

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор АСИ
д.т.н., проф.  В.А. Уваров
« ____ » _____ 202__ г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

направление подготовки:

15.03.01 Машиностроение

Профиль подготовки:

15.03.01-01 Технологии, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Архитектурно-строительный институт

Кафедра: Теоретической механики и сопротивления материалов

Белгород – 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение (уровень бакалавриата) утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09 августа 2021 г. №727
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2022 году.

Составитель: _____ (А.В. Клюев)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Технология машиностроения

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф. _____ (Т.А. Дуюн)

« 22 » 04 2022 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Теоретической механики и сопротивления материалов

« 17 » 05 2022 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: к.т.н., доц. _____ (А.Н. Дегтярь)

Рабочая программа одобрена методической комиссией АСИ

« 27 » мая 2022 г., протокол № 10

Председатель к.т.н., доц. _____ (А.Ю. Феоктистов)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
ОПК-13 Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения	ОПК-13.2. Понимает структуры основных механизмов машин, выполняет их анализ и синтез.	<p>Знания: - методов структурного, кинематического и динамического анализа механизмов; - представления о тенденциях развития научной базы создания новых машин и механизмов.</p> <p>Умения: - пользоваться методами структурного, кинематического и динамического анализа механизмов для формирования исходных данных при расчете характеристик с использованием прикладных программ.</p> <p>Навыки: - навыки оформления результатов кинематического и динамического анализа механизмов, - проведения лабораторных испытаний и принятия соответствующих решений.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. **Компетенция ОПК-13** Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

№ Стадия	Наименование дисциплины
Б1.Б.Д18	Теоретическая механика
Б1.Б.Д19	Теория механизмов и машин
Б1.Б.Д20	Сопrotивление материалов
Б1.Б.Д21	Электротехника и электроника
Б1.Б.Д23	Механика жидкости и газа
Б1.Б.Д30	Детали машин и основы конструирования
Б3.ГИА01	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Форма промежуточной аттестации - экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	73	73
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	17	17
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	107	107
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Основные понятия и определения					
	Объекты, изучаемые в сопромате. Классификация внешних нагрузок. Расчетные схемы конструкций. Внутренние силы и их определение (метод сечений). Деформации и перемещения. Основные гипотезы, принимаемые в сопромате. Напряжения и интегральные выражения внутренних усилий через напряжения.	2	6		4
2. Растяжение и сжатие					
	Напряжения и деформации при растяжении-сжатии. Закон Гука и коэффициент Пуассона. Механические свойства материалов при растяжении-сжатии:	4	2	9	4

	<p>диаграммы растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов, основные механические характеристики, явление наклепа. Допускаемые напряжения. Коэффициент запаса. Основные виды задач в сопротивлении материалов.</p> <p>Понятие о статически определимых и статически неопределимых конструкциях. Начальные (монтажные) и температурные напряжения в статически неопределимых конструкциях.</p> <p>Понятие о концентрации напряжений. Теоретический коэффициент концентрации напряжений.</p> <p>Потенциальная энергия деформации при растяжении-сжатии.</p>				
3. Геометрические характеристики плоских сечений					
	<p>Статические моменты сечения. Осевые, полярный и центробежный моменты инерции. Моменты инерции простейших сечений относительно центральных осей. Зависимость между моментами инерции для параллельных осей. Изменение моментов инерции при повороте осей. Главные оси и главные моменты инерции.</p>	2	2		3
4. Напряженное и деформированное состояние в точке					
	<p>Понятие о напряженном состоянии в точке и его видах. Линейное напряженное состояние. Напряжения в наклонных сечениях. Плоское напряженное состояние. Прямая и обратная задачи. Понятие об объемном напряженном состоянии.</p> <p>Обобщенный закон Гука. Объемная деформация.</p> <p>Удельная потенциальная энергия. Удельные потенциальные энергии, связанные с изменением объема и формы тела.</p>	2			1
5. Изгиб прямого стержня					
	<p>Основные понятия. Дифференциальные зависимости между поперечной силой, изгибающим моментом и интенсивностью равномерно распределенной нагрузки.</p> <p>Нормальные напряжения при чистом и поперечном изгибах. Рациональное сечение балок.</p> <p>Касательное напряжение при изгибе. Формула Журавского.</p> <p>Главные напряжения при изгибе.</p> <p>Дифференциальное уравнение оси изогнутого бруса. Непосредственное интегрирование дифференциального уравнения оси изогнутого бруса. Метод начальных параметров.</p>	4	4	4	5
6. Сдвиг					
	<p>Напряжения и деформации при чистом сдвиге. Закон Гука при чистом сдвиге.</p> <p>Расчет заклепочных и сварных соединений.</p>	1	1	2	3

7. Кручение					
	Напряжения и деформации при кручении бруса круглого поперечного сечения. Расчеты на прочность и жесткость. Анализ напряженного состояния при кручении.	2	2	2	5
8. Теории прочности					
	Назначение теорий прочности. Классические теории прочности. Теория прочности Мора.	1			2
9. Сложное сопротивление					
	Особенности расчета конструкций на прочность и жесткость при сложном сопротивлении. Косой изгиб. Определение напряжений и положения нейтральной линии, проверка прочности сечения, определение перемещений. Внецентренное растяжение (сжатие). Определение напряжений и положения нейтральной линии, проверка прочности. Ядро сечения. Изгиб с кручением и растяжением (сжатием).	4			5
10. Общие методы определения перемещений в упругих системах					
	Потенциальная энергия упругой деформации при произвольной нагрузке. Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений. Теорема Кастилиано. Определение перемещений произвольно загруженного бруса по интегралам Мора. Определение перемещений по правилу Верещагина.	2			3
11. Метод сил					
	Расчет плоских рам. Расчет неразрезных балок. Уравнение трех моментов.	4			5
12. Устойчивость сжатого стержня					
	Понятие об устойчивости. Формула Эйлера для критической силы. Влияние условий закрепления на величину критической силы. Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского. Полный график критических напряжений. Расчеты сжатых стержней на устойчивость при помощи коэффициента уменьшения основного допускаемого напряжения. Понятие о продольно-поперечном изгибе.	2			4
13. Расчеты на прочность и жесткость при динамических нагрузках					
	Колебания упругих систем. Основные понятия и определения. Свободные колебания упругой системы с одной степенью свободы. Вынужденные колебания упругой системы с одной степенью свободы. Расчеты при ударной нагрузке. Влияние собственного веса конструкции на расчеты при динамических нагрузках. Способы снижения динамических напряжений.	2			5
14. Расчеты при повторно-переменных напряжениях					
	Характеристики циклов переменных напряжений. Усталость материалов. Предел выносливости при симметричном цикле.	2			4

	Кривая Велера. Усталостная долговечность при несимметричном цикле. Диаграмма предельных амплитуд. Основные факторы, влияющие на усталостную долговечность.				
	ВСЕГО	34	17	17	53

4.2 Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 3				
1	Основные понятия и определения	Определение опорных реакций для балок, рам и валов	2	2
2		Построение эпюр внутренних усилий для балок	2	2
3		Построение эпюр внутренних усилий для плоских рам	2	2
4	Растяжение и сжатие	Расчеты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии стержня	2	2
5	Геометрические характеристики плоских сечений	Определение геометрических характеристик для плоских сечений	2	2
6	Изгиб прямого стержня	Расчет статически определимой балки на прочность	2	2
7		Определение линейных и угловых перемещений в однопролетной балке	2	2
8	Сдвиг	Расчет заклепочных и сварных соединений	1	1
9	Кручение	Расчеты на прочность и жесткость стержней круглого поперечного сечения	2	2
Всего:			17	17

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 3				
1	Растяжение и сжатие	Испытание на растяжение стандартного стального образца	2	2
2		Испытание на сжатие пластичных и хрупких материалов	2	2
3		Испытание на сжатие дерева	1	1
4		Определение упругих постоянных	2	2
5		Опытное определение	2	2

		коэффициента концентрации напряжений		
6	Изгиб прямого стержня	Испытание стальной балки на поперечный изгиб	2	2
7		Определение перемещений балки при изгибе	2	2
8	Сдвиг	Испытание на срез стального и деревянного образцов	2	2
9	Кручение	Испытание стального образца на кручение в пределах упругих деформаций	2	2
ВСЕГО:			17	17

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом в 3 семестре предусмотрено одно расчетно-графическое задание с объемом самостоятельной работы студента (СРС) - 18 ч.

Тема индивидуального домашнего задания – "Расчет статически определимой балки при изгибе".

Это комплексная работа по наиболее сложной теме семестра. Выполняется на основании выданной преподавателем расчетной схемы балки с двумя формами поперечных сечений. Дает навыки практических расчетов на прочность и жесткость.

Для заданной балки требуется:

- 1) построить эпюры Q_y и M_z ;
- 2) подобрать два заданных поперечных сечения балки при $\sigma_{adm} = 160 \text{ МПа}$, построить для всех сечений эпюры нормальных напряжений;
- 3) выбрать рациональное сечение балки (последующие пункты выполнять только для него);
- 4) проверить прочность сечения по касательным напряжениям, полагая $\tau_{adm} = 0,6 \sigma_{adm}$, и построить эпюру касательных напряжений;
- 5) проверить прочность сечения по главным напряжениям;
- 6) вычислить прогибы балки (на границах участков) при $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ и построить упругую линию;
- 7) проверить жесткость балки.

Задание оформляется на листах формата А4 и содержит все необходимые расчеты, а также поясняющие схемы.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенции

1. **Компетенция ОПК-13** Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ОПК-13.2. Понимает структуры основных механизмов машин, выполняет их анализ и синтез.	собеседование, тестирование, защита лабораторных работ, защита РГЗ, разноуровневые задачи и задания, экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

Промежуточная аттестация осуществляется в конце 3 семестра после завершения изучения дисциплины в форме экзамена.

К экзамену допускаются студенты выполнившие и защитившие расчетно-графическое задание, а также все лабораторные работы.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
Компетенция ОПК-13		
1.	Основные понятия и определения	<p>Что называется брусом, оболочкой, пластинкой, массивом?</p> <p>По каким признакам и как классифицируются внешние нагрузки?</p> <p>Что представляет собой расчетная схема и чем она отличается от реальной конструкции?</p> <p>Что называется осью бруса?</p> <p>Что представляют собой внутренние усилия? Перечислить их.</p> <p>В чем сущность метода сечений?</p> <p>Дать понятие о деформациях.</p> <p>Какие деформации называются упругими, а какие пластическими?</p> <p>Дать понятие о линейной деформации.</p> <p>Что называется угловой деформацией?</p> <p>Дать понятие о перемещениях.</p> <p>Перечислить основные гипотезы, используемые в сопряmate.</p> <p>Сформулировать гипотезы сплошности, однородности и изотропии, абсолютной упругости.</p>

		<p>Сформулировать гипотезы о малости деформаций, линейной зависимости между нагрузками и перемещениями. Дать понятие о принципе суперпозиции.</p> <p>Дать понятие о напряжениях.</p> <p>Как связаны напряжения с внутренними усилиями?</p>
2.	Растяжение и сжатие	<p>При каких условиях нагружения бруса имеет место растяжение (сжатие) и какие внутренние усилия возникают при этом в поперечных сечениях?</p> <p>Какие напряжения возникают в поперечных сечениях бруса при растяжении (сжатии) и как они вычисляются?</p> <p>Сформулировать гипотезу плоских сечений и принцип Сен-Венана.</p> <p>Какие деформации имеют место при растяжении (сжатии) бруса?</p> <p>Дать понятие о коэффициенте Пуассона и законе Гука при растяжении (сжатии).</p> <p>Что называется жесткостью сечения бруса при растяжении (сжатии)? Что называется модулем упругости? Как он влияет на величину деформаций бруса?</p> <p>Как можно вычислить абсолютную продольную деформацию бруса ступенчато-переменного сечения, если продольные силы постоянны в пределах отдельных участков?</p> <p>Брус с жесткостью сечений $EА$ жестко заделан на одном из торцов и сжимается осевой силой F, приложенной посередине его длины. Построить для бруса эпюры продольных сил и нормальных напряжений.</p> <p>В каких координатах строится диаграмма растяжения (сжатия)? Какое явление называется наклепом?</p> <p>Чем отличаются диаграммы растяжения пластичных и хрупких материалов от диаграмм сжатия?</p> <p>Каковы особенности деформирования и разрушения пластичных и хрупких материалов при растяжении (сжатии)?</p> <p>Дать понятие о пределах пропорциональности, упругости, текучести и о временном сопротивлении. Что называется площадкой текучести?</p> <p>Что называется допустимым напряжением? Как оно определяется для пластичных и хрупких материалов?</p> <p>Что называется коэффициентом запаса прочности, и от каких основных факторов зависит его величина?</p> <p>Охарактеризовать три основных вида задач, рассматриваемых в сопромате при расчетах на прочность.</p> <p>Дать понятие о статически определимых и статически неопределимых системах.</p> <p>Что называется степенью статической неопределимости системы? Каковы особенности расчета статически неопределимых систем?</p> <p>Как определяются начальные (монтажные) напряжения?</p> <p>Как определяются температурные напряжения?</p> <p>Что называется концентрацией напряжений? Когда она возникает?</p> <p>Дать понятие о теоретическом коэффициенте концентрации напряжений. Почему концентрация</p>

		<p>напряжений менее опасна для пластичных материалов? Как определяется потенциальная энергия деформации при растяжении (сжатии)?</p>
3.	Геометрические характеристики плоских сечений	<p>Дать понятие о статических моментах и моментах инерции сечения. Каким образом определяются координаты центра тяжести сложного сечения? Какую размерность имеют статические моменты, моменты инерции? Чему равны моменты инерции относительно центральных осей для простейших сечений? Как вычисляются моменты инерции сечения для параллельных осей? Через вершину и противоположную сторону треугольника проведены две параллельные оси. Для какой из этих осей момент инерции будет больше и почему? Как изменяются моменты инерции сечения при повороте осей? Дать понятие о главных осях и главных моментах инерции сечения.</p>
4.	Напряженное и деформированное состояние в точке	<p>Дать понятие о напряженном состоянии в точке и его видах. Что называется главными напряжениями и главными площадками? Чему равны касательные напряжения на главных площадках? Как определяются напряжения в наклонных сечениях при линейном напряженном состоянии? Дать понятие о прямой и обратной задачах в теории напряженного состояния. При каких условиях нагружения имеет место линейное, а при каких – плоское напряженное состояние? Как определяются напряжения при плоском напряженном состоянии в прямой задаче? Как вычисляются величины и направления напряжений в обратной задаче при плоском напряженном состоянии? Как определяются экстремальные касательные напряжения при плоском напряженном состоянии? Дать понятие об объемном напряженном состоянии. Какими зависимостями связаны напряжения, действующие на двух взаимно перпендикулярных площадках, проходящих через рассматриваемую точку? Указать правило знаков для напряжений. Сформулировать обобщенный закон Гука. Дать понятие об объемной деформации. Дать понятие об удельной потенциальной энергии. Из каких частей она состоит? Как определяются удельные потенциальные энергии деформации, связанные с изменением объема и формы тела?</p>
5.	Изгиб прямого стержня	<p>Дать понятие о чистом, поперечном и плоском изгибах. Какой вид имеют дифференциальные зависимости между поперечной силой, изгибающим моментом и интенсивностью равномерно распределенной нагрузки при изгибе? Чему равна поперечная сила в сечениях балки, в которых изгибающий момент достигает экстремальных значений?</p>

		<p>Почему?</p> <p>Какой вид имеет эпюра изгибающих моментов на участке балки, где поперечная сила равна нулю? Почему?</p> <p>Привести формулу нормальных напряжений при изгибе. Какой вид имеют эпюры этих напряжений для сечений симметричных и несимметричных относительно горизонтальной оси?</p> <p>Дать понятие о рациональном сечении балок.</p> <p>Что называется жесткостью и моментом сопротивления сечения при изгибе? Какова размерность момента сопротивления?</p> <p>По какой формуле вычисляются касательные напряжения при изгибе?</p> <p>Какой вид имеют эпюры касательных напряжений для прямоугольного, круглого и двутаврового сечений?</p> <p>Как определяются главные напряжения при изгибе?</p> <p>Как направлены главные площадки на уровне нейтрального слоя и в точках наиболее удаленных от него при изгибе балки?</p> <p>Записать и объяснить условия прочности балки по нормальным, касательным и главным напряжениям.</p> <p>Какие перемещения получают поперечные сечения балки при изгибе? Как эти перемещения связаны между собой?</p> <p>Дать понятие о дифференциальном уравнении оси изогнутого бруса (точном и приближенном).</p> <p>Дать понятие о решении дифференциального уравнения оси изогнутого бруса методом непосредственного интегрирования.</p> <p>Как из выражения прогибов можно получить выражения для определения углов поворота сечений, изгибающих моментов и поперечных сил?</p> <p>Записать общее выражение для определения прогибов по методу начальных параметров и объяснить, как им пользоваться. Из каких условий определяются значения начальных параметров?</p>
6.	Сдвиг	<p>Дать понятие о сдвиге.</p> <p>Как определяются напряжения в поперечных сечениях и главные напряжения при сдвиге?</p> <p>Записать условия прочности при сдвиге.</p> <p>Какие деформации имеют место при сдвиге?</p> <p>Чему равна объемная деформация при чистом сдвиге?</p> <p>Дать понятие о законе Гука при сдвиге.</p> <p>Как связаны модули упругости при растяжении и при сдвиге?</p> <p>Дать понятие о расчете заклепочных и сварных соединений.</p>
7.	Кручение	<p>Напряжения и деформации при кручении бруса круглого поперечного сечения. Расчеты на прочность и жесткость.</p> <p>Анализ напряженного состояния при кручении.</p>
8.	Теории прочности	<p>Назначение теорий прочности.</p> <p>Классические теории прочности.</p> <p>Теория прочности Мора.</p>
9.	Сложное сопротивление	<p>Особенности расчета конструкций на прочность и жесткость при сложном сопротивлении.</p>

		<p>Косой изгиб. Определение напряжений и положения нейтральной линии, проверка прочности сечения, определение перемещений.</p> <p>Внецентренное растяжение (сжатие). Определение напряжений и положения нейтральной линии, проверка прочности. Ядро сечения.</p> <p>Изгиб с кручением и растяжением (сжатием).</p>
10.	Общие методы определения перемещений в упругих системах	<p>Потенциальная энергия упругой деформации при произвольной нагрузке.</p> <p>Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений. Теорема Кастилиано.</p> <p>Определение перемещений произвольно загруженного бруса по интегралам Мора.</p> <p>Определение перемещений по правилу Верещагина.</p>
11.	Метод сил	<p>Расчет рам методом сил.</p> <p>Расчет неразрезных балок методом сил. Уравнение трех моментов.</p>
12.	Устойчивость сжатого стержня	<p>Понятие об устойчивости сжатых стержней.</p> <p>Формула Эйлера для критической силы.</p> <p>Влияние условий закрепления на величину критической силы.</p> <p>Пределы применимости формулы Эйлера.</p> <p>Формула Ясинского. Полный график критических напряжений.</p> <p>Расчеты сжатых стержней на устойчивость при помощи коэффициента уменьшения основного допускаемого напряжения.</p> <p>Понятие о продольно-поперечном изгибе.</p>
13.	Расчеты на прочность и жесткость при динамических нагрузках	<p>Колебания упругих систем. Основные понятия и определения.</p> <p>Свободные колебания упругой системы с одной степенью свободы.</p> <p>Вынужденные колебания упругой системы с одной степенью свободы.</p> <p>Расчеты при ударной нагрузке.</p> <p>Влияние собственного веса конструкции на расчеты при динамических нагрузках. Способы снижения динамических напряжений.</p>
14.	Расчеты при повторно-переменных напряжениях	<p>Характеристики циклов переменных напряжений.</p> <p>Усталость материалов.</p> <p>Предел выносливости при симметричном цикле. Кривая Велера.</p> <p>Усталостная долговечность при несимметричном цикле.</p> <p>Диаграмма предельных амплитуд.</p> <p>Основные факторы, влияющие на усталостную долговечность.</p>

Типовой вариант экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Кафедра Теоретической механики и сопротивления материалов

Дисциплина Сопротивление материалов

Направление 15.03.01 Машиностроение

Профиль 15.03.01-01 Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

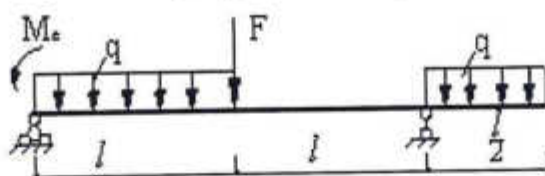
1. Внецентренное растяжение (сжатие). Определение положения нейтральной линии. Ядро сечения.
2. Расчеты при ударной нагрузке.
3. Задача

Утверждено на заседании кафедры _____, протокол № _____
(дата)

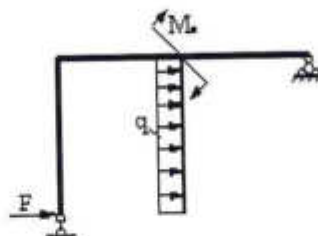
Заведующий кафедрой _____ / А.Н. Дегтярь

Типовые задачи к экзамену

Для заданной балки требуется построить эпюры Q_y и M_z ;



Для заданной рамы требуется построить эпюры N_x , Q_y и M_z ;



5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты расчетно-графического домашнего задания

Компетенция ОПК-13

1. В чем заключается метод сечений.
2. Изгиб прямых брусков. Основные понятия и определения.
3. Правила знаков. Дифференциальные зависимости при изгибе.
4. Нормальные напряжения при чистом изгибе.
5. Осевые моменты сопротивления при изгибе.
6. Нормальные напряжения при поперечном изгибе.
7. Касательные напряжения при изгибе. Формула Журавского.
8. Распределение касательных напряжений по высоте сечений различной формы.
9. Главные напряжения при изгибе.
10. Расчеты на прочность при изгибе.
11. Прогибы простейших балок.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты лабораторных работ, выполнения индивидуального домашнего задания.

Лабораторные работы. В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания работе, рассмотрен практический пример, дан перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления лабораторной работы. Защита проводится в

форме тестирования студента по теме лабораторной работы с помощью специально программного обеспечения установленного на рабочих компьютерах. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

Компетенция ОПК-13

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Лабораторная работа №1. Испытание на растяжение стандартного стального образца.	<ol style="list-style-type: none"> 1. В каких координатах строится диаграмма растяжения? 2. Запишите закон Гука при растяжении. 3. Всегда ли на диаграмме растяжения имеется площадка текучести? 4. Укажите значение предела текучести для стали марки Ст 3. 5. Что называется временным сопротивлением? 6. Какие изменения механических характеристик соответствуют явлению наклепа? 7. Какая механическая характеристика зависит от размеров образца? 8. Укажите соотношения между диаметром и расчетной длиной образца. 9. Укажите характеристики пластичности? 10. Перечислите в порядке возрастания характеристики прочности. 11. Что называют условным пределом текучести?
2.	Лабораторная работа №2. Испытание на сжатие пластичных и хрупких материалов.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Укажите соотношение между размерами круглого образца при испытании на сжатие. 2. В каких координатах строят диаграммы сжатия? 3. Укажите механические характеристики, определяемые при сжатии пластичных и хрупких материалов. 4. Запишите закон Гука при сжатии. 5. Укажите примерное соотношение между временным сопротивлением чугуна при испытании на сжатие и на растяжение. 6. Укажите характер разрушения чугунного образца при сжатии. 7. Какой характер разрушения имеет образец из малоуглеродистой стали при сжатии.
3.	Лабораторная работа №4. Испытание на срез стального и деревянного образцов.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие механические характеристики определяют при срезе стального и деревянного образцов? 2. Какие напряжения возникают в поперечных сечениях при срезе? 3. Сколько плоскостей срезе имеет стальной образец, испытываемый в лабораторной работе? 4. Как вычисляют временное сопротивление при срезе? 5. Какой вид имеет закон Гука при срезе (сдвиге)? 6. Какое соотношение существует между временным сопротивлением стали при срезе и при растяжении? 7. По какой формуле вычисляют напряжения в поперечном сечении стержня при срезе? 8. Что называется плоскостью среза?
4.	Лабораторная работа №6. Определение упругих постоянных.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что называется коэффициентом Пуассона? 2. Какие значения может иметь коэффициент Пуассона для материалов?

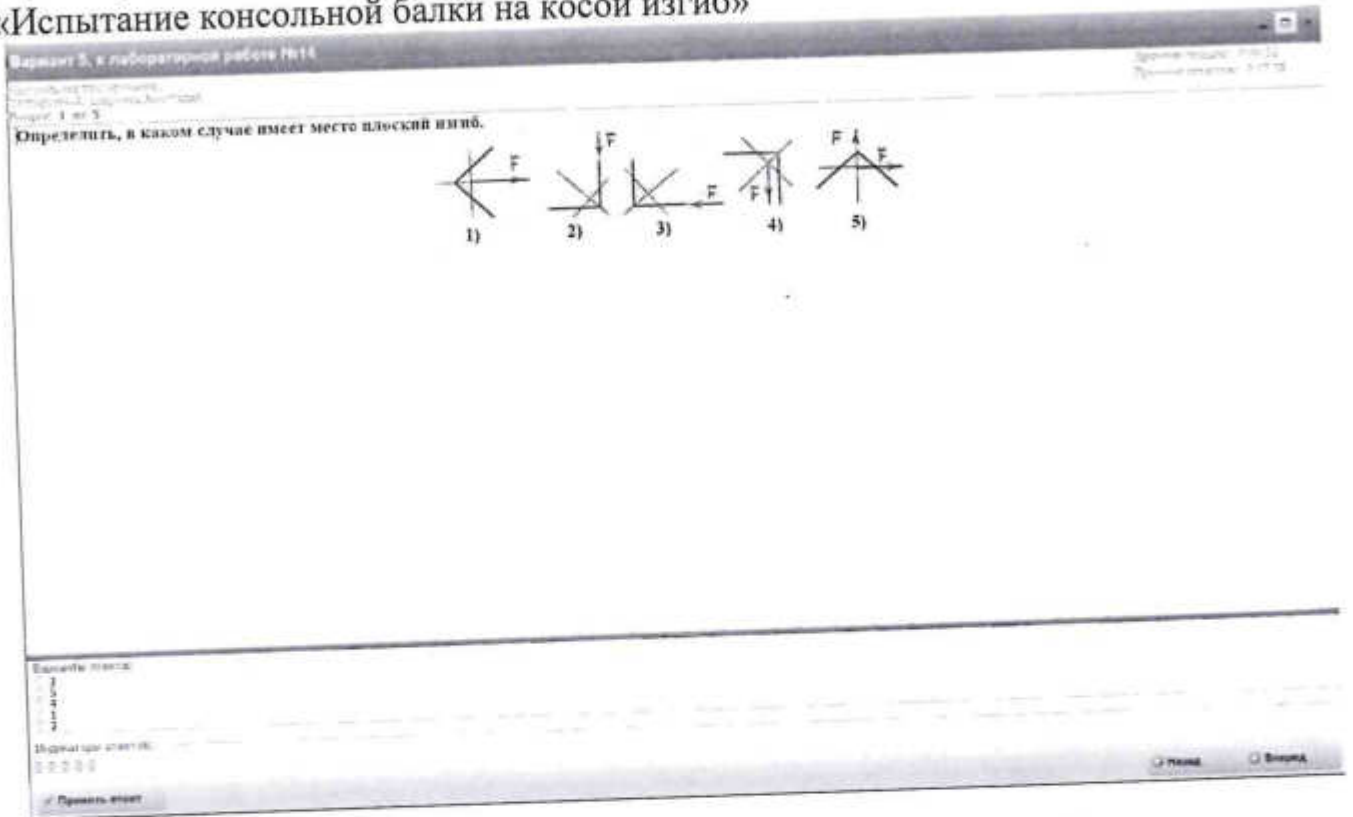
№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		3. Какое свойство материала характеризует коэффициент Пуассона? 4. Закон Гука при сжатии для абсолютных деформаций. 5. Какое свойство материалов характеризует модуль продольной упругости? 6. Чему равен модуль продольной упругости для стали марки Ст 3? 7. Во сколько раз относительная поперечная деформация меньше относительной продольной для стали? 8. Как определяется модуль продольной упругости по данным опыта? 9. Назовите основные характеристики тензодатчика сопротивления.
5.	Лабораторная работа №7. Опытное определение коэффициента концентрации напряжений.	1. Что называют концентратором напряжения? 2. Какие напряжения характеризуют ослабленное сечение пластинки с отверстием? 3. Как определяют количественную характеристику концентрации напряжений? 4. По какой формуле определяют номинальные напряжения при растяжении пластины с концентратором? 5. Как рассчитать максимальные напряжения в зоне концентратора? 6. Какие материалы чувствительны к концентрации напряжений при статической нагрузке? 7. Какие меры рекомендуете Вы для уменьшения концентрации напряжений?
6.	Лабораторная работа №8. Испытание стальной балки на поперечный изгиб	1. Дать определение чистого изгиба. 2. По каким формулам определяют нормальные и касательные напряжения в произвольной точке поперечного сечения балки при изгибе? 3. опишите напряженное состояние в точке, находящейся на нейтральной оси. 4. По какой формуле определяют нормальные напряжения при изгибе в точках сечения, наиболее удаленных от нейтральной оси? 5. Как определяют главные напряжения при изгибе в произвольной точке? 6. Под каким углом направлены главные напряжения при изгибе в точке, принадлежащей нейтральной оси? 7. Как определяют направление главных напряжений при изгибе?
7.	Лабораторная работа №9. Определение перемещений балки при изгибе	1. Какие деформации возникают в балке при плоском изгибе? 2. Чему равен максимальный прогиб и максимальный угол поворота для консольной балки, нагруженной силой на конце консоли? 3. Укажите формулу для максимального прогиба двухопорной балки, нагруженной посередине пролета силой F ? 4. Укажите формулу для максимального прогиба двухопорной балки, нагруженной по длине пролета равномерно распределенной нагрузкой.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
8.	Лабораторная работа №11. Испытание стального образца на кручение в пределах упругих деформаций.	<ol style="list-style-type: none"> 1. В каких точках поперечного сечения вала касательные напряжения максимальны? 2. При каких условиях нагружения возникает кручение? 3. Как записывается закон Гука при кручении? 4. Укажите формулу для вычисления касательных напряжений в произвольной точке поперечного сечения при кручении. 5. Какая зависимость существует между модулями упругости первого и второго рода? 6. По какой формуле определяется полярный момент инерции круглого сечения? 7. Что называется жесткостью сечения бруса при кручении? 8. По какой формуле определяется полярный момент сопротивления круглого сечения?
9.	Лабораторная работа №14 Испытание консольной балки на косо́й изгиб.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дайте определение косо́му изгибу. 2. По какой формуле определяют нормальные напряжения в любой точке сечения при косо́м изгибе? 3. Укажите положение нейтральной линии при косо́м изгибе относительно следа плоскости изгиба. 4. По какой формуле определяют полный прогиб балки при косо́м изгибе? 5. Для сечений какой формы косо́й изгиб не имеет места? 6. По какой формуле можно вычислить прогиб свободного конца консольной балки, если балка загружена силой F, приложенной на этом же конце балки? 7. Укажите, при каком расположении внешней нагрузки происходит косо́й изгиб, а при каком – плоский изгиб балки? 8. Комбинацией каких простых напряженных состояний является косо́й изгиб? 9. Как можно определить примерное положение нейтральной линии при косо́м изгибе, если известны знаки напряжений в сечении, обусловленные действиями изгибающих моментов M_x и M_y?
10.	Лабораторная работа №15 Испытание стального образца на внецентренное сжатие.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Укажите в каком случае нагружения имеет место внецентренное растяжение-сжатие. 2. Комбинацией каких простых напряженных состояний оно является? 3. По какой формуле определяют нормальные напряжения в любой точке сечения при внецентренном растяжении-сжатии? 4. По каким формулам находят положение нейтральной линии? 5. Как проходит нейтральная линия в сечении, если внешняя продольная сила приложена на границе ядра сечения? 6. Какой вид имеет эпюра нормальных напряжений при этом, 7. Укажите зависимость между размерами ядра сечения и размерами прямоугольного и круглого поперечных сечений бруса. 8. Какие напряжения (по знаку) возникают в поперечном сечении бруса, если продольная растягивающая сила приложена в ядре сечения? 9. Как зависит положение нейтральной линии от точки

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		приложения силы?

Типовые задания для защиты лабораторной работы

Инструкция к тесту: выберите цифру, соответствующую правильному варианту ответа и отметьте её на экране. Из теста к лабораторной работе «Испытание консольной балки на косой изгиб»



5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, и используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично. Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание основных терминов, определений, понятий теории механизмов и машин
	Объем освоенного материала по различным разделам дисциплины
	Полнота ответов на поставленные вопросы
	Четкость изложения материала и интерпретации знаний
Умения	Умение проводить оценку функциональных возможностей различных типов механизмов и областей их возможного использования в технике
	Умение использовать общие методы проектирования и исследования механизмов для создания машин разнообразного назначения

	Умение использовать аналитические и графо-аналитические методы решения конкретных задач на разных этапах анализа и синтеза механизмов и машин
	Умение пользоваться справочной литературой по направлению своей профессиональной деятельности
	Полнота выполненного задания
Навыки	Владение методами проектирования машин и механизмов
	Владение навыками оформления результатов кинематического и динамического анализа механизмов
	Владение навыками оформления результатов лабораторных испытаний и принятия соответствующих решений

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание классификации, определений, понятий	Не знает термины, определения и понятия	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основ проектирования деталей и механизмов	Не знает основные понятия и методики расчета деталей и механизмов.	Знает основные понятия и методики расчета деталей и механизмов.	Знает основные понятия и методики расчета деталей и механизмов. Описывает условия использования деталей машин и механизмов.	Знает основные понятия и методики расчета деталей и механизмов. Описывает условия использования деталей машин и механизмов. Объясняет методы решения задач по изученным разделам
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает ответы на вопросы, в полном или частичном объеме
Четкость изложения и интерпретация знаний	Четкость изложения материала отсутствует	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности, грамотно, самостоятельно их интерпретируя и анализируя

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение пользоваться измерительным инструментом	Не умеет самостоятельно пользоваться измерительным инструментом.	Частично умеет пользоваться измерительным инструментом.	Умеет пользоваться измерительным инструментом.	Умеет пользоваться измерительным инструментом. Может проанализировать результаты исследования.
Умение проводить расчеты основных параметров деталей и механизмов	Не умеет производить расчеты основных параметров деталей и механизмов.	Умеет частично производить расчеты основных параметров деталей и механизмов.	Знает расчеты основных параметров деталей и механизмов.	Успешно применяет знания об основах расчета деталей и механизмов.
Умение обрабатывать результаты, полученные экспериментальным путем	С трудом справляется с обработкой результатов эксперимента.	Знает только основы обработки результатов эксперимента.	Уверенно использует навыки обработки результатов эксперимента.	Может проанализировать результаты эксперимента и сделать выводы. Уверенно проводит статистическую обработку результатов эксперимента.
Умение применять законы механики для решения практических задач	Студент выполнил работу не в полном объеме, в отчете были допущены множественные ошибки	Студент выполнил работу не в полном объеме, в отчете были допущены небольшие ошибки	Студент выполнил работу в полном объеме	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения измерений и расчетов, сделал необходимые выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Не использует учебную и научную литературу для подготовки к занятиям	Частично умеет работать с учебной и научной литературой	Умеет работать с учебной и научной литературой	Достаточно владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной

				литературой
Владение навыками приобретенных знаний при решении практических задач	Допущены принципиальные ошибки (перепутаны формулы, нарушена последовательность вычислений, отсутствует и т.д.).	Выполнен частичный объем работы, присутствуют грубые ошибки при расчетах	Выполнен весь объем работы, присутствуют несущественные ошибки при расчетах	Полное наличие выполнения всего объема работы и наличие несущественных ошибок при расчетах и построении графиков, рисунков, не влияющих на общий результат решения.
Владеть методиками проектирования деталей и узлов приводов машин и оборудования	Не умеет или проводит замеры и расчеты основных параметров с посторонней помощью	Проводит замеры и расчеты основных параметров самостоятельно, но не владеет в полной мере основными методиками проектирования деталей и узлов приводов машин и оборудования	Владеет основными методиками проектирования деталей и узлов приводов машин и оборудования	Владеет методиками проектирования деталей и узлов приводов машин и оборудования
Владение методами изучения часто используемых в конструировании и деталей, и способами их применения	С дополнительной помощью обрабатывает и не интерпретирует результаты измерений	Обрабатывает, но не интерпретирует результаты измерений	Сформированы основные навыки владения методами изучения	Сформированы навыки владения методами изучения часто используемых в конструировании и деталей, и способами их применения

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных, лабораторных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель. 1. Универсальная установка для механических испытаний УММ-10 2. Машина кручения КМ-50-1 3. Твердомер ТШ-2м 4. Катетометр В-630 5. Электронный измеритель деформаций СИИТ-3 6. Копер маятниковый МК-30 А 7. Стенд универсальный для лабораторных работ – 6 шт. 8. Динамометр – 8 шт. 9. Индикатор часового типа- 12 шт. 10. Доска аудиторная – 2 шт. 11. Крепление потолочное для проектора – 1 шт. 12. Проектор ACER – 1 шт. 13. Экран для проектора – 1 шт. 14. Компьютер – 9 шт. 15. Плакат - 30 шт.
2	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6	ADSoftTester_2.8.1	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Дарков, А.В. Сопротивление материалов: учебник / А.В. Дарков, А.В. Шпиро. – М.: Высшая школа, 1989. – 624 с.
2. Александров, А.В. Сопротивление материалов: учебник / А.В. Александров, В.Д. Потапов и др. – М.: Высшая школа, 2000. – 560 с.
3. Степин, П.А. Сопротивление материалов: учебник / П.А. Степин. М.: Высшая школа, 2012. – 320 с.
4. Толбатов, А.А. Сопротивление материалов: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению «Строительство» / А.А. Толбатов. – М.: Изд-во АСВ, Мин. Воды, 2006. – 243 с.
5. Сопротивление материалов // метод. указания к выполнению расчетно графических заданий для студентов дневной формы обучения, обучающихся по направлению «Строительство». Ч 2. / сост. А.А. Толбатов, Л.А. Панченко, И.Р. Серых и др. – Белгород, БГТУ. – 2012 (и электронная версия). – 52 с.
6. Потележко, В.П. Лабораторный практикум по сопротивлению материалов / В.П. Потележко, А.А. Толбатов, И.Р. Серых, В.И. Иваненко. - Белгород, Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. - 69 с.
7. Виртуальные лабораторные работы: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов очной и заочной форм обучения всех специальностей / И.Р. Серых, В.П. Потележко, А.А. Толбатов. - Белгород, Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2010. - 32 с.
8. Фесик, С.П. Справочник по сопротивлению материалов: Справочное пособие / С.П. Фесик. Киев: Изд-во «Будівельник», 1982. – 280 с.
9. Ицкович, Г.М. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов: учебное пособие / Г.М. Ицкович, Л.С. Минин, А. И. Винокуров. - 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 2001. – 592 с.
10. Миролубов, И.Н. Сопротивление материалов. Пособие по решению задач. [Электронный ресурс] / И.Н. Миролубов, Ф.З. Алмаметов, Н.А. Курицин, И.Н. Изотов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 512 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/39150>.
11. Беляев, Н.М. Сборник задач по сопротивлению материалов. [Электронный ресурс] / Н.М. Беляев, Л.К. Паршин, Б.Е. Мельников, В.А. Шерстнев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 432 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/86019>.
12. Кузьмин, Л.Ю. Сопротивление материалов. [Электронный ресурс] / Л.Ю. Кузьмин, В.Н. Сергиенко, В.К. Ломунов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 228 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/90004>.
13. Кудрявцев, С.Г. Сопротивление материалов. Интернет-тестирование базовых знаний. [Электронный ресурс] / С.Г. Кудрявцев, В.Н. Сердюков. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 176 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5247>.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Каримов И. Сопротивление материалов. Электронный учебный курс для студентов очной и заочной форм обучения [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.soprotmat.ru>.
2. Каталог учебных фильмов по сопротивлению материалов и механике раз рушения [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.soprotmat.ru/film.htm>.
3. <http://ntb.bstu.ru> – Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова.
4. <http://lib.misis.ru/elbib.html> – Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС.
5. <https://openedu.ru/course/misis/MATSTR/> – Онлайн-курс «Сопротивление материалов» на openedu.ru.