

ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.А. БУНИНА



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.04.05 Сопротивление материалов

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Направленность (профиль): Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

Квалификация (степень): бакалавр

Форма обучения: очная, очно-заочная

Институт: агропромышленный

Кафедра: технологических процессов в машиностроении и агроинженерии

	очная форма	очно-заочная форма	заочная
Курс	2	2	-
Семестр/триместр	34	456	-
Лекции	72	12	-
Лабораторные занятия	36	8	-
Практические (семинарские) занятия	72	12	-
в т. ч. практическая подготовка	-	-	-
Форма(ы) промежуточной аттестации	Зачет (3 семестр) Экзамен (4 семестр)	Зачет (5 триместр) Экзамен (6 триместр)	-
Контроль	9	9	-
Самостоятельная работа	170,7	318,7	-

Всего часов: 360

Трудоемкость: 10 зачетных единицы.

Разработчик(и) рабочей программы:

кандидат технических наук, доцент Радин Сергей Юрьевич

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины: изучение дисциплины «Сопротивление материалов» является важной составной частью подготовки бакалавра и имеет следующие основные цели:

- формирование личности студента, развитие его интеллекта и умения логически и алгоритмически мыслить;
- формирование умений и навыков, необходимых при практическом применении математических идей и методов для анализа и моделирования сложных систем, процессов, явлений, для поиска оптимальных решений и выбора наилучших способов их реализации.

Задачи изучения дисциплины:

Важнейшие задачи преподавания дисциплины сопротивления материалов состоят в том, чтобы на примерах механических объектов и методов продемонстрировать студентам сущность научного подхода, специфику сопротивления материалов, научить студентов приемам исследования и решения механически формализованных задач, подготовить их к изучению основных методов и их реализации на компьютерах, выработать у студентов умение анализировать полученные результаты, привить навыки самостоятельной работы с научной литературой.

Место дисциплины в структуре ОПОП: реализуется в рамках базовой (обязательной) части блока Б1. Дисциплины (модули)

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-8	Знать: <ul style="list-style-type: none">- современные проблемы, связанные с машиностроительным производством;- структуру, формы, организацию и управление машиностроительных производств для разработки обобщенных вариантов решения проблем;	Знает: <ul style="list-style-type: none">- основные определения и понятия классической механики;- основы подхода, принципы и методы расчета элементов конструкции на прочность, жесткость, выносливость и устойчивость;- основные виды деформации, рассматриваемых при нагружении элементов конструкции.
	Уметь: <ul style="list-style-type: none">- разрабатывать обобщенные варианты решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выбирать оптимальные варианты прогнозируемых последствий решения на основе их анализа;	Умеет: <ul style="list-style-type: none">- применять теоретические знания к решению конкретных задач на прочность, жесткость, выносливость и устойчивость;- рационально выбирать формы элементов конструкций с целью экономного использования материалов;- проводить экспериментальные

		измерения перемещений и деформаций элементов конструкций; - исследовать и решать основные задачи сопротивления материалов.
	Владеть: - методами решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, а также методами прогнозируемого анализа при выборе оптимальных вариантов решений.	Владеет - методами расчетов на выносливость и устойчивость конструкций, используемых в сложных эксплуатационных условиях под действием, как статических так и динамических нагрузок, с учетом температурных воздействий и процессов, связанных с длительностью эксплуатации.

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
1.	Раздел 1. Определение внутренних силовых факторов в поперечных сечениях стержня	22	8	8	-	6
2.	Тема 1. Введение. Предмет и задачи курса.	5	2	-	-	3
3.	Тема 2. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях бруса.	17	6	8	-	3
4.	Раздел 2. Растяжение и сжатие	26	10	10	-	6
5.	Тема 1. Напряжение полное, нормальное и касательное, деформации.	11	4	4	-	3
6.	Тема 2. Деформации продольные и поперечные. Коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона). Закон Гука при растяжении и сжатии.	15	6	6	-	3
7.	Раздел 3. Механические свойства материалов.	22	8	8	-	6
8.	Тема 1. Диаграммы растяжения и ее характерные параметры: пределы пропорциональности, упругости, текучести, прочности.	13	6	4	-	3
9.	Тема 2. Влияние различных факторов на механические свойства материалов.	9	2	4	-	3
10.	Раздел 4. Сдвиг, кручение.	22	8	8	-	6
11.	Тема 1. Закон Гука при сдвиге.	11	4	4	-	3
12.	Тема 2. Кручение стержней круглого поперечного сечения: деформации, напряжения, углы закручивания.	11	4	4	-	3
13.	Раздел 5. Геометрические характеристики плоских сечений.	22	8	8	-	6
14.	Тема 1. Статические моменты плоского сечения.	22	8	8	-	6

	Осевые, центробежные и полярные моменты инерции плоского сечения.					
15.	Раздел 6. Изгиб прямых стержней.	30	12	12	-	6
16.	Тема 1. Чистый и поперечный изгиб в одной из главных плоскостей бруса.	14	4	8	-	2
17.	Тема 2. Касательные напряжения при поперечном изгибе (формула Д.И.Журавского).	8	4	2	-	2
18.	Тема 3. Касательные напряжения при изгибе тонкостенных стержней.	8	4	2	-	2
19.	в т.ч. практическая подготовка	-	-	-	-	-
20.	<i>Итого за 3 семестр</i>	<i>144</i>	<i>54</i>	<i>54</i>	<i>-</i>	<i>36</i>
21.	Раздел 7. Основы теории напряженного и деформированного состояния.	72	6	6	12	48
22.	Тема 1. Работа внешних сил, потенциальная энергия плоской стержневой системы при статическом нагружении.	36	4	4	6	22
23.	Тема 2. Интеграл Мора.	36	2	2	6	26
24.	Раздел 8. Статически неопределимые системы.	66	6	6	12	42
25.	Тема 1. Статически неопределимые балки и рамы.	36	4	4	6	22
26.	Тема 2. Статически неопределимые стержни.	30	2	2	6	20
27.	Раздел 9. Сложное сопротивление.	68,7	6	6	12	44,7
28.	Тема 1. Совместное действие кручения и изгиба.	36,7	4	2	6	24,7
29.	Тема 2. Изгиб с растяжением и сжатием.	32	2	4	6	20
30.	<i>Контроль</i>	9				
31.	<i>Экзамен</i>	0,3				
32.	в т.ч. практическая подготовка	-	-	-	-	-
33.	<i>Итого за 4 семестр</i>	<i>216</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>36</i>	<i>134,7</i>
	ИТОГО:	360	72	72	36	170,7

Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
34.	Раздел 1. Определение внутренних силовых факторов в поперечных сечениях стержня	54	2	2	-	50
35.	Тема 1. Введение. Предмет и задачи курса.	32	2	-	-	30
36.	Тема 2. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях бруса.	22	-	2	-	20
37.	Раздел 2. Растяжение и сжатие	54	2	2	-	50
38.	Тема 1. Напряжение полное, нормальное и касательное, деформации.	28	-	-	-	28
39.	Тема 2. Деформации продольные и поперечные. Коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона). Закон Гука при растяжении и сжатии.	26	2	2	-	22
40.	в т.ч. практическая подготовка	-	-	-	-	-
41.	<i>Итого за 4 триместр</i>	<i>108</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>-</i>	<i>100</i>
42.	Раздел 3. Механические свойства материалов.	34	2	2	-	30

43.	Тема 1. Диаграммы растяжения и ее характерные параметры: пределы пропорциональности, упругости, текучести, прочности.	18	2	2	-	14
44.	Тема 2. Влияние различных факторов на механические свойства материалов.	16	-	-	-	16
45.	Раздел 4. Сдвиг, кручение.	34	2	2	-	30
46.	Тема 1. Закон Гука при сдвиге.	16	-	-	-	16
47.	Тема 2. Кручение стержней круглого поперечного сечения: деформации, напряжения, углы закручивания.	18	2	2	-	14
48.	Раздел 5. Геометрические характеристики плоских сечений.	40	2	2	-	36
49.	Тема 1. Статические моменты плоского сечения. Осевые, центробежные и полярные моменты инерции плоского сечения.	40	2	2	-	36
50.	в т.ч. практическая подготовка	-	-	-	-	-
51.	<i>Итого за 5 триместр</i>	<i>108</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>-</i>	<i>96</i>
52.	Раздел 6. Изгиб прямых стержней.	33	1	2	-	30
53.	Тема 1. Чистый и поперечный изгиб в одной из главных плоскостей бруса.	13	1	2	-	10
54.	Тема 2. Касательные напряжения при поперечном изгибе (формула Д.И. Журавского).	10	-	-	-	10
55.	Тема 3. Касательные напряжения при изгибе тонкостенных стержней.	10	-	-	-	10
56.	Раздел 7. Основы теории напряженного и деформированного состояния.	34	2	2	-	30
57.	Тема 1. Работа внешних сил, потенциальная энергия плоской стержневой системы при статическом нагружении.	17	2	-	-	15
58.	Тема 2. Интеграл Мора.	17	-	2	-	15
59.	Раздел 8. Статически неопределимые системы.	34	2	2	-	30
60.	Тема 1. Статически неопределимые балки и рамы.	17	2	-	-	15
61.	Тема 2. Статически неопределимые стержни.	17	-	2	-	15
62.	Раздел 9. Сложное сопротивление.	33,7	1	-	-	32,7
63.	Тема 1. Совместное действие кручения и изгиба.	18,7	1	-	-	17,7
64.	Тема 2. Изгиб с растяжением и сжатием.	15	-	-	-	15
65.	<i>Контроль</i>	<i>9</i>				
66.	<i>Экзамен</i>	<i>0,3</i>				
67.	в т.ч. практическая подготовка	-	-	-	-	-
68.	<i>Итого за 6 триместр</i>	<i>144</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>-</i>	<i>122,7</i>
	ИТОГО:	360	16	16	-	318,7

Заочная форма обучения – не реализуется

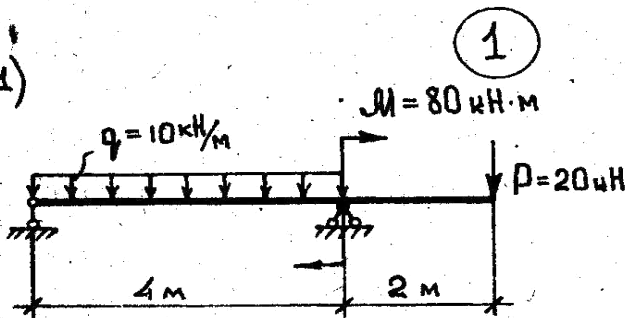
III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы, теста, реферата, творческого задания, кейса и др.

Типовой вариант контрольной работы

Вариант А:

1)

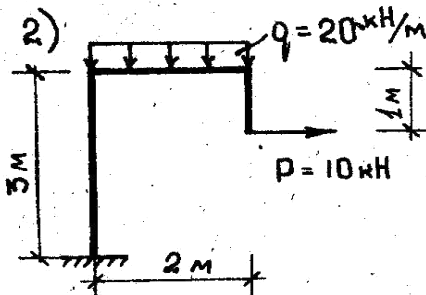


Построить эпюры
 Q и M

$M_{\max} = ?$

1. 40 кН·м
2. 80 "
3. 120 "
4. 160 "
5. 200 "

2)

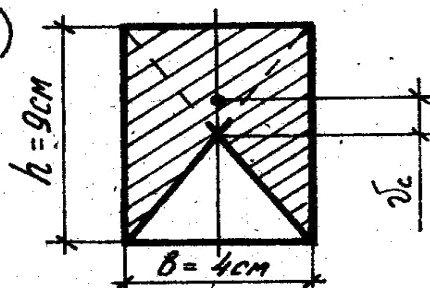


Построить эпюры
 Q ; M ; N

$M_{\max} = ?$

1. 30 кН·м
2. 60 "
3. 50 "
4. 40 "
5. 20 "

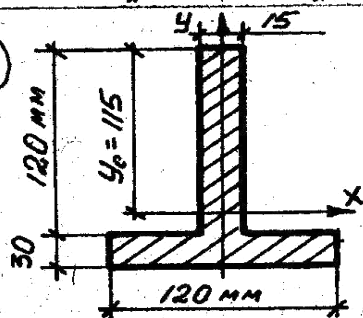
3)



$v_c = ?$

1. 0,9 см
2. 1,0 "
3. 1,1 "
4. 1,5 "
5. 1,2 "

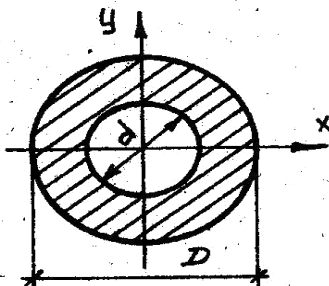
4)



$J_x = ?$

1. 243 см⁴
2. 435 "
3. 678 "
4. 1113 "
5. 918 "

5)



$\frac{d}{D} = 0,8$
 $\max M_x = 40 \text{ кН·м}$
 $[6] = 160 \text{ МПа}$
 $D = ?$

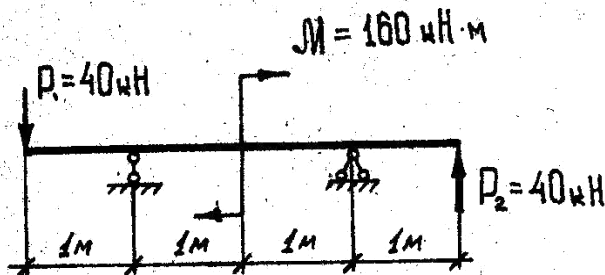
1. 15,7 см
2. 13,1 "
3. 18,0 "
4. 16,1 "
5. 6,2 "

Вариант Б:

2

Построить
эпюры

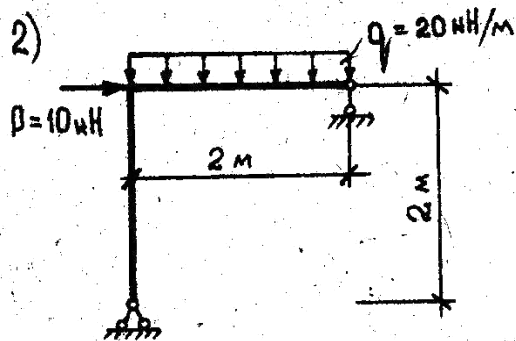
Q и M



$M_{\max} = ?$

1. 160 кН·м
2. 60 "
3. 120 "
4. 40 "
5. 80 "

2)



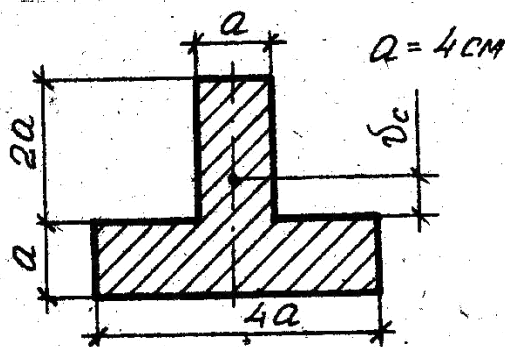
Построить эпюры

$Q ; M ; N$

$M_{\max} = ?$

1. 22,5 кН·м
2. 20 "
3. 25 "
4. 17,5 "
5. 12,5 "

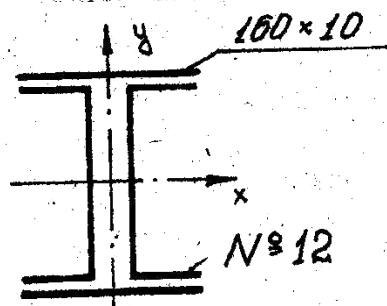
3)



$r_c = ?$

1. 1 см
2. 2 см
3. 0 "
4. 0,6 "
5. 0,4 "

4)

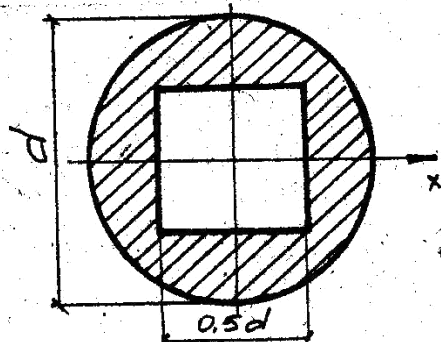


ГОСТ 8240-56

$J_x = ?$

1. 1286 см⁴
2. 1962 "
3. 1899 "
4. 1954 "
5. 1915 "

5)



$\max M_x = 50 \text{ кН·м}$

$[\sigma] = 120 \text{ МПа}$

$d = ?$

1. 17,5 см
2. 14,3 "
3. 8,2 "
4. 13,8 "
5. 16,6 "

Примерная тематика рефератов

1. Основные модели материала в структуре прочностной надёжности.
2. Основные модели формы. Брус. Особенности.
3. Основные модели формы. Оболочка. Особенности.
4. Основные гипотезы "Сопротивления материалов".
5. Основные допущения и принципы "Сопротивления материалов".
6. Классификация внешних сил, действующих на тело.
7. Виды деформаций и внутренние силовые факторы.
8. Удлинение стержня и закон Гука.
9. Диаграмма растяжения - сжатия. Характерные точки и условия возникновения.
10. Метод сечений для определения внутренних силовых факторов.
11. Классификация динамических нагрузок.
12. Деформации, возникающие при кручении. Основные предпосылки.
13. Определение касательных напряжений при кручении.
14. Построение эпюр внутренних силовых факторов при кручении.
15. Деформации, возникающие при чистом сдвиге.
16. Чистый сдвиг. Закон Гука.
17. Последовательность расчёта конструкций на сдвиг.
18. Внутренние силовые факторы, деформации и напряжения при изгибе.
19. Рациональные формы поперечных сечений при изгибе.
20. Опоры балок и опорные реакции.
21. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.
22. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.
23. Последовательность расчёта консольной балки на изгиб.
24. Последовательность расчёта двухопорной балки на изгиб.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета с оценкой и экзамена с использованием следующих оценочных материалов: *перечень вопросов к зачету с оценкой, экзамену.*

Вопросы к зачету

(3 семестр, очная / 5 триместр очно-заочная форма обучения)

1. Правила знаков и порядок построения эпюр внутренних силовых факторов.
2. Построение эпюр продольных сил крутящих и изгибающих моментов и поперечных сил для простейших брусьев.
3. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки.

4. Построение эпюр для рам.
5. Понятие о напряженном состоянии в точке.
6. Понятие о деформационном состоянии в точке.
7. Связь между деформациями и перемещениями. Формулы Коши.
8. Напряжение в поперечных и наклонных сечениях прямого стержня.
9. Деформации продольные и поперечные. Коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона). Закон Гука. Модуль упругости.
10. Определение осевых перемещений поперечных сечений. Жесткость при растяжении и сжатии.
11. Диаграммы растяжения и ее характерные параметры: пределы пропорциональности, упругости, текучести, прочности. Истинная диаграмма растяжения.
12. Механические свойства при сжатии. Диаграмма сжатия. Пластическое и хрупкое состояние материалов типа разрушений.
13. Кручение бруса круглого сечения. Определение напряжений и деформаций.
14. Статический момент площади. Определение центра тяжести прямоугольника (вывод формулы).

Вопросы к экзамену

(4 семестр, очная / 6 триместр очно-заочная форма обучения)

1. Моменты инерции и моменты сопротивления прямоугольника (симметричного относительно главных центральных осей).
2. Моменты инерции при параллельном пересечении осей.
3. Определение положения главных осей и вычисления главных моментов инерции плоских сечений.
4. Чистый и поперечный изгиб в одной из главных плоской бруса.
5. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Условия прочности.
6. Касательные напряжения при поперечном изгибе (формула Д.И. Журавского)
7. Основные понятия о перемещениях, прогибы и углы поворота.
8. Интеграл Мора. Вычисление интеграла Мора по способу Верещагина и Симпсона.
9. Объемное напряженное состояние. Определение напряжений на наклонной площадке. Главное напряжение.
10. Определение положения главных площадок и нахождение величин главных напряжений.
11. Обобщенный закон Гука.
12. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге.
13. Угол закручивания. Жесткость при кручении.
14. Свободное кручение тонкостенных стержней.
15. Понятие о степенях свободы и связи. Метод сил. Канонические уравнения.
16. Выбор основной системы. Эквивалентная система.
17. Расчет статически неопределимых балок и рам.
18. Статически неопределимые системы, работающие на растяжение и сжатие.
19. Учет температурных и монтажных напряжений.
20. Статически неопределимые задачи при кручении.

21. Назначение гипотез (теорий) прочности.
22. Гипотеза прочности нормальных напряжений (Галилея), деформационная теория Мариотта.
23. Гипотеза прочности наибольших касательных напряжений (Треска, Сен-Венана).
24. Энергетическая теория (Губера, Мизеса, Генки).
25. Косой изгиб. Определение напряжений.
26. Определение положения нулевой линии и опасных точек сечения.
27. Изгиб с растяжения (сжатием).
28. Внецентренное растяжение (сжатие).
29. Изгиб с кручением, кручение с растяжением (сжатием).
30. Расчеты на прочность по различным гипотезам прочности.
31. Основные характеристики циклов переменных напряжений. Усталость металлов. Предел выносливости и его определение.
32. Критерии пластичности и разрушения. Общие понятия.
33. Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия.
34. Формула Эйлера при различных случаях опорных закреплений и пределы ее применения.
35. Формула Ясинского. Пределы ее применения.
36. Определение напряжений и радиальных перемещений в толстостенных цилиндрах. Задачи Ламе.
37. Понятие о расчете по разрушающим нагрузкам.
38. Учет сил инерции. Использование принципа Даламбера при равноускоренном движении.
39. Расчет на ударное нагружение. Прочность материалов при ударной нагрузке.
40. Колебание систем с одной степенью свободы.
41. Колебания свободные и вынужденные. Влияние сил сопротивления. Резонанс.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

1. Межецкий, Г.Д. Сопротивление материалов: учебник / Г.Д. Межецкий, Г.Г. Загребин, Н.Н. Решетник. – 5-е изд. – Москва: Дашков и К°, 2016. – 432 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453911> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-02628-7. – Текст : электронный.

5.2. Дополнительная литература

1. Сопротивление материалов: учебное пособие / Н.А. Костенко, С.В. Балясникова, Ю.Э. Волошановская и др.; ред. Н.А. Костенко. – Москва : Директ-Медиа, 2014. – 485 с. : рис., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL:

- <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=226084> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4458-6217-8. – Текст : электронный.
2. Чеботарев, Е.А. Сопротивление материалов=STRENGTH OF MATERIALS: учебное пособие на английском языке : [16+] / Е.А. Чеботарев, Х.Р. Сугаров ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2017. – 205 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483715> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр.: с. 200. – Текст : электронный.
3. Калиновская, Т.Г. Сопротивление материалов : учебное пособие / Т.Г. Калиновская, Н.А. Дроздова, А.Т. Рябова-Найдан ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016. – 164 с. : ил.,табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497211> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр.: с. 147. – ISBN 978-5-7638-3580-9. – Текст : электронный.

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://edu.ru/	Российское образование: Федеральный портал. Включает ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	Свободный доступ
2.	http://www.soprotmat.ru/	Электронный учебный курс по Сопротивлению материалов для студентов очной и заочной формы обучения	Свободный доступ
3.	http://www.detalmach.ru/	Электронный учебный курс по Деталям машин для студентов очной и заочной форм обучения	Свободный доступ

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
----	---	--	--

2.	www.garant.ru	Информационно-правовой портал	Свободный доступ
3.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ
4.	www.consultant.ru	Российская компьютерная справочно-правовая система	Свободный доступ

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Предусмотрены помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.