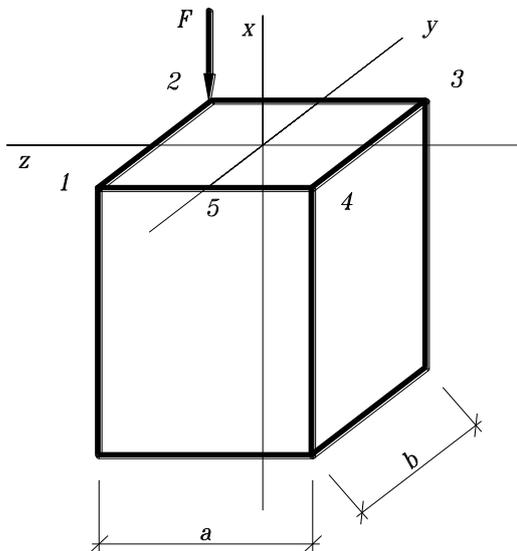
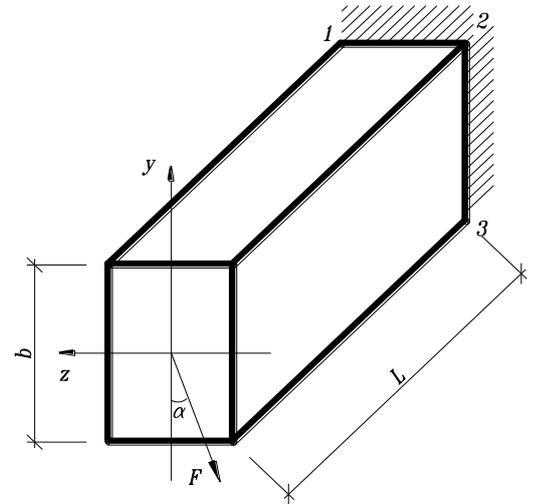
5. В поперечном сечении стержня  $b \times h$  ( $0 \leq x \leq b, -h/2 \leq y \leq h/2$ ) действуют  $M_x, Q_y$  и  $N$ . Указать формулу для определения максимального нормального напряжения.

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

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

6. Какой вид напряженного состояния изображен на рисунке:

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



6. 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)  $\sigma = -5.67 \frac{F}{a^2}$ ;

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

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

9. 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)  $\sigma_{\max} = \pm \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}$ ;



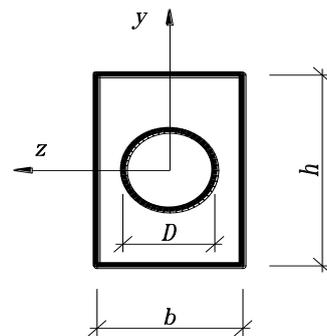
4)  $\tau_{\max} = \frac{M_x}{W_\rho} \leq |\tau|;$       5)  $\tau_{\max} = \frac{Q_y S_z^{onc}}{J_z b} \leq |\tau|;$

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

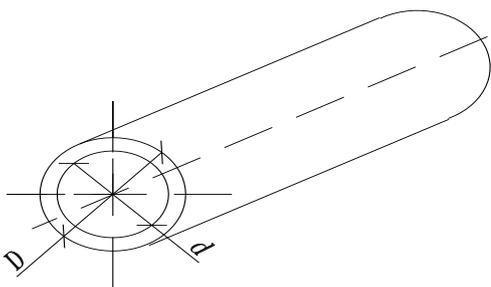
- 1) Изгибающий момент. 2) Крутящий момент. 3) Поперечная сила.  
4) Продольная сила. 5) Сдвигающая сила.

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

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



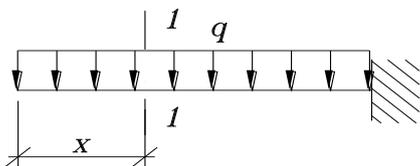
19. Укажите формулу полярного момента инерции полого цилиндра



- 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)  $J_p = \frac{\pi}{32} (D^3 - d^3);$

20. По какой формуле определяются максимальные нормальные напряжения при поперечном изгибе: 1)  $\sigma = \frac{N}{A};$  2)  $\sigma = \frac{M}{A};$  3)  $\sigma = \frac{Q}{W};$

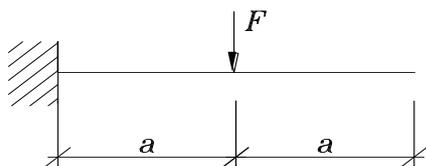
4)  $\sigma = \frac{M}{I};$  5)  $\sigma = \frac{M}{W};$



21. Найти изгибающий момент в сечении 1-1

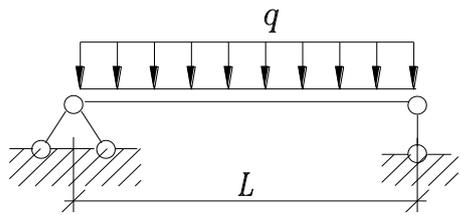
Ответы: 1)  $-qx;$  2)  $2qx^2$  3)  $\frac{qx^4}{24};$  4)  $-\frac{qx^2}{2};$

5)  $4qx;$



22. Найти максимальный по абсолютной величине изгибающий момент:

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



23. Найти максимальную по абсолютной величине поперечную силу

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

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

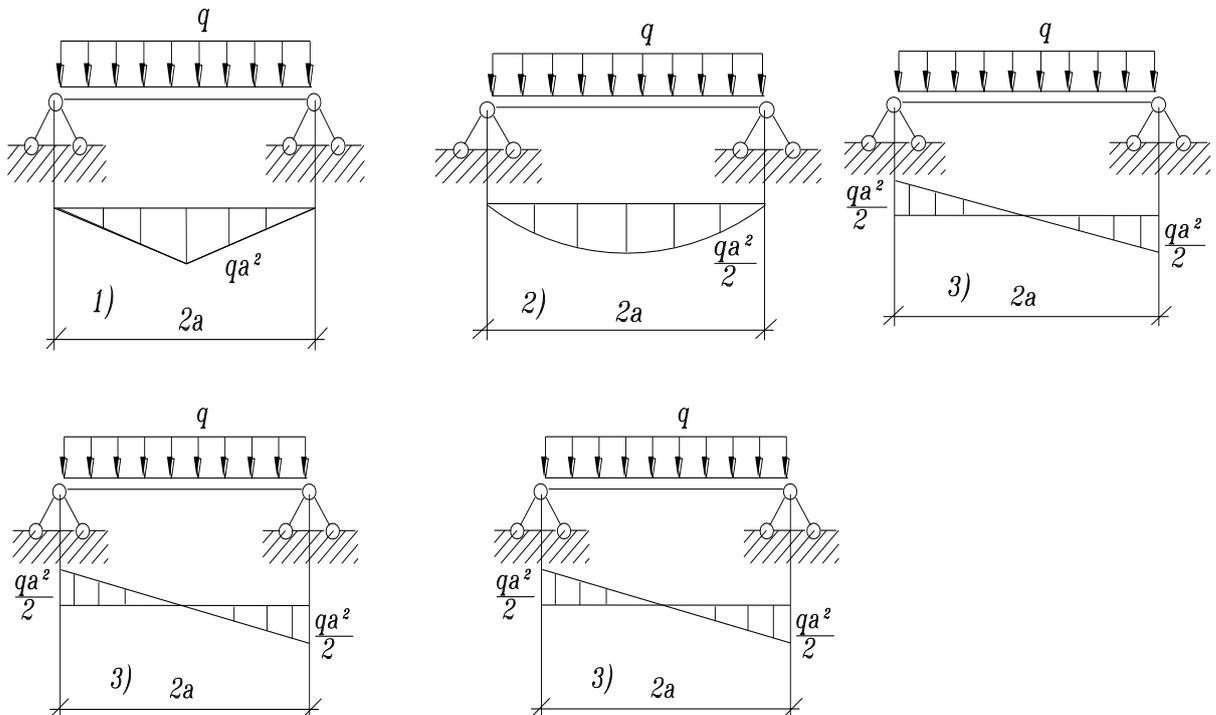
- 1) не изменится 2) уменьшится в 1.5 раза 3) уменьшится в 3 раза 4) увеличится в 2 раза 5) увеличится в 1.5 раза

25. 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)  $\sigma = bz^2$ ;

26. Ниже граничные условия для разных типов опирания концов балки. Указать неверное условие, т. е не подходящее ни для одного из типов опирания: 1)  $Y(0)=0; \varphi \neq 0$ ; 2)  $Y''(0)=0; \varphi \neq 0$ ; 3)  $Y(l)=0; \varphi(l)=0$ ; 4)  $Y''(l)=0; \varphi(l) \neq 0$ ; 5)  $Y(l)=0; \varphi(l) \neq 0$ ;

27. Укажите правильную эпюру изгибающих моментов



28. укажите правильное условие прочности при кручении:

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

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

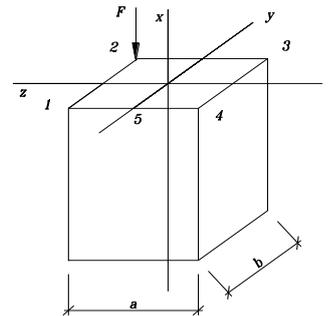
- 2)  $y = -\frac{N}{b \cdot h} \frac{W_z}{M_z} + \frac{Q_y}{b \cdot h} x$ ; 3)  $y = \frac{W_z}{M_z} \cdot \frac{N}{b \cdot h}$ ; 4)  $y = -\frac{J_z}{M_z} + \frac{N}{b \cdot h}$ ; 5)  
 $y = -\frac{J_z}{M_z} + \frac{N}{b \cdot h} z$ ;

30. 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)  $100 \text{ см}^3$ ; 2)  $150 \text{ см}^3$ ; 3)  $160 \text{ см}^3$ ; 4)  $120 \text{ см}^3$ ; 5)  $115 \text{ см}^3$ .

31. Назовите напряженное состояние бруса

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



32. Какой теории прочности соответствует эквивалентное напряжение  $\sigma_3 = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}$

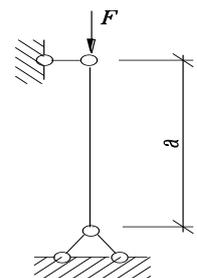
- 1) первой; 2) второй; 3) третьей; 4) четвертой;

33. По какой формуле определяется момент сопротивления изгибу

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

34. 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)  $\mu = 2$ ;



### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

#### *РГР №1 «Продольно-поперечный изгиб стержня»*

- расчёт на действие поперечной нагрузки;
- расчёт на совместное действие продольной силы и поперечной нагрузки;

#### *РГР №2 «Расчёт тонкостенного стержня открытого профиля»*

- определение внутренних усилий в сечении стержня;
- определение секториальных геометрических характеристик сечения;
- определение нормальных и касательных напряжений. Расчёт прочности.

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

1. Расчет тонкостенных стержней открытого профиля: введение, секториальная площадь [координата]; основные секториальные геометрические характеристики, центр изгиба и определение его положения; секториальная и главная секториальная нулевая точка отсчета; главные секториальные площадь и момент инерции, секториальный статический момент отделенной части стержня; напряжения, углы закручивания и крутящие моменты при свободном кручении; стесненное кручение - понятия о бимоменте и изгибно-крутящем моменте, основные допущения; дифференциальное уравнение углов закручивания и его общее решение, условия для определения постоянных интегрирования, выражения силовых факторов через углы закручивания; определение напряжений при - стесненном кручении, поперечном плоском и косом изгибах, от действия продольных сил и произвольной системы сил; перемещения стержня от изгибающих моментов и влияние продольных связей на сопротивление кручению.

2. Продольно-поперечный изгиб стержня, определение прогибов, наибольших нормальных напряжений, условия прочности и жесткости.

3. Потенциальная энергия деформаций при растяжении-сжатии, чистом сдвиге, от действия поперечной и продольной сил и изгибающего момента. Теорема Кастильяно и её применение для определения перемещений.

4. Теорема о взаимности работ. Теорема о взаимности перемещений. Интеграл Мора. Правило Верещагина.

5. Статическая неопределимость. Канонические уравнения метода сил. Расчёт статически неопределимых систем на действие нагрузки.

6. Расчёт балок на упругом основании.

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

Не предусмотрено учебным планом.

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

При проведении зачета, если в течение семестра студент решил стандартные задачи по всем пройденным темам, то проводится устный опрос

по вопросам п.7.2.4. Для зачета должно быть не менее 60% верных ответов. Если имеются темы, по которым стандартные задачи по индивидуальным вариантам не решены, то эти задачи решаются до устного опроса.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Раскрытие статически неопределимых систем методом сил.	ПК-2, ПК-4	Решение тестовых задач, РГР, устный опрос, зачёт
2	Продольно-поперечный изгиб стержня.	ПК-2, ПК-4	Решение тестовых задач, РГР, устный опрос, зачёт
3	Расчёт балок на упругом основании.	ПК-2, ПК-4	Решение тестовых задач, РГР, устный опрос, зачёт
4	Расчёт тонкостенных стержней открытого профиля.	ПК-2, ПК-4	Решение тестовых задач, РГР, устный опрос, зачёт
5	Обзор изученных методов расчёта на прочность, жёсткость и устойчивость.	ПК-2, ПК-4	Решение тестовых задач, РГР, устный опрос, зачёт

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

Решение тестовых задач проводится в аудитории на практических занятиях в рамках самостоятельной работы под контролем преподавателя в виде решения индивидуальных тестовых задач по пройденным темам разделов технической механики. На решение задачи отводится 15 – 20 минут, при верном ответе студенту выставляется «зачет» по данной теме.

Решение расчетно-графических заданий выполняется студентами самостоятельно по индивидуальным вариантам, выдаваемым преподавателем. При сдаче РГР обучающийся «защищает» работу, решая в присутствии преподавателя короткие тестовые задачи и отвечая на теоретические вопросы по данной теме.

Зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости, выполнения тестовых заданий и сдачи РГР и (или) путем организации специального опроса, проводимого в устной и (или) письменной форме.

## 8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

1. Александров, А. В. Сопротивление материалов в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин ; под редакцией А. В. Александрова. — 9-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 293 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01726-7.

<https://biblio-online.ru/bcode/444948>

2. Александров А.В. Сопротивление материалов : учебник для вузов / Александров Анатолий Васильевич, Потапов Вадим Дмитриевич, Державин Борис Павлович; под ред. А.В. Александрова.- М.: Высш. Шк, 2004г. <http://science.totalarch.com/book/3851.rar>

3. Варданян Г.С., Андреев В.И., Атаров Н.М., Горшков А.А. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности. М.: Инфра-М, 2014.

<http://sopromato.ru/books/g-s-vardanyan-v-i-andreev-n-m-atarov-a-a-gorshkov-soprotivlenie-materialov-s-osnovami-teorii-uprugosti-i-plastichnosti>

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

<http://znanium.com/catalog/product/236670>

5. Атаров Н.М. Сопротивление материалов в примерах и задачах, М.:Инфра-М, 2016. <http://znanium.com/catalog/product/557127>

6. Козлов В.А. Механика: учеб. пособие для вузов / В.А. Козлов, М.Г. Ордян.- Воронеж ; 2016.- 52с

7. Козлов В.А. Статика и элементы прикладной механики: учеб.-метод.пособие для вузов / В.А. Козлов, В.Д. Коробкин, М.Г.Ордян-Воронеж, 2016-52с

8. 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

9. **Андреев, Владимир Игоревич.** Техническая механика [Текст] : учебник : рекомендовано Учебно-методическим объединением. - Москва : АСВ, 2013 (Чехов : ОАО "Первая Образцовая тип.", фил. "Чеховский Печатный Двор", 2012). - 251 с. : ил. - Библиогр.: с. 251 (19 назв.). - ISBN 978-5-93093-867-8 : 693-00.

10. **Максина, Е. Л.** Техническая механика : Учебное пособие / Максина Е. Л. - Саратов : Научная книга, 2012. - 159 с.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/6344>

11. **Кидакоев, А. М.** Сопротивление материалов : Учебно-методическое пособие для тестового контроля / Кидакоев А. М. - Черкесск : Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия, 2014. - 60 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/27232>

12. **Попов, Сергей Петрович.** Сопротивление материалов [Текст] : учебно-методическое пособие для студентов специальности 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" и направления подготовки 23.03.02 "Наземные транспортно-технологические комплексы" : в 2 частях. Ч. 1 / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2017 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии изд-ва учеб. лит. и учеб.-метод. пособий ВГТУ, 2017). - 74 с. : ил. - Библиогр.: с. 70 (7 назв.). - ISBN 978-5-7731-0498-8 (Ч. 1). - ISBN 978-5-7731-0497-1 : 34-67.

13. Сопротивление материалов. Задания для проведения

программированного контроля по темам «Построение эпюр внутренних силовых факторов при изгибе» и «Геометрические характеристики плоских сечений» / сост. Б. И. Мешков. - Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. - 31 с.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/17694>

14. **Андреев, Владимир Игоревич.** Техническая механика [Текст] : учебник : рек. УМО. - Москва : АСВ, 2011 (Киров : ОАО "Первая Образцовая тип.", фил. "Дом печати - Вятка", 2012). - 251 с. : ил. - Библиогр.: с. 251 (19 назв.). - ISBN 978-5-93093-867-8 : 693-00.

**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. Microsoft Office Word 2013/2007
2. Microsoft Office Excel 2013/2007
3. Microsoft Office Power Point 2013/2007
4. Microsoft Office Outlook 2013/2007
5. Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic (многопользовательская лицензия)
6. Maple v18
7. ABBYY FineReader 9.0
8. Microsoft Win SL 8.1 Russian Academic OPEN 1 License NP LEVEL Legalization GET Genuine
9. Лира 9.6 PRO
10. Мономах 4.5 PRO
11. САПФИР 1.3
12. Программный комплекс "ЛИРА 10", версия 8
13. Модуль поиска текстовых заимствований по коллекции научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
14. AutoCAD
15. 3ds Max
16. Revit
17. BIM 360 Build
18. Autodesk\_Civil\_3D
19. "ЛИРА-САПР 2016 PRO"
20. nanoCad Plus версия 8.0 локальная
21. nanoCAD ОПС версия 8.0 сетевая
22. 7zip
23. Компьютерная программа «СтройКонсультант»
24. <http://www.stroitel.club/>
25. <http://stroitelnii-portal.ru/>
26. <http://www.edu.ru/>
27. Образовательный портал ВГТУ
28. <http://window.edu.ru>

29. <https://wiki.cchgeu.ru/>  
 30. LibreOffice  
 31. <http://www.edu.ru/>  
 32. Образовательный портал ВГТУ  
 33. <https://картанауки.рф/>;  
 34. <http://tehne.com/node/5728>  
 35. [http://retrolib.narod.ru/book\\_e1.html](http://retrolib.narod.ru/book_e1.html)  
 36. PDF24 Creator

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

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Ауд. 2302 Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 158 человек	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №2)
Ауд. 2119 Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 27 человек	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №2)
Ауд. 4204 Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 22 человека	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №4)
Ауд. 6414 Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 32 человека	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №6)
Ауд. 2143 Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 44 человека	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №2)
Ауд. 6022 Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 22 человека Персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет – 1 штука	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №6)
Ауд. 2314 Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 30 человек	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №2)
Ауд. 6142 Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья)	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №6)

на 22 человека Ящик для плакатов (4шт) Набор оборудования для лаб. Работ (1шт)	
Ауд. 6411 Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 60 человек Экран для проектора	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №6)

## **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 строительных конструкций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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

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 лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных 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.

<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению 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>- 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 начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>