

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»



Декан факультета _____ Тюнин В.Л.

«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Соппротивление материалов»

Направление подготовки 08.03.01 Строительство

Профиль Автомобильные дороги

Квалификация выпускника бакалавр

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

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2018

Автор программы _____ / Флавианов В.М./

Заведующий кафедрой
Строительной
механики _____ /Козлов В.А./

Руководитель ОПОП _____ / Волокитина О.А./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ 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.
- 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 «Сопротивление материалов» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ПК-1 - способностью демонстрации общенаучных базовых знаний естественных наук, математики и информатики, понимание основных фактов, концепций, принципов теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	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
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	54	54
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость академические часы з.е.	108 3	108 3

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	12	12
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Самостоятельная работа	92	92
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 основании.	Гипотезы и расчётные модели оснований. Бесконечно длинные балки.	4	4	4	10	22
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
Итого			18	18	18	54	108

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Раскрытие статически	Потенциальная энергия деформации стержня в общем	-	-	1	18	19

	неопределимых систем методом сил.	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	Продольно-поперечный изгиб стержня.	Продольно-поперечный изгиб гибкого стержня. Приближённое решение. Оценка влияния продольной силы. Условие прочности.	2	2	1	16	21
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.	-	-	-	20	20
5	Обзор изученных методов расчёта на прочность, жёсткость и устойчивость.	Методы расчёта на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкции.	-	-	-	20	20
Итого			4	4	4	92	104

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	2

		деформации стержня при различных видах нагружения.	
2.	2	Продольно-поперечный изгиб стержня.	2
3.	3	Расчёт балок на упругом основании	2

5.3 Перечень практических занятий очная форма обучения

№ п/п	№ Раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Кол-во часов
1.	1	Определение перемещений по формуле Мора. Правило Верещагина. Метод сил.	2
2.	2	Продольно-поперечный изгиб стержня.	4
3.	3	Расчёт балок на упругом основании	4
4.	4	Расчёт тонкостенного стержня открытого профиля.	4
5.	5	Расчёт стержня на прочность, жёсткость и устойчивость.	4

заочная форма обучения

№ п/п	№ Раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Кол-во часов
1.	3	Расчёт балок на упругом основании	2
2.	4	Расчёт тонкостенного стержня открытого профиля.	2
3.	5	Расчёт стержня на прочность, жёсткость и устойчивость.	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 пятибалльной шкале оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;

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

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	отлично	хорошо	удовлет.	неудовл.	не аттест.
ПК-1	знать фундаментальные основы сопротивления материалов, включая теорию напряжений, теорию деформаций, теорию прочности, основные расчетные положения;	Посещение и работа на лекционных занятиях	Посещено не менее 90%, наличие конспекта	Посещено не менее 75%, наличие конспекта	Посещено не менее 50%, наличие конспекта	Лекции посещены частично	Лекции не посещены, отсутствует конспект
	уметь самостоятельно использовать практические методы расчета прочности, жесткости, устойчивости элементов строительных конструкций, в том числе с использованием современной вычислительной техники, основываясь на отечественный и зарубежный опыт;	Посещение и работа на практических занятиях	Решены все текущие тестовые задачи	Решено не менее 75% из текущих тестовых задач	Решено не менее 50% из текущих тестовых задач	Решено менее половины 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 в срок, в полном объеме, получены верные ответы	РГР выполнено в срок, ход решения верный, неточные ответы	РГР выполнено не в срок, ошибки в ходе решения и ответах исправлены	РГР выполнено неверно	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-1	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	Решение стандартных задач по	Решены задачи по всем пройденным	Имеются темы, по которым задачи

расчета прочности, жесткости, устойчивости элементов строительных конструкций, в том числе с использованием современной вычислительной техники, основываясь на отечественный и зарубежный опыт;	индивидуальным вариантам на практических занятиях	темам	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.

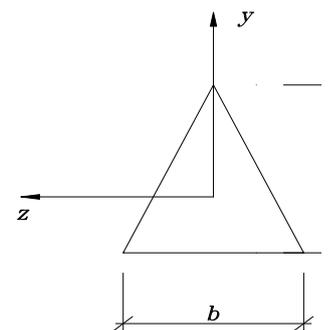
7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач
Указания: Все задания имеют 5 вариантов ответа, из которых правильный только один.

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

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

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

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

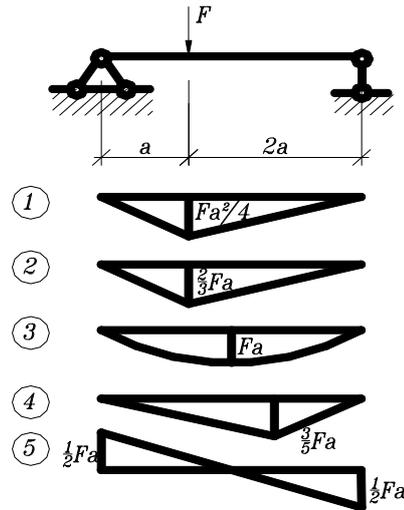


2. Каким точным дифференциальным уравнением описывается изгибная ось балки?

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

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

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)

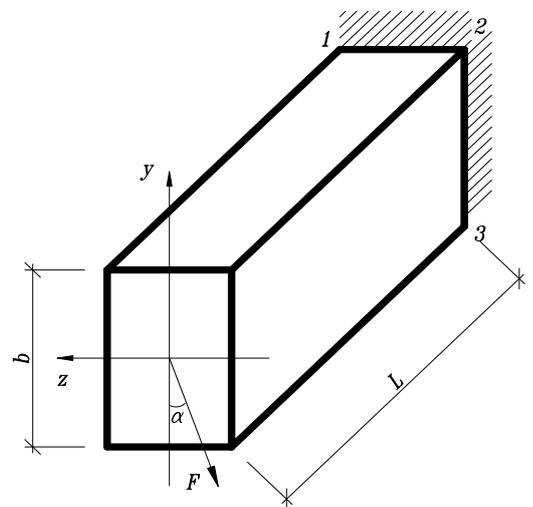
$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R;$$

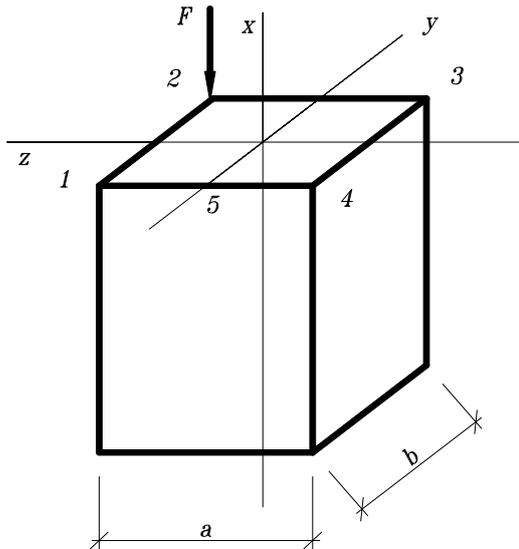
5. В поперечном сечении стержня $b \times h (0 \leq x \leq b, -h/2 \leq y \leq h/2)$ действуют M_x, Q_y и N . Указать формулу для определения максимального нормального напряжения.

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





7. Определить напряжение в т. 2, если

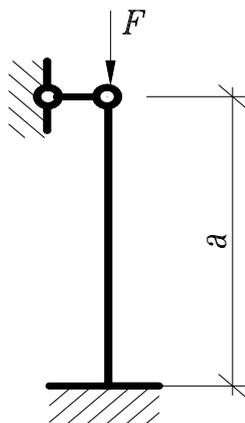
- 1) $\sigma = -3.33 \frac{F}{a^2}$; 2) $\sigma = -4.33 \frac{F}{a^2}$;
 3) $\sigma = -2.33 \frac{F}{a^2}$;
 4) $\sigma = -2.00 \frac{F}{a^2}$; 5) $\sigma = -5.67 \frac{F}{a^2}$;

8. По какой теории записано условие прочности $\epsilon_{\max} \leq \epsilon_{n.n.c.}$

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



10. 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) $\mu = 2$;

11. Среды называется, если каждый ее элементарный объем не имеет пустот и разрывов.

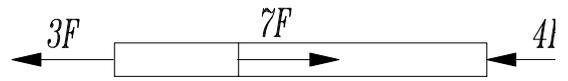
- 1) сплошной 2) однородной 3) изотропной 4) упругой 5) ортотропной.

12. Для каких расчетов используется статический момент плоского сечения.

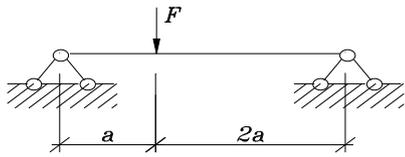
- 1) при расчетах на прочность; 2) при расчетах на жесткость;

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

13. Определить наибольшее по абсолютной величине продольное усилие.

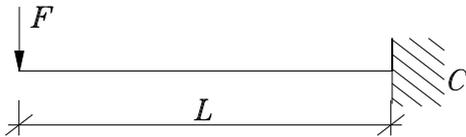


- 1) $5F$; 2) $3F$; 3) $7F$; 4) $8F$;



14. Определить реакцию в опоре С.

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



15. Определить вертикальную реакции в заделке С.

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

16. Какое из выражений является условием прочности при растяжении:

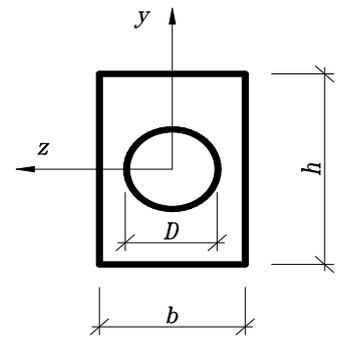
- 1) $\sigma_{\max \rho} = \frac{N_{\max \rho}}{A} \leq R_{\rho}$; 2) $\sigma_{\max} = \frac{M_{z \max}}{W_z} \leq R$; 3) $\tau_{\max p} = \frac{Q_{\max}}{A} \leq |\tau|_{\rho}$;
 4) $\tau_{\max} = \frac{M_x}{W_{\rho}} \leq |\tau|$; 5) $\tau_{\max} = \frac{Q_y S_z^{onc}}{J_z b} \leq |\tau|$;

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

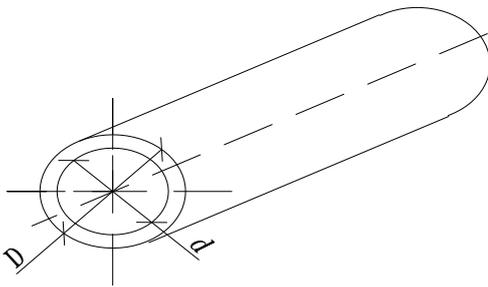
- 1) Изгибающий момент. 2) Крутящий момент. 3) Поперечная сила.
 4) Продольная сила. 5) Сдвигающая сила.

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) $W_x = (b^3h/12 - \pi D^4 / 64) / 0.5b;$



19. Укажите формулу полярного момента инерции полого цилиндра



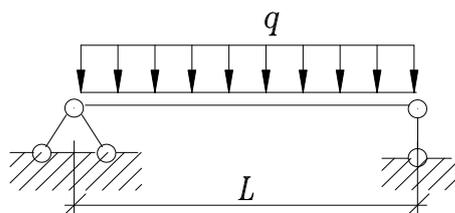
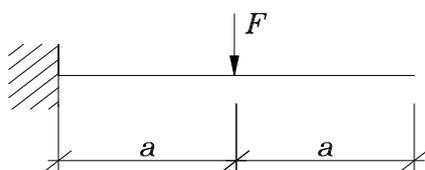
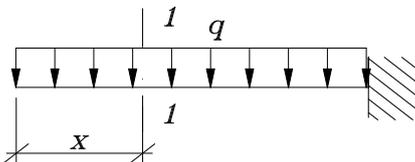
$$1) J_p = \frac{\pi d^4}{32}; \quad 2)$$

$$J_p = \frac{\pi}{32}(D^4 - d^4);$$

$$3) J_p = \frac{T}{32} \left(\frac{D^3 - d^3}{2} \right);$$

$$4) J_p = \frac{\pi}{64}(D^4 + d^4); \quad 5) J_p = \frac{\pi}{32}(L$$

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

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

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?

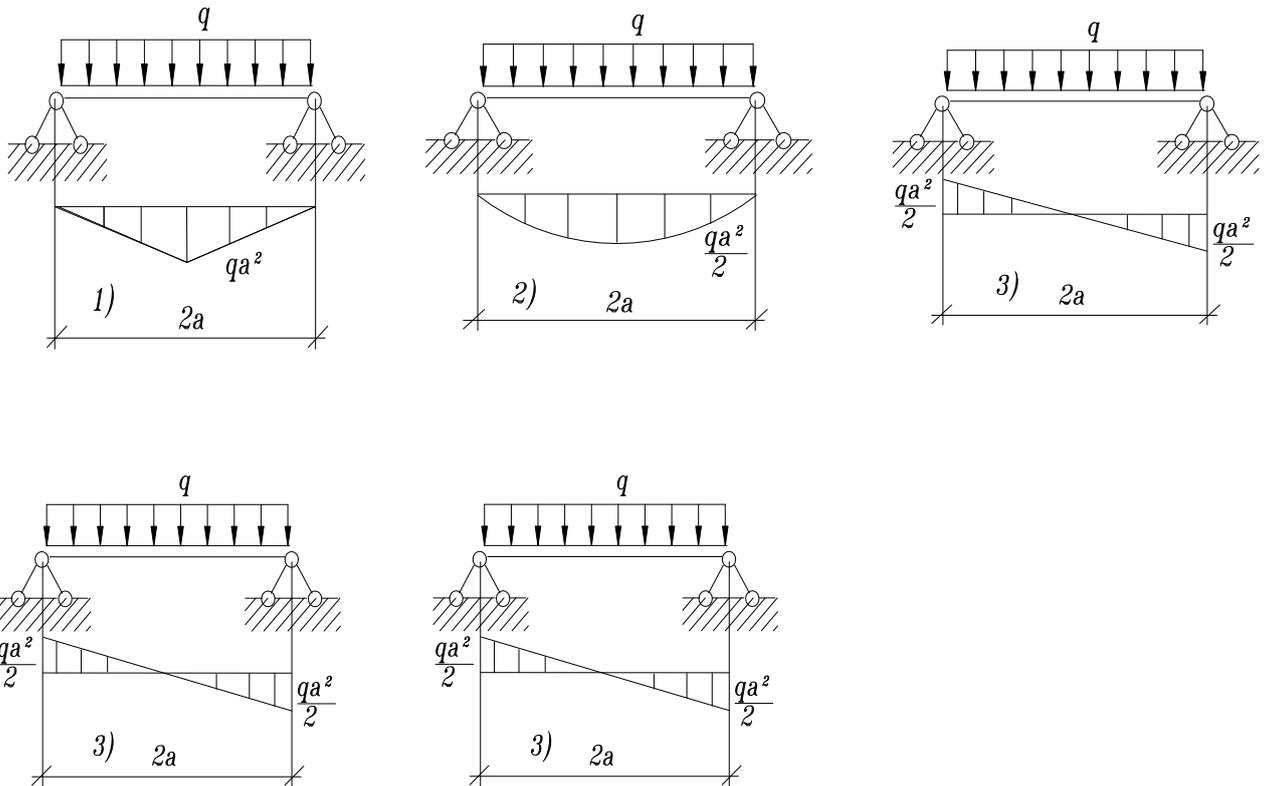
1) не изменится 2) уменьшится в 1.5 раза 3) уменьшится в 3 раза 4) увеличится в 2 раза 5) увеличится в 1.5 раза

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)

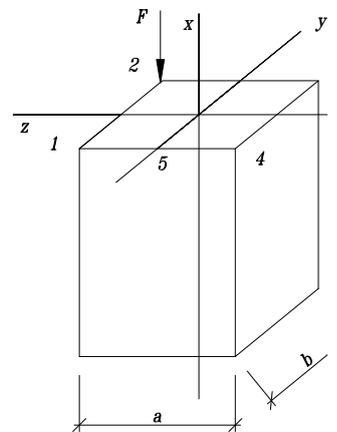
$y = -\frac{J_z}{M_z} + \frac{N}{b \cdot h} z$;

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 см^3 ; 2) 150 см^3 ; 3) 160 см^3 ; 4) 120 см^3 ; 5) 115 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 $\sigma_s = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}$

- 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) $W_z = \frac{J_z}{J_{\max}^2}$;

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. 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.

7.2.6 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

8.1.1 Основная литература:

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-plasticnosti>
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>

8.1.2 Дополнительная литература:

1. Козлов В.А. Механика: учеб. пособие для вузов / В.А. Козлов ,М.Г. Ордян.- Воронеж ; 2016.- 52с.
2. 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.
3. 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.

8.1.3 Периодические издания

1. Журналы «Строительство», «Строительная механика».
2. "Строительная механика и расчет сооружений" (научно-теоретический журнал).
3. "Прикладная механика" (научно-теоретический журнал).

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при

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

1. Консультирование посредством электронной почты, Skype, WhatsApp, Viber.
2. Использование презентаций при проведении лекционных занятий.
3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы по строительству.
4. Программные продукты MS Office Word, MS Office Excel.
5. Библиотека программ, разработанная на кафедре строительной механики для выполнения РГР.
6. Информационно-поисковая система «**СтройКонсультант**»: доступ в локальной сети ВГТУ (библиотечный корпус).
7. <http://www.cchgeu.ru>. Учебный портал ВГТУ.
8. <http://cchgeu.ru/university/library/elektronnyy-katalog/> Электронный каталог Научной Библиотеки ВГТУ.
9. <http://cchgeu.ru/education/cafedras/kafsm/> Учебно-методические разработки кафедры строительной механики.
10. <http://www.I-exam.ru>. (Интернет – тренажеры (ИТ)). Разработанные НИИ мониторинга качества образования.
<http://www.fepo.ru>. (репетиционное тестирование при подготовке к федеральному Интернет - экзамену).

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

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, Notebook или другой ПК).
2.	Компьютерные классы	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: ПК с возможностью подключения к локальным сетям и Интернету. Наличие вычислительной техники 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, ноутбук или другой ПК с процессором не ниже 1,2 ГГц).

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины:

- Специализированная аудитория (компьютерный класс [ауд. 2121]),

оборудованная интерактивными технологиями представления видеоматериала при проведении лекционных и практических занятий, а также для выполнения расчетно-графических работ и проведения всех видов контрольных мероприятий с помощью компьютерного тестирования.

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.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию

	<p>навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
<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>

11. Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	
3	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2021	