

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  
С.Е. Спесивцева  
2021 г.



УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

проф. д.т.н. В.А. Уваров

« 20 » 05 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Сопротивление материалов**

направление подготовки:  
**21.05.04 – Горное дело**

специализация  
**Горные машины и оборудование**

Квалификация  
**Горный инженер**

Форма обучения

**Заочная**


Институт: инженерно-строительный

Кафедра: теоретической механики и сопротивления материалов

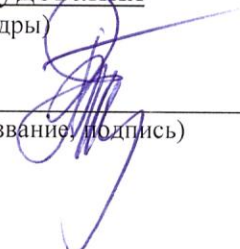
Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 21.05.04 «Горное дело», утвержденного приказа Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 987
- Плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2021 году.

Составитель (составители): ст. преподаватель  (Дураченко А.В.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
Механического оборудования  
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (Богданов В.С.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 15 » 05 2021 г.


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » 05 2021 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: к.т.н., доц.  (Дегтярь А.Н.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 2021 г., протокол № 10

Председатель: к.т.н., доц.  (Феоктистов А.Ю.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Универсальные	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.6. Осуществляет поиск и критический анализ физико-технической информации для решения поставленных задач	<p><b>Знать:</b> фундаментальные понятия, основные законы и принципы сопротивления материалов.</p> <p><b>Уметь:</b> определять вид напряженного состояния, производить расчеты на прочность и жесткость элементов конструкций.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками грамотного выбора способа и метода решения поставленной задачи, способностью аргументированно защищать и обосновывать выбранные методы исследования.</p>
		УК-1.10. Использует системный подход для решения поставленных задач	<p><b>Знать:</b> элементы рационального проектирования простейших систем, расчёт статически определимых и статически неопределимых стержневых систем;</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять статические и прочностные расчёты транспортных сооружений; выполнять статические и динамические расчёты конструкций транспортных сооружений;</p> <p><b>Владеть:</b> типовыми методами анализа напряженного и деформированного состояния элементов конструкций при простейших видах нагружения.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция УК-1.** Осуществляет поиск и критический анализ физико-технической информации для решения поставленных задач.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименование дисциплины
1	Философия
2	Социология и психология управления
3	Математика
4	Физика
5	Химия
6	Начертательная геометрия
7	Теоретическая механика
8	Электротехника и основы электроники
9	Электрические машины горных производств
10	Теплотехника

## 2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зач. единиц, 252 часа

Форма промежуточной аттестации дифференцированный зачет,  
дифференцированный зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	252	126	126
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	12	6	6
лекции	6	4	2
лабораторные	2	-	2
практические	4	2	2
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации			
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	240	120	120
Курсовой проект			
Курсовая работа			
Расчетно-графическое задания	18		18
Индивидуальное домашнее задание	9	9	
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	213	111	102
Форма промежуточная аттестация		зачет	зачет

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Основные положения</b>					
	Предмет сопротивления материалов. Реальный объект и расчетная схема. Последовательность построения расчетной схемы. Понятие о деформируемом твердом теле. Классификация расчетных внешних нагрузок. Понятие о перемещениях и геометрических характеристиках деформации твердого деформируемого тела. Понятие о внутренних силах и напряжениях. Метод сечений. Основные механические свойства	0,5	0,25	-	7

	деформируемых твердых тел. Однородность и неоднородность механических свойств. Изотропия и анизотропия. Принцип независимости действия сил.				
<b>2. Геометрические характеристики пл. сечений бруса</b>					
	1. Теория моментов инерции. Основные геометрические характеристики плоских сечений. Моменты инерции простых фигур. Координаты центра тяжести составных сечений. Свойство моментов инерции составных сечений. Свойство центробежного момента инерции симметричного сечения. 2. Изменения моментов инерции при параллельном переносе осей. Изменение моментов инерции при повороте осей. Главные оси и главные моменты инерции сечений, не имеющих осей симметрии..	0,5	0,25	-	7
<b>3 Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях бруса</b>					
	1. Внутренние силовые факторы в поперечном сечении бруса. Их интегральные выражения через напряжения. Определение внутренних силовых факторов через внешние силы. Классификация прямых и кривых брусьев по характеру внутренних силовых факторов. Построение эпюры продольных сил при растяжении-сжатии прямого бруса. Построение эпюры крутящих моментов при кручении прямого бруса. Внутренние силовые факторы при плоском поперечном изгибе прямого бруса. Дифференциальные зависимости между поперечной силой, изгибающим моментом и интенсивностью распределенной нагрузки. 2. Понятие о статически определимых и статически неопределимых балках. Типы статически определимых балок. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов в статически определимых балках. Плоские статически определимые рамы. Построение эпюр поперечных сил, изгибающих моментов и продольных сил.	0,5	0,25	-	7
<b>4 Механические свойства конструкционных материалов при одноосном растяжении и сжатии.</b>					
	1. Организация эксперимента по опытному изучению свойств конструкционных материалов при одноосном растяжении. Диаграмма растяжения малоуглеродистой стали. Наклеп. Диаграммы растяжения стали, алюминиевого и титанового сплавов. Условный предел текучести. Диаграмма растяжения серого чугуна. Опытное изучение механических свойств конструкционных материалов при сжатии. 2. Диаграммы сжатия стали, серого чугуна, дерева. Классификация конструкционных материалов по механическим свойствам. Косвенные методы определения предела прочности. Испытание на твердость.	0,5	0,25	-	7

	Влияние температуры, термообработки и других факторов на механические характеристики материалов. Влияние факторов времени на деформирование материалов.				
<b>5. Напряженно-деформированное состояние прямого бруса при осевом растяжении-сжатии</b>					
	<p>1. Геометрическая и статическая гипотезы. Усилия и напряжения в поперечных сечениях. Напряжения на наклонных площадках. Продольная и поперечная деформации. Деформация в направлении, составляющем угол с продольной осью. Соотношения между напряжениями и деформациями; закон Гука при одноосном растяжении, сжатии. Модуль Юнга. Коэффициент поперечной деформации. Растяжение прямого бруса под действием собственного веса. Температурная деформация. Стержневые системы. Силовой анализ статически неопределимой стержневой системы.</p> <p>2. Монтажные и температурные напряжения в статически неопределимых стержневых системах. Критерий предельного механического состояния конструкционных материалов. Предельные и допускаемые напряжения.</p> <p>3. Условие прочности при одноосном растяжении, сжатии. Расчет на прочность статически определимых и статически неопределимых стержневых систем методом по допускаемым напряжениям. Расчет на прочность стержневой статически неопределимой системы методом по разрушающим нагрузкам.</p>	0,5	0,25	-	7
<b>6. Кручение прямого бруса. Чистый сдвиг</b>					
	<p>1. Закон взаимности касательных напряжений. Деформация чистого сдвига. Кручение тонкостенной трубки; гипотезы и допущения. Напряжения в поперечных и продольных сечениях стенки, напряжения в сечениях, наклонных к оси трубки. Главные напряжения. Зависимость между угловой деформацией чистого сдвига и углом закручивания трубки. Организация эксперимента по опытному изучению свойств конструкционных материалов при чистом сдвиге сечения.</p> <p>2. Диаграмма сдвига стали. Закон Гука при чистом сдвиге. Модуль упругости при сдвиге. Зависимость между модулем упругости при сдвиге, модулем Юнга и коэффициентом Пуассона. Построение теории кручения прямого бруса круглого поперечного сечения. Расчет сплошных и пустотелых валов на прочность и жесткость. Понятие о кручении брусьев прямоугольного поперечного сечения.</p>	0,5	0,25	-	7

<b>7 Изгиб прямого бруса. Построение теории чистого изгиба прямого бруса</b>					
	<p>1. Обобщение основных положений теории чистого изгиба на плоский поперечный изгиб. Касательные напряжения при поперечном изгибе. Формула Журавского. Нормальные и касательные напряжения в прямоугольном поперечном сечении балки. Сравнение величин наибольших нормальных и касательных напряжений. Расчеты на прочность при изгибе.</p> <p>2. Рациональные формы поперечных сечений балок. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Определение перемещений в балке методом интегрирования дифференциального уравнения упругой линии. Универсальное уравнение упругой линии балки. Расчеты на жесткость при изгибе.</p>	0,5	0,25	-	7
<b>8. Теория напряженно-деформированного состояния.</b>					
	<p>1. Энергетические методы сопротивления материалов. Понятие о напряженном состоянии в точке тела. Координатные напряжения. Тензор напряжений. Напряжения на площадках общего положения. Главные площадки, главные напряжения, главные оси тензора напряжений. Алгебраические инварианты тензора напряжений. Тензор напряжений в главных площадках. Экстремальные значения касательных напряжений. Плоское напряженное состояние. Главные напряжения при плоском напряженном состоянии.</p> <p>2. Понятие о деформируемом состоянии в окрестности точки тела. Тензор деформаций. Соотношения Коши. Главные деформации. Главные оси тензора деформаций. Тензор деформаций в главных осях. Относительное изменение объема. Соотношения обобщенного закона Гука. Закон Гука при объемной деформации. Теорема Клапейрона. Удельная потенциальная энергия упругой деформации в главных осях и в произвольных декартовых осях.</p> <p>3. Удельная потенциальная энергия изменения объема и изменения формы. Потенциальная энергия упругой деформации бруса в общем случае нагружения. Построение интегралов Мора. Правило Верещагина. Метод трапеций. Метод Симпсона. Теоремы взаимности работ и перемещений.</p>	0,5	0,25	-	6
	<b>ВСЕГО</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>55</b>

## Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Расчет статически неопределимых балок и плоских рам методом сил</b>					
	1. Классификация плоских статически неопределимых рам. Понятие о методах расчета. Метод сил. Основная и эквивалентная системы. Канонические уравнения метода сил. Расчет плоских статически неопределимых рам методом сил. 2. Учет свойств симметрии при раскрытии статической неопределимости. Методы контроля расчета. Расчет неразрезных балок с переменной жесткостью участков методом сил. Определение перемещений в статически неопределимых рамах и балках.	0,5	0,5	0,5	5
<b>2. Теории предельных напряженных состояний</b>					
	Понятие о предельных напряженных состояниях. Условие пластичности по гипотезе наибольших касательных напряжений. Условие пластичности по гипотезе удельной потенциальной энергии формоизменения. Условие пластичности материалов, механические свойства которых зависят от вида напряженного состояния. Условие пластичности по обобщенной теории О. Мора. Понятие о расчетном напряжении. Условие прочности по III и IV теориям прочности и обобщенной теории прочности О. Мора. Условия прочности при плоском напряженном состоянии. Элементы механики разрушения.	0,25	0,25	0,25	5
<b>3 Общий случай нагружения прямого бруса (сложное сопротивление)</b>					
	Пространственный изгиб прямого бруса. Косой изгиб прямого бруса. Внецентренное растяжение прямого бруса. Изгиб с кручением прямого бруса круглого поперечного сечения. Изгиб с кручением прямого бруса прямоугольного поперечного сечения.	0,25	0,25	0,25	5
<b>4 Концентрация напряжений. Контактные напряжения</b>					
	Общие понятия о концентрации напряжений.	0,25	0,25	0,25	5



	Теоретический коэффициент концентрации. Примеры концентрации напряжений в деталях машин. Общие понятия о контактных напряжениях. Контактные напряжения при сжатии шаров и цилиндров. Проверка прочности при контактных напряжениях.				
<b>5 Прочность деталей машин при напряжениях, циклически изменяющихся во времени</b>					
	1. Основные понятия о механизме усталостного разрушения. Характеристики циклов напряжений. Экспериментальное определение характеристик сопротивления материалов усталости. Влияние асимметрии цикла на сопротивление усталости. Влияние масштабного фактора на сопротивление усталости. Влияние концентрации напряжений на сопротивление усталости. 2. Влияние качества обработки поверхности на сопротивление усталости. Технологические методы поверхностного упрочнения деталей машин. Влияние агрессивных сред на сопротивление усталости. Обобщенный коэффициент влияния конструкционных и технологических факторов на сопротивление усталости. Диаграмма предельных амплитуд детали. Коэффициент запаса усталостной прочности. Расчет деталей машин на прочность при циклических напряжениях.	0,25	0,25	0,25	5
<b>6 Устойчивость равновесия деформируемых систем</b>					
	Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия. Устойчивость сжатых стержней. Задача Эйлера. Влияние способа закрепления стержня на критическую силу. Предел применимости формулы Эйлера. Устойчивость сжатого стержня при упруго-пластических деформациях. Формула Ясинского. Формула Кармана. Расчет сжатых стержней на устойчивость по коэффициенту снижения допускаемого напряжения.	0,25	0,25	0,25	5
<b>7 Динамические задачи сопротивления материалов</b>					
	Учет сил инерции при расчете упругих систем. Построение коэффициента динамичности при ударном нагружении. Напряжения и деформации при продольном, изгибающем и скручивающем ударах прямого бруса.	0,25	0,25	0,25	4
	<b>ВСЕГО</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>34</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Тема практического занятия	К-во часов
Семестр 4		

1	Определение опорных реакций.	8
2	Построение эпюр внутренних силовых факторов в балках.	8
3	Построение эпюр внутренних силовых факторов в плоских рамах.	8
4	Контрольная работа.	8
5	Определение геометрических характеристик простейших сечений.	8
6	Итоговое занятие.	8
Семестр 5		
7	Расчеты на прочность при растяжении и сжатии.	7
8	Определение прогибов балки методом начальных параметров и методом конечных разностей.	7
9	Расчет балки на прочность и жесткость.	7
10	Расчеты на кручение стержней круглого сечения.	7
11	Контрольная работа.	7
12	Итоговое занятие.	7
ВСЕГО		90

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	К-во часов
Семестр 4			
1	3	Работа № 1. Испытание на растяжение стандартного стального образца.	5
2	3	Работа № 2. Испытание на сжатие пластичных и хрупких материалов. Работа № 4. Испытание на срез стального образца.	5
3	3,1	Работа № 6. Определение упругих постоянных. Работа № 15. Испытание стального образца на внецентренное сжатие.	4
4	5	Работа № 8. Испытание стальной балки на поперечный изгиб.	4
5	3,5	Работа № 7. Опытное определение коэффициента концентрации напряжений. Работа № 9. Определение деформации балки при изгибе.	4
6	6	Работа № 11. Испытание стального образца на кручение в пределах упругих деформаций.	4

7	1	Работа № 14. Испытание консольной балки на кривой изгиб.	4
8	2	Работа № 16. Проверка теоремы о взаимности перемещений.	4
ВСЕГО			34

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Курсовой проект/работа по курсу учебным планом не предусмотрены.

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В четвертом семестре предусмотрено одно индивидуальное домашнее задание, состоящее из задач:

1. «Центральное растяжение сжатие»
2. «Геометрические характеристики поперечных сечений»

В пятом семестре предусмотрено одно расчетно-графическое задание, состоящее из задач:

1. «Кручение ступенчатого вала»
2. «Поперечный изгиб стержня»

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1. Реализация компетенции

**1. Компетенция ОПК-1.** Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
УК-1.6. Осуществляет поиск и критический анализ физико-технической информации для решения поставленных задач	устный опрос, собеседование, тестирование, защита лабораторных работ, защита ИДЗ, зачет.
УК-1.10. Использует системный подход для решения поставленных задач	устный опрос, тестирование, защита РГЗ, защита лабораторных работ, зачет

#### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

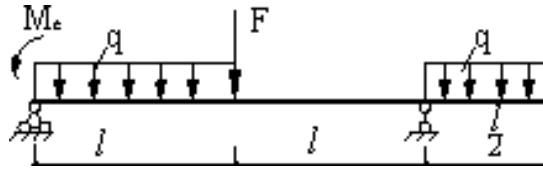
##### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце 4 семестра после завершения изучения дисциплины в форме **дифференцированного зачета**.

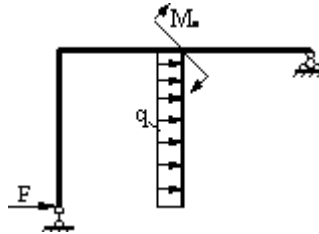
К зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие индивидуальное домашнее задание, а также все лабораторные работы.

*Типовые задачи к зачету*

Для заданной балки требуется построить эпюры  $Q_y$  и  $M_z$ ;



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



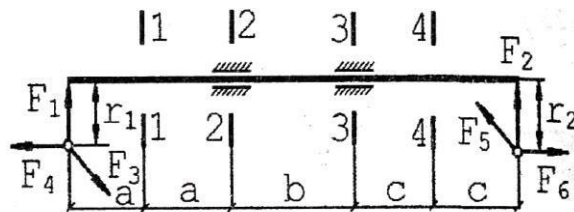
**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце 5 семестра после завершения изучения дисциплины в форме **дифференцированного зачета**.

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

*Типовые задачи к зачету*

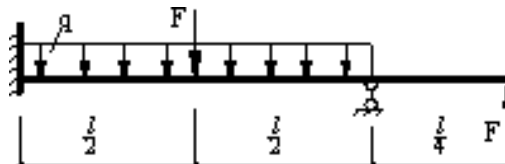
### ЗАДАЧА

Подобрать диаметр вала в сечении 1-1.



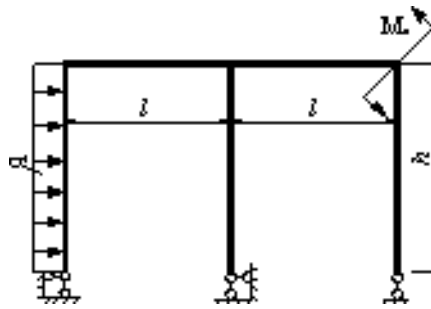
### ЗАДАЧА

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



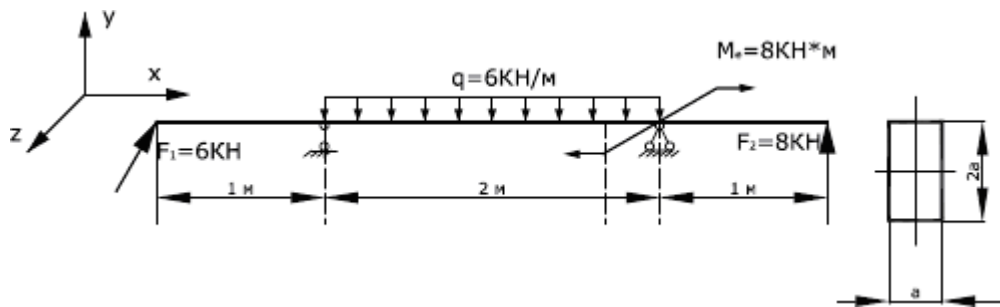
## ЗАДАЧА

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  $\sigma$  для наиболее опасного сечения.



### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты расчетно-графического и индивидуального домашнего заданий

*Индивидуальное домашнее задание:*

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.
12. Правило Верещагина.
13. Определение прогибов МНП.

*Расчетно-графическое задание:*

1. Расчет ступенчатого вала.
2. Определение прогибов.
3. В чем заключается Метод сил.
4. Что такое основная система.
5. Что такое эквивалентная система.
6. Как определить степень статической неопределимости системы.

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

Выполнение тестовых работ не предусмотрено.

**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"><li>1. В каких координатах строится диаграмма растяжения?</li><li>2. Запишите закон Гука при растяжении.</li><li>3. Всегда ли на диаграмме растяжения имеется площадка текучести?</li><li>4. Укажите значение предела текучести для стали марки Ст 3.</li><li>5. Что называется временным сопротивлением?</li><li>6. Какие изменения механических характеристик соответствуют явлению наклепа?</li><li>7. Какая механическая характеристика зависит от размеров образца?</li><li>8. Укажите соотношения между диаметром и расчетной длиной образца.</li><li>9. Укажите характеристики пластичности?</li><li>10. Перечислите в порядке возрастания характеристики прочности.</li><li>11. Что называют условным пределом текучести?</li></ol>
2.	Лабораторная работа №2. Испытание на сжатие пластичных и хрупких материалов.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Укажите соотношение между размерами круглого образца при испытании на сжатие.</li><li>2. В каких координатах строят диаграммы сжатия?</li><li>3. Укажите механические характеристики, определяемые при сжатии пластичных и хрупких материалов.</li></ol>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		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.	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.	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 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	1. Дать определение чистого изгиба. 2. По каким формулам определяют нормальные и

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
	балки на поперечный изгиб	<p>касательные напряжения в произвольной точке поперечного сечения балки при изгибе?</p> <p>3. опишите напряженное состояние в точке, находящейся на нейтральной оси.</p> <p>4. По какой формуле определяют нормальные напряжения при изгибе в точках сечения, наиболее удаленных от нейтральной оси?</p> <p>5. Как определяют главные напряжения при изгибе в произвольной точке?</p> <p>6. Под каким углом направлены главные напряжения при изгибе в точке, принадлежащей нейтральной оси?</p> <p>7. Как определяют направление главных напряжений при изгибе?</p>
7.	Лабораторная работа №9 Определение перемещений балки при изгибе	<p>1. Какие деформации возникают в балке при плоском изгибе?</p> <p>2. Чему равен максимальный прогиб и максимальный угол поворота для консольной балки, нагруженной силой на конце консоли?</p> <p>3. Укажите формулу для максимального прогиба двухопорной балки, нагруженной посередине пролета силой <math>F</math>?</p> <p>4. Укажите формулу для максимального прогиба двухопорной балки, нагруженной по длине пролета равномерно распределенной нагрузкой.</p>
8.	Лабораторная работа №11. Испытание стального образца на кручение в пределах упругих деформаций.	<p>В каких точках поперечного сечения вала касательные напряжения максимальны?</p> <p>2. При каких условиях нагружения возникает кручение?</p> <p>3. Как записывается закон Гука при кручении? Укажите формулу для вычисления касательных напряжений в произвольной точке поперечного сечения при кручении. Какая зависимость существует между модулями упругости первого и второго рода? По какой формуле определяется полярный момент инерции круглого сечения?</p> <p>7. Что называется жесткостью сечения бруса при кручении? По какой формуле определяется полярный момент сопротивления круглого сечения?</p>
9.	Лабораторная работа №14 Испытание консольной балки на косоугольном изгибе.	<p>1. Дайте определение косоугольному изгибу.</p> <p>2. По какой формуле определяют нормальные напряжения в любой точке сечения при косоугольном изгибе?</p> <p>3. Укажите положение нейтральной линии при косоугольном изгибе относительно следа плоскости изгиба.</p> <p>4. По какой формуле определяют полный прогиб балки при косоугольном изгибе?</p> <p>5. Для сечений какой формы косоугольный изгиб не имеет места?</p> <p>6. По какой формуле можно вычислить прогиб свободного конца консольной балки, если балка загружена силой <math>F</math>, приложенной на этом же конце балки?</p> <p>7. Укажите, при каком расположении внешней нагрузки происходит косоугольный изгиб, а при каком – плоский изгиб балки?</p> <p>8. Комбинацией каких простых напряженных состояний</p>



№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		является кривой изгиб? 9. Как можно определить примерное положение нейтральной линии при кривом изгибе, если известны знаки напряжений в сечении, обусловленные действиями изгибающих моментов $M_z$ и $M_y$ ?
10.	Лабораторная работа №15 Испытание стального образца на внецентренное сжатие.	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 внецентрном 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 приложения силы?

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

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	Не знание терминов, определений, понятий, основных	Удовлетворительное знание терминов, определений, понятий,	Хорошее знание терминов, определений, понятий, основных	Отличное знание терминов, определений, понятий, основных закономерностей в

закономерностей в области сопротивления материалов	закономерностей в области сопротивления материалов	основных закономерностей в области сопротивления материалов.	закономерностей в области сопротивления материалов	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	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
---	--------------------------------------	---

	помещений для самостоятельной работы	
1	ГУК 501 Лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Доска аудиторная – 1 шт.</li> <li>2. Крепление потолочное для проектора – 1 шт.</li> <li>3. Проектор – 1 шт.</li> <li>4. Компьютер – 1 шт.</li> <li>5. Универсальная установка для механических испытаний УММ-10</li> <li>6. Машина кручения КМ-50-1</li> <li>7. Твердомер ТШ-2м</li> <li>8. Катетометр В-630</li> <li>9. Копер маятниковый МК-30 А</li> <li>10. Компьютерный класс на 9 машин.</li> <li>11. Стенды универсальные для лабораторных работ – 6 шт.</li> <li>12. Динамометры – 8 шт.</li> <li>13. Индикаторы часового типа- 12 шт.</li> <li>14. Фильмы и видеофильмы: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Испытание на растяжение стандартного стального образца.</li> <li>• Испытание на сжатие пластичных и хрупких материалов.</li> <li>• Испытание на сжатие дерева.</li> <li>• Испытание на срез стального и деревянного образцов.</li> <li>• Определение упругих постоянных материала.</li> <li>• Опытное определение коэффициента концентрации напряжений.</li> <li>• Испытание стальной балки на поперечный изгиб.</li> <li>• Определение перемещений балки при изгибе.</li> <li>• испытание стального образца на кручение в пределах упругих деформаций.</li> <li>• Испытание консольной балки на косо́й изгиб.</li> <li>• Испытание стального образца на внецентренное сжатие.</li> </ul> </li> </ol>

## 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Операционная система Windows	
2	Тестовые задания по защите комплекса лабораторных работ	

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Серых И. Р., Смоляго Н. А., Яковлев О. А. Сопротивление материалов: учеб. пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. 136 с.
2. 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.
3. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: учебник. – М.: изд-во Наука, 2001. – 590 с.
4. Потележко, В.П. Руководство к расчетно-графическим заданиям по сопротивлению материалов: учебное пособие / В.П. Потележко. 3-е изд., – Белгород: БелГТАСМ, 2002. – 176 с.
5. Ицкович Г.М., Минин Л.С. и др. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов: учебное пособие. М.: Высшая школа, 2001. – 492 с.
6. Сопротивление материалов. Методические указания к выполнению РГЗ для студентов дневной формы обучения. Ч. 2 / И.Р. Серых, Л.А.Панченко, А.А.Толбатов, О.А.Яковлев. – Белгород: БГТУ, 2010.
7. 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.

### 6.4. 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. Кузьмин Л.Ю., Сергиенко В.Н., Ломунов В.К. Сопротивление материалов: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2016. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/90004>
3. <http://ntb.bstu.ru> – Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова.
4. <http://lib.misis.ru/elbib.html> – Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС.

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2022/23 учебный год.  
Протокол № 9 заседания кафедры от 17.05.22.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.Н. Дегтярь  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ В.А. Уваров  
подпись, ФИО