

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

СОГЛАСОВАНО
Директор института заочного
образования

Спесивцева С. Е.
« 20 » 05 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

В. А. Уваров
2021 г.

дисциплины
Сопротивление материалов

Специальность:
23.03.02. «Наземные транспортно-технологические средства»

Специализация:
**«Технические средства природообустройства и защиты
в чрезвычайных ситуациях»**

Квалификация

инженер

Форма обучения

заочная

Институт Инженерно - строительный
Кафедра Теоретической механики и сопротивления материалов

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (уровень специалитета), №935 от 11 августа 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): к.т.н., доц.  (Клюев А.В.)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » 05 2021г., протокол № 8

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

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

Кафедра технологических комплексов, машин и механизмов

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (Севостьянов В.С.)

« 14 » 05 2021г. протокол № 10

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 27 » 05 2021г., протокол № 10

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

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Общепрофессиональные	ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	ОПК-1.8 Использует методики проектных и проверочных расчетов инженерных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.	Знать: основные методики и принципы расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость; Уметь: выполнять статические и прочностные расчёты элементов сооружений на прочность, жесткость и устойчивость; Владеть: навыками расчета элементов строительных конструкций и сооружений на прочность, жесткость, устойчивость.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименование дисциплины
1	Математика
2	Физика
3	Химия
4	Инженерная экология
5	Теоретическая механика
6	Теория механизмов и машин
7	Детали машин и основы конструирования
8	Термодинамика и теплопередача
9	Материаловедение
10	Технология конструкционных материалов
11	Эксплуатационные, конструкционные и защитно-отделочные материалы
12	Надежность механических систем

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, часов.

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	12	12
лекции	4	4
лабораторные	2	2
практические	4	4
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	204	204
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	150	150
Форма промежуточная аттестация (зачет, 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.	0,25	0,2		10

2. Растяжение и сжатие					
	<p>Напряжения и деформации при растяжении-сжатии. Закон Гука и коэффициент Пуассона. Механические свойства материалов при растяжении-сжатии: 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>	0,25	0,2	0,25	10
3. Геометрические характеристики плоских сечений					
	<p>Статические моменты сечения. Осевые, полярный и центробежный моменты инерции. Моменты инерции простейших сечений относительно центральных осей.</p> <p>Зависимость между моментами инерции для параллельных осей. Изменение моментов инерции при повороте осей. Главные оси и главные моменты инерции.</p>	0,25	0,2		10
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>	0,25	0,2		10
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>	0,25	0,2	0,25	10
6. Сдвиг					
	<p>Напряжения и деформации при чистом сдвиге. Закон Гука при чистом сдвиге.</p> <p>Расчет заклепочных и сварных соединений.</p>	0,25	0,2	0,25	10
7. Кручение					
	<p>Напряжения и деформации при кручении бруса круглого поперечного сечения. Расчеты на прочность и жесткость. Анализ напряженного состояния при кручении.</p>	0,25	0,3	0,25	10

8. Теории прочности					
	Назначение теорий прочности. Классические теории прочности. Теория прочности Мора.	0,25	0,3		10
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).	0,25	0,3	0,25	10
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.	0,25	0,3	0,25	10
11. Метод сил					
	Расчет плоских рам. Расчет неразрезных балок. Уравнение трех моментов.	0,25	0,3		10
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.	0,25	0,3	0,25	10
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.	0,5	0,3	0,25	15
14. Расчеты при повторно-переменных напряжениях					
	Характеристики циклов переменных напряжений. Усталость материалов. Предел выносливости при симметричном цикле. Кривая Велера. Усталостная долговечность при несимметричном цикле. Диаграмма предельных амплитуд. Основные факторы, влияющие на усталостную долговечность.	0,5	0,3		15
	ВСЕГО	4	4	2	150

4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 3				
1	Основные понятия и определения	Определение опорных реакций для балок, рам и валов	0,2	0,3
2		Построение эпюр внутренних усилий для балок	0,2	0,3
3		Построение эпюр внутренних усилий для плоских рам	0,3	0,3
4	Растяжение и сжатие	Расчеты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии стержня	0,3	0,2
5	Геометрические характеристики плоских сечений	Определение геометрических характеристик для плоских сечений	0,3	0,3
6	Изгиб прямого стержня	Расчет статически определимой балки на прочность	0,3	0,2
7		Определение линейных и угловых перемещений в однопролетной балке	0,3	0,3
8	Сдвиг	Расчет заклепочных и сварных соединений	0,3	0,3
9	Кручение	Расчеты на прочность и жесткость стержней круглого поперечного сечения	0,2	0,2
10	Сложное сопротивление	Особенности расчета конструкций на прочность и жесткость при сложном сопротивлении.	0,3	0,3
11		Внецентренное растяжение-сжатие брусьев	0,3	0,3
12		Совместное действие изгиба и кручения	0,3	0,3
13	Общие методы определения перемещений в упругих системах	Определение перемещений с помощью правила Верещагина	0,3	0,3
14	Метод сил	Расчет статически неопределимых балок методом сил	0,3	0,3
15		Расчет статически неопределимых рам методом сил	0,3	0,3
16	Устойчивость сжатого стержня	Подбор сечений и определение критической силы при расчетах на устойчивость сжатого стержня	0,3	0,3
17	Расчеты на прочность и жесткость при динамических нагрузках	Определение напряжений и перемещений при упругих колебаниях	0,3	0,3
18		Определение напряжений и перемещений при ударных нагрузках	0,3	0,3
ВСЕГО:			4	4

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 3				
1	Растяжение и сжатие	Испытание на растяжение стандартного стального образца	0,2	0,2
2		Испытание на сжатие пластичных и хрупких материалов	0,2	0,2
3		Испытание на сжатие дерева	0,2	0,2
4		Определение упругих постоянных	0,2	0,2
5		Опытное определение коэффициента концентрации напряжений	0,2	0,2
6	Изгиб прямого стержня	Испытание стальной балки на поперечный изгиб	0,2	0,2
7		Определение перемещений балки при изгибе	0,2	0,2
8	Сдвиг	Испытание на срез стального и деревянного образцов	0,3	0,3
9	Кручение	Испытание стального образца на кручение в пределах упругих деформаций	0,3	0,3
ВСЕГО:			2	2

4.4.

Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрены учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом в 3 семестре предусмотрено одно индивидуальное домашнее 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 (объем - 3-5 листов) и содержит все необходимые расчеты, а также поясняющие схемы.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ОПК-1.8 Использует методики проектных и проверочных расчетов инженерных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.	устный опрос, собеседование, тестирование, защита лабораторных работ, защита РГЗ, экзамен.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) экзамена

Промежуточная аттестация осуществляется в конце 5 семестра после завершения изучения дисциплины в форме **экзамена**.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие и защитившие индивидуальное домашнее задание.

Экзамен включает две части: теоретическую (2 вопроса) и практическую (1 задача). Для подготовки к ответу на вопросы и задания билета, который студент вытаскивает случайным образом, отводится время в пределах 90 минут. После ответа на теоретические вопросы билета и решения задачи, преподаватель задает дополнительные вопросы.

Распределение вопросов и заданий по билетам находится в закрытом для студентов доступе. Ежегодно по дисциплине на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена по дисциплине. Экзамен является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

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 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические комплексы машиностроительных производств

Профиль 23.05.01-04 – Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях

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
(подпись)

Перечень вопросов для подготовки к экзамену

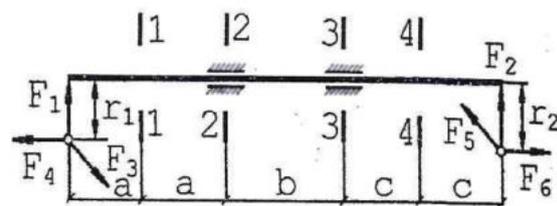
№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные положения. Внутренние силы	Основные понятия и определения. Основные гипотезы и принципы. Расчетные схемы конструкций. Основные типы опорных устройств. Внешние и внутренние силы. Метод сечений. Правило знаков. Эпюры ВСФ. Понятие о напряжениях и деформациях. Допускаемые напряжения.
2	Геометрические характеристики плоских сечений	Статические моменты и моменты инерции сечений. Радиусы сечений. Моменты инерции простейших сечений. Правило параллельного переноса. Главные оси и главные моменты инерции. Понятие о стандартных прокатных профилях.
3	Растяжение-сжатие	Напряжения и деформации при растяжении (сжатии). Закон Гука. Расчеты на прочность и жесткость.
4	Изгиб прямых брусьев	Основные понятия и определения. Правило знаков. Дифференциальные зависимости при изгибе. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Моменты сопротивления. Нормальные напряжения при поперечном изгибе. Касательные напряжения при изгибе. Формула Журавского. Распределение касательных напряжений по высоте сечений различной формы. Главные напряжения при изгибе. Расчеты на прочность при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой линии. Универсальное уравнение упругой линии. Прогибы простейших балок.
5	Сдвиг (срез)	Основные понятия и определения. Напряжения и деформации при чистом сдвиге. Закон Гука при чистом сдвиге.
6	Кручение бруса прямого сечения	Основные понятия и определения. Напряжения и деформации при кручении. Полярный момент сопротивления. Расчет сплошного вала на прочность и жесткость при кручении.
7	Устойчивость	Понятие о формах равновесия. Формула Эйлера для критической силы. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского и полный график критических напряжений. Расчет сжатых стержней на устойчивость при помощи коэффициента основного допускаемого напряжения. Подбор сечения сжатых стержней методом последовательных приближений.
8	Колебания упругих систем	Основные понятия в теории колебаний. Собственные колебания упругой системы с одной степенью свободы.

		Вынужденные колебания упругой системы с одной степенью свободы. Понятие о динамическом коэффициенте. Резонанс и меры борьбы с ним.
9	Элементарная теория напряжений и деформаций при ударной нагрузке	Основные допущения теории удара. Поперечный удар груза о балку. Продольный удар груза о стержень.
10	Сложное сопротивление	Понятие о косом изгибе. Положение нейтральной линии при изгибе. Опасные точки сечения. Расчеты на прочности при косом изгибе. Понятие о внецентренном растяжении (сжатии). Положение нейтральной линии при внецентренном растяжении (сжатии). Опасные точки сечения при внецентренном растяжении (сжатии). Расчеты на прочности при внецентренном растяжении (сжатии).

Типовые задачи к экзамену

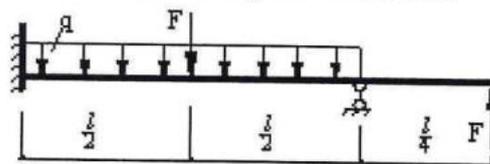
ЗАДАЧА

Подобрать диаметр вала в сечении 1-1.



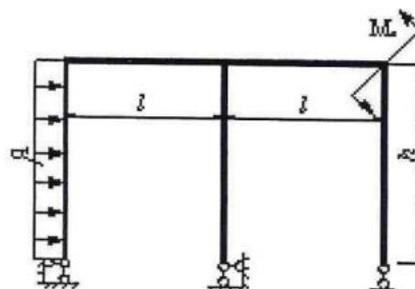
ЗАДАЧА

Для неразрезной балки требуется построить эпюры Q_y и M_z , используя метод сил.



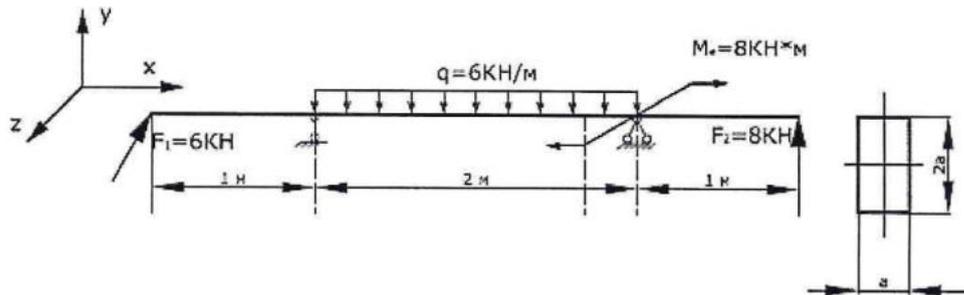
ЗАДАЧА

Для рамы требуется построить эпюры внутренних усилий, используя метод сил.



ЗАДАЧА

Для заданной стальной балки подобрать размеры поперечного сечения, полагая $\sigma_{adm} = 160$ МПа, определить положение нулевой линии и построить эпюру σ для наиболее опасного сечения.



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

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.

№	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? 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

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		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.
8.	Лабораторная работа №11. Испытание стального образца на кручение в пределах упругих деформаций.	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

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>кручении.</p> <p>5. Какая зависимость существует между модулями упругости первого и второго рода?</p> <p>6. По какой формуле определяется полярный момент инерции круглого сечения?</p> <p>7. Что называется жесткостью сечения бруса при кручении?</p> <p>8. По какой формуле определяется полярный момент сопротивления круглого сечения?</p>
9.	<p>Лабораторная работа №14</p> <p>Испытание консольной балки на кривой изгиб.</p>	<p>1. Дайте определение кривому изгибу.</p> <p>2. По какой формуле определяют нормальные напряжения в любой точке сечения при кривом изгибе?</p> <p>3. Укажите положение нейтральной линии при кривом изгибе относительно следа плоскости изгиба.</p> <p>4. По какой формуле определяют полный прогиб балки при кривом изгибе?</p> <p>5. Для сечений какой формы кривой изгиб не имеет места?</p> <p>6. По какой формуле можно вычислить прогиб свободного конца консольной балки, если балка нагружена силой F, приложенной на этом же конце балки?</p> <p>7. Укажите, при каком расположении внешней нагрузки происходит кривой изгиб, а при каком – плоский изгиб балки?</p> <p>8. Комбинацией каких простых напряженных состояний является кривой изгиб?</p> <p>9. Как можно определить примерное положение нейтральной линии при кривом изгибе, если известны знаки напряжений в сечении, обусловленные действиями изгибающих моментов M_z и M_y?</p>
10.	<p>Лабораторная работа №15</p> <p>Испытание стального образца на внецентренное сжатие.</p>	<p>1. Укажите в каком случае нагружения имеет место внецентренное растяжение-сжатие.</p> <p>2. Комбинацией каких простых напряженных состояний оно является?</p> <p>3. По какой формуле определяют нормальные напряжения в любой точке сечения при внецентренном растяжении-сжатии?</p> <p>4. По каким формулам находят положение нейтральной линии?</p> <p>5. Как проходит нейтральная линия в сечении, если внешняя продольная сила приложена на границе ядра сечения?</p> <p>6. Какой вид имеет эпюра нормальных напряжений при этом,</p> <p>7. Укажите зависимость между размерами ядра сечения и размерами прямоугольного и круглого поперечных сечений бруса.</p> <p>8. Какие напряжения (по знаку) возникают в поперечном сечении бруса, если продольная растягивающая сила приложена в ядре сечения?</p> <p>9. Как зависит положение нейтральной линии от точки приложения силы?</p>

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, при защите расчетно-графического задания используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий, основных закономерностей в области сопротивления материалов
	Полнота, точность и безошибочность ответов на вопросы
	Знание методов расчета элементов конструкций на статические и динамические нагрузки
Умения	Умение выполнять статические и динамические расчёты элементов конструкций
Навыки	Владение методами расчета элементов конструкций на статические и динамические воздействия

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Знание терминов, определений, понятий, основных закономерностей в области сопротивления материалов	Не знание терминов, определений, понятий, основных закономерностей в области сопротивления материалов	Удовлетворительное знание терминов, определений, понятий, основных закономерностей в области сопротивления материалов.	Хорошее знание терминов, определений, понятий, основных закономерностей в области сопротивления материалов	Отличное знание терминов, определений, понятий, основных закономерностей в области сопротивления материалов
Полнота, точность и безошибочность ответов на вопросы	Отсутствие полноты, точности и безошибочности ответов на вопросы	Удовлетворительная полнота, точность и безошибочность ответов на вопросы	Полнота, точность и безошибочность ответов на вопросы на хорошем уровне	Полнота, точность и безошибочность ответов на вопросы
Знание методов расчета элементов конструкций на статические и динамические нагрузки	Незнание методов расчета элементов конструкций на статические и динамические нагрузки	Удовлетворительное знание методов расчета элементов конструкций на статические и динамические нагрузки	Хорошее знание методов расчета элементов конструкций на статические и динамические нагрузки	Отличное знание методов расчета элементов конструкций на статические и динамические нагрузки

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение выполнять статические и динамические расчёты элементов конструкций	Не умеет выполнять статические и динамические расчёты элементов конструкций	Удовлетворительно умеет выполнять статические и динамические расчёты элементов конструкций	Хорошо умеет выполнять статические и динамические расчёты элементов конструкций	Отлично умеет выполнять статические и динамические расчёты элементов конструкций

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение методами расчета элементов конструкций на статические и динамические воздействия	Не владеет методами расчета элементов конструкций на статические и динамические воздействия	Удовлетворительно владеет методами расчета элементов конструкций на статические и динамические воздействия	Хорошо владеет методами расчета элементов конструкций на статические и динамические воздействия	Отлично владеет методами расчета элементов конструкций на статические и динамические воздействия

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	ГУК 501 Учебная аудитория для проведения лекционных, лабораторных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Специализированная мебель 2. Доска аудиторная – 1 шт. 3. Крепление потолочное для проектора – 1 шт. 4. Мультимедийный проектор – 1 шт. 5. Компьютеры – 6 шт. 6. Универсальная установка для механических испытаний УММ-10 7. Машина кручения КМ-50-1 8. Твердомер ТШ-2м 9. Катетометр В-630 10. Копер маятниковый МК-30 А 11. Компьютерный класс на 9 машин. 12. Стенды универсальные для лабораторных работ – 6 шт. 13. Динамометры – 8 шт. 14. Индикаторы часового типа- 12 шт. 15. Фильмы и видеофильмы: <ul style="list-style-type: none"> • Испытание на растяжение стандартного

		<p>стального образца.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Испытание на сжатие пластичных и хрупких материалов. • Испытание на сжатие дерева. • Испытание на срез стального и деревянного образцов. • Определение упругих постоянных материала. • Опытное определение коэффициента концентрации напряжений. • Испытание стальной балки на поперечный изгиб. • Определение перемещений балки при изгибе. • испытание стального образца на кручение в пределах упругих деформаций. • Испытание консольной балки на косоу изгиб. • Испытание стального образца на внецентренное сжатие.
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	Тестовые задания по защите комплекса лабораторных работ	
2	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
3	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
4	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 19.08.2022г.
5	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного

		соглашения
6	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Дегтярь А.Н. Сопротивление материалов с элементами статики абсолютно твердых и деформируемых тел: учебное пособие / А.Н.Дегтярь, А.Г.Юрьев, Н.А.Смоляго, И.Р.Серых, О.А.Яковлев. – Белгород: Изд-во БГТУ им.В.Г.Шухова, 2016. – 95 с.

Электронное издание учебного пособия:

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016021811392249700000652484#>

2. Эрдеди Н.А., Эрдеди А.А. Сопротивление материалов: учеб. для студентов техн. спец. – М.: изд-во Кнорус, 2012.

3. Степин П.А. Сопротивление материалов : учеб. для студентов техн. спец. – М.: Высшая школа, 2012. – 320 с.

4. Лабораторный практикум по сопротивлению материалов / В.П. Потележко, А.А. Толбатов, И.Р. Серых, В.И. Иваненко. – 3-е изд., доп. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 95 с.

5. Виртуальные лабораторные работы / БГТУ им. В.Г. Шухова / сост.: В.П. Потележко, И.Р. Серых, А.А. Толбатов. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2010. – 32 с.

6. Кривошапко С.Н. Сопротивление материалов: лекции, семинары, расчетно-графические работы: учебник для бакалавров. – М.: изд-во Юрайт, 2012. – 413 с.

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

1. Степин, П.А. Сопротивление материалов. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2014. – 320с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3179>

2. Дегтярь А.Н. Сопротивление материалов с элементами статики абсолютно твердых и деформируемых тел: учебное пособие / А.Н.Дегтярь, А.Г.Юрьев, Н.А.Смоляго, И.Р.Серых, О.А.Яковлев. – Белгород: Изд-во БГТУ им.В.Г.Шухова, 2016. – 95 с. – Режим доступа:

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016021811392249700000652484#>

3. Кривошапко С.Н. Техническая механика [Электронный ресурс]: конспект лекций/ Кривошапко С.Н. – Электрон. текстовые данные. – М.: Российский университет дружбы народов, 2013. – 64с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22222>. – ЭБС «IPRbooks».

4. <http://ntb.bstu.ru> – Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова.

5. <http://lib.misis.ru/elbib.html> – Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС.