

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

проф, д.т.н.  В.А. Уваров

«23»  2019 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Сопротивление материалов**

направление подготовки:

**23.05.06 – Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей**

профиль подготовки:

**Строительство дорог промышленного транспорта**

Квалификация  
**Инженер путей сообщения**

Форма обучения  
**очная**

Институт: **инженерно-строительный**

Кафедра: **теоретической механики и сопротивления материалов**

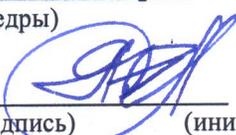
Белгород – 2019

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей (уровень специалитет), приказ № 218 от 27 марта 2018 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2019 г.

Составитель (составители): к.т.н., доц.  (И.Р.Серых)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

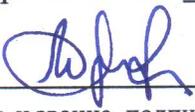
Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
Автомобильных и железных дорог  
(наименование кафедры)

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

« 16 » 05 2019 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 15 » 05 2019 г., протокол № 11

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 10 » 05 2019 г., протокол № 9

Председатель: к.т.н., доц.  (А.Ю.Феоктистов)  
(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
Общепрофессиональные	ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	ОПК-1.2 Применяет методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов, явлений, проводит эксперименты по заданной методике и анализирует их результаты	<b>Знать:</b> элементы рационального проектирования простейших систем, расчёт статически определимых и статически неопределимых стержневых систем; <b>Уметь:</b> выполнять статические и прочностные расчёты транспортных сооружений; выполнять статические и динамические расчёты конструкций транспортных сооружений; <b>Владеть:</b> типовыми методами анализа напряженного и деформированного состояния элементов конструкций при простейших видах нагружения.
		ОПК-1.4 Знает основы высшей математики, способен представить математическое описание процессов, использует навыки математического описания моделируемого процесса (объекта) для решения инженерных задач	<b>Знать:</b> фундаментальные понятия, основные законы и принципы сопротивления материалов. <b>Уметь:</b> определять вид напряженного состояния, производить расчёты на прочность и жесткость элементов конструкций. <b>Владеть:</b> навыками грамотного выбора способа и метода решения поставленной задачи, способностью аргументированно защищать и обосновывать выбранные методы исследования.

## 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	Математическое моделирование систем и процессов
5	Инженерная экология

## 2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зач. единиц, 288 часа

Форма промежуточной аттестации зачет, экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	288	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	126	72	54
лекции	51	34	17
лабораторные	17		17
практические	51	34	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	7	4	3
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	162	72	90
Курсовой проект			
Курсовая работа			
Расчетно-графические задания	18	18	
Индивидуальное домашнее задание	9		9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	99	54	81
Форма промежуточная аттестация	36	Зачет	Экзамен

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные Занятия*	Самостоятельная работа
1. Основные положения. Внутренние силы					
	Предмет «Сопротивление материалов» и его место среди естественных наук. Основные понятия и определения. Расчетные схемы конструкций. Основные гипотезы и принципы. Нагрузки и внутренние силовые факторы. Метод сечений. Построение эпюр ВСФ. Понятие о напряжениях и деформациях. Допускаемые напряжения.	6	10	-	10

2. Геометрические характеристики плоских сечений					
	Статические моменты и моменты инерции сечений. Их изменения при параллельном переносе осей. Изменения моментов инерции при повороте осей. Главные моменты инерции. Вычисления моментов инерции сложных сечений. Главные оси и главные моменты инерции. Понятие о стандартных прокатных профилях.	4	6	-	4
3. Растяжение-сжатие					
	Напряжения и деформации при растяжении (сжатии). Расчеты на прочность при растяжении (сжатии). Статически определимые стержневые системы при растяжении (сжатии). Потенциальная энергия деформации при растяжении (сжатии).	2	2	5*	4
4. Основы теории напряженного и деформированного состояния					
	Напряженное состояние в точке. Линейное, плоское и объемное напряженное состояние. Обобщенный закон Гука.	4	2	-	4
5. Изгиб					
	Изгиб прямых брусьев. Основные понятия и определения. Правила знаков. Дифференциальные зависимости при изгибе. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Осевые моменты сопротивления при изгибе. 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. Метод непосредственного интегрирования. Граничные условия. Универсальное уравнение упругой линии. Прогобы простейших балок. Правило Верещагина. Рациональное сечение балок. Балки равного сопротивления. Потенциальная энергия деформации при изгибе.	12	8	3*	5
6. Кручение					
	Кручение бруса прямого сечения. Основные понятия и определения. Напряжения и деформации при кручении. Полярные моменты сопротивления. Расчет сплошного вала на прочность и жесткость при кручении. Потенциальная энергия деформации при кручении. Принципы и характер разрушения стержней при кручении.	2	2	2*	3
7. Сдвиг (срез)					
	Основные понятия и определения. Напряжения и деформации при чистом сдвиге. Закон Гука при чистом сдвиге. Проверка прочности. Потенциальная энергия деформации при сдвиге.	2	2	1*	4
8. Теории прочности					

	Теория наибольших нормальных напряжений. Теория наибольших линейных деформаций. Теория максимальных касательных напряжений. Энергетическая теория прочности. Теория прочности Мора.	2	-	-	4
	<b>ИТОГО</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>11*</b>	<b>38</b>

\* Лабораторные занятия проводятся в 4-м семестре.

## **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>9. Сложное деформированное состояние</b>					
	Косой изгиб и внецентренное растяжение-сжатие. Определение положения нейтральной линии и опасных точек сечения. Проверка прочности. Определение прогибов. Ядро сечения.	2	4	4	12
<b>10. Общие методы определения перемещений.</b>					
	Потенциальная энергия деформации в общем случае нагружения. Интегралы Мора для определения перемещений произвольно нагруженных брусьев. Теорема Кастильяно. Теорема о взаимности работ и взаимности перемещений.	3	-	2	12
<b>11. Расчет статически неопределимых стержневых систем.</b>					
	Анализ структуры простейших стержневых систем. Метод сил.	4	6	-	12
<b>12. Устойчивость</b>					
	Понятие об устойчивом равновесии упругих стержней. Критическая сила. Задача Эйлера. Приведенная длина стержня. Гибкость стержня. Понятие о потере устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Формула Ясинского. Практические расчеты стержней на устойчивость.	4	3	-	10
<b>13. Динамика</b>					
	Основные понятия в теории колебаний. Основные понятия о собственных и вынужденных колебаниях упругих систем с одной степенью свободы. Элементарная теория напряжений и деформаций при ударной нагрузке. Понятие о динамическом коэффициенте. Основные допущения теории удара. Удар груза о балку. Продольный удар. Резонанс.	4	4	-	10
	<b>ИТОГО</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>56</b>
	<b>ВСЕГО</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>17</b>	<b>94</b>

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 3				
1	Основные положения. Внутренние силы	Определение опорных реакций в балках и рамах. Построение эпюр ВСФ в балках и плоских рамах	10	10
2	Геометрические характеристики плоских сечений	Определение геометрических характеристик простейших плоских сечений. Определение геометрических характеристик плоских составных сечений.	6	6
3	Растяжение-сжатие	Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии статически определимых систем	2	2
4	Основы теории напряженного и деформированного состояния	Напряженное состояние в точке	2	2
5	Изгиб	Расчет на прочность при изгибе сечений различной формы. Определение прогибов МНП. Определение прогибов в балках и рамах способом Верещагина,	8	8
6	Кручение	Расчет на прочность при кручении круглых стержней	2	2
7	Сдвиг (срез)	Расчет на прочность при сдвиге (срезе)	2	2
8	Теории прочности	По данному разделу практическое занятие не предусмотрено.	-	2
		Итоговое занятие	2	-
ИТОГО:			34	34
семестр № 4				
9	Сложное деформированное состояние	Косой изгиб. Внецентренное растяжение-сжатие.	4	4
10	Общие методы определения перемещений	По данному разделу практическое занятие не предусмотрено.	-	-
11	Расчет статически неопределимых стержневых систем	Расчет статически неопределимых рам методом сил.	6	6
12	Устойчивость	Расчет на устойчивость сжатых стержней.	3	3
13	Динамика	Расчеты на прочность и жесткость при упругих колебаниях. Расчеты на прочность и жесткость при ударных нагрузках	4	4

	ИТОГО:	17	17
	ВСЕГО:	51	51

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 4				
1	Основные положения. Внутренние силы	По данной теме лабораторная работа не предусмотрена	-	-
2	Геометрические характеристики плоских сечений	По данной теме лабораторная работа не предусмотрена	-	-
3	Растяжение-сжатие	Испытание на растяжение стандартного стального образца. Испытание на сжатие пластичных и хрупких материалов, дерева. Определение упругих постоянных материала. Опытное определение коэффициента концентрации напряжений.	6	6
4	Основы теории напряженного и деформированного состояния	По данной теме лабораторная работа не предусмотрена	-	-
5	Изгиб	Испытание стальной балки на поперечный изгиб. Определение деформаций балки при изгибе.	3	3
6	Кручение	Испытание стального образца на кручение в пределах упругих деформаций.	2	2
7	Сдвиг (срез)	Испытание на срез стального и деревянного образцов.	1	1
8	Теории прочности	По данной теме лабораторная работа не предусмотрена	-	-
9	Сложное деформированное состояние	Испытание консольной балки на косоугольный изгиб. Испытание стального образца на внецентренное сжатие.	3	3
10	Общие методы определения перемещений	Проверка теоремы о взаимности перемещений	2	2
11	Расчет статически неопределимых стержневых систем	По данной теме лабораторная работа не предусмотрена	-	-
12	Балки на упругом основании	По данной теме лабораторная работа не предусмотрена	-	-
13	Устойчивость	По данной теме лабораторная работа не предусмотрена	-	-
14	Динамика	По данной теме лабораторная работа не предусмотрена	-	-
15	Прочность при переменных напряжениях	По данной теме лабораторная работа не предусмотрена	-	-

#### 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 третьем семестре предусмотрено одно расчетно-графическое задание:

*«Расчет на прочность и жесткость статически определимых стержневых систем»*. В РГЗ закрепляются навыки построения эпюр внутренних силовых факторов. Студенты учатся подбирать различные сечения балки, строить линию прогибов методом начальных параметров и способом Верещагина.

В четвертом семестре предусмотрено одно индивидуальное домашнее задание:

*«Расчет статически неопределимой рамы методом сил»*. Цель данного РГЗ является освоение студентами метода сил для расчета статически неопределимых стержневых систем.

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

#### 5.1. Реализация компетенции

**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-1.2 Применяет методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов, явлений, проводит эксперименты по заданной методике и анализирует их результаты	устный опрос, собеседование, тестирование, защита лабораторных работ, защита РГЗ, зачет.
ОПК-1.4 Знает основы высшей математики, способен представить математическое описание процессов, использует навыки математического описания моделируемого процесса (объекта) для решения инженерных задач	устный опрос, тестирование, защита ИДЗ, защита лабораторных работ, экзамен

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

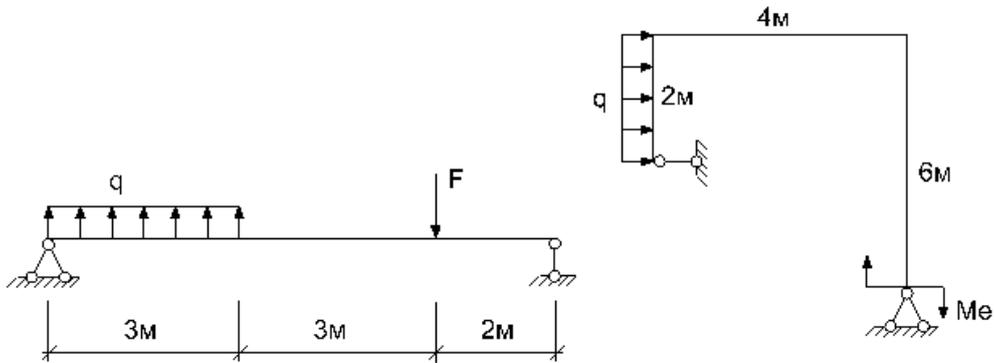
##### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета, экзамена

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

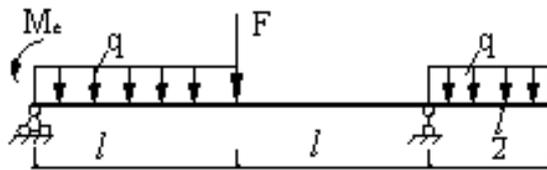
К зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие расчетно-графическое задание, а также все лабораторные работы.

### Типовые задачи к зачету

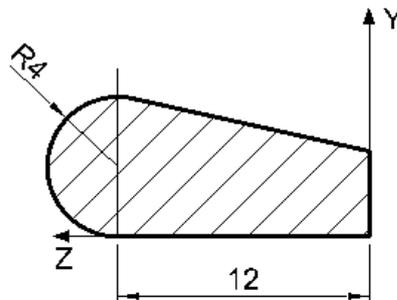
Для заданной балки и рамы построить эпюры внутренних силовых факторов.



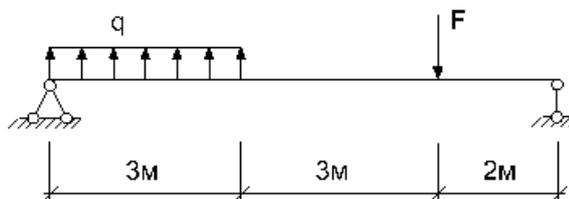
Для заданной балки требуется построить эпюры  $Q_y$  и  $M_z$  и подобрать круглое, прямоугольное или двутавровое поперечное сечение из условия:  $\sigma_{adm} = 160 \text{ МПа}$ ;



Для заданного поперечного сечения определить статические моменты сечения и моменты инерции сечения относительно осей z и y.



Определить вертикальное и угловое перемещение в заданных сечениях балки способом Верещагина.



**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце 4 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 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей  
Профиль Строительство дорог промышленного транспорта

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Теорема Кастелиано
2. Основные понятия и определения в теории колебаний.
3. Задача

Утверждено на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_\_  
(дата)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / А.Н. Дегтярь  
(подпись)

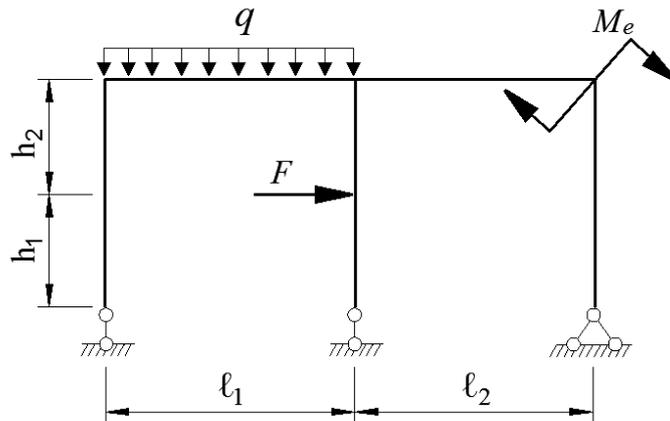
### *Перечень вопросов для подготовки к экзамену*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
9	Сложное деформированное состояние	Изгиб с растяжением и сжатием. Расчет вала при изгибе, кручении и растяжении. Косой изгиб и внецентренное растяжение-сжатие. Определение положения нейтральной линии и опасных точек сечения. Проверка прочности. Определение прогибов. Ядро сечения.
10	Общие методы определения перемещений	Потенциальная энергия деформации в общем случае нагружения. Интегралы Мора для определения перемещений произвольно нагруженных брусьев. Теорема

		Кастильяно. Теорема о взаимности работ и взаимности перемещений.
11	Расчет статически неопределимых стержневых систем	Анализ структуры простейших стержневых систем. Метод сил.
12	Устойчивость	Понятие об устойчивом равновесии упругих стержней. Критическая сила. Задача Эйлера. Приведенная длина стержня. Гибкость стержня. Понятие о потере устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Формула Ясинского. Практические расчеты стержней на устойчивость.
13	Динамика	Основные понятия в теории колебаний. Основные понятия о собственных и вынужденных колебаниях упругих систем с одной степенью свободы. Элементарная теория напряжений и деформаций при ударной нагрузке. Понятие о динамическом коэффициенте. Основные допущения теории удара. Удар груза о балку. Продольный удар. Резонанс.

*Типовые задачи к экзамену*

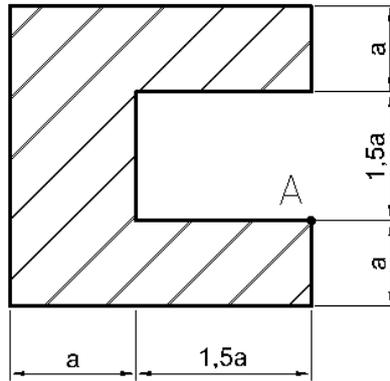
Для заданной статически неопределимой рамы построить эпюры  $M_z$ ,  $Q_y$ ,  $N$  методом сил.



Для заданного внецентренно-сжатого поперечного сечения проверить прочность, определить положение нейтральной линии и построить эпюру нормальных напряжений.

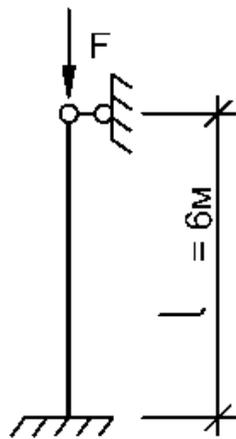
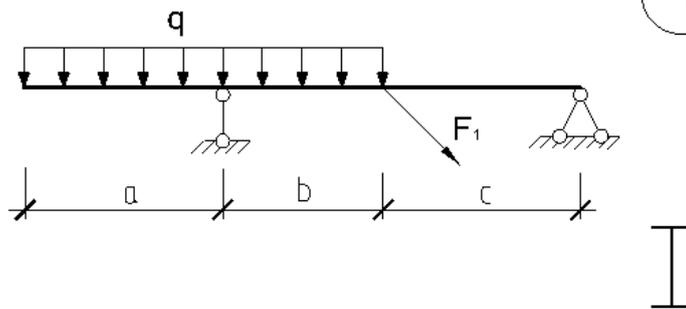
$$F = 400 \text{ kH}$$

④



Определить размеры заданного поперечного сечения при косом изгибе.

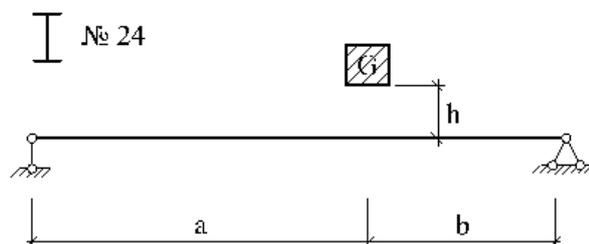
①



Определить критическую силу и критическое напряжение стержня из стали марки СТЗ, представленного на рисунке.

$$\sigma_{adm} = 220 \text{ МПа}$$

$$\text{⊙ } d = 20 \text{ см}$$



①

Груз весом  $G = 500 \text{ Н}$  падает с высоты  $h = 40 \text{ см}$  на балку. Определить динамический прогиб и динамические напряжения, возникающие в балке, если  $E = 2 \cdot 10^7 \text{ Н/см}^2$ ,  $a = 4 \text{ м}$ ,  $b = 1 \text{ м}$

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

*Расчетно-графическое задание:*

1. В чем заключается метод сечений.
2. Изгиб прямых брусьев. 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.

*Индивидуальное домашнее задание:*

1. Анализ структуры простейших стержневых систем.
2. В чем заключается Метод сил.
3. Что такое основная система.
4. Что такое эквивалентная система.
5. Как определить степень статической неопределимости системы.

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

**Тестирование.** При изучении дисциплины предусмотрено выполнение тестовых работ. Тестирование проводится после освоения студентами учебных разделов дисциплины в конце семестра. Тестирование выполняется студентами в аудитории, под наблюдением преподавателя. Продолжительность тестирования 45 минут.

#### Типовые задания для тестовой работы

**Инструкция к тесту** выберите цифру, соответствующую правильному варианту ответа и запишите ее в бланк ответов.

№	Вопрос	Варианты ответа
1	Гипотеза сплошности предполагает...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. что материал непрерывно заполняет объем тела</li> <li>2. что материал во всех точках обладает одинаковыми свойствами</li> <li>3. что материал обладает одинаковыми свойствами во всех направлениях</li> <li>4. что тело полностью восстанавливает первоначальную форму и размеры после снятия внешней нагрузки</li> </ol>
2	Вычислить величину изгибающего момента в точке В.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 68 кН·м</li> <li>2. 20 кН·м</li> <li>3. 36 кН·м</li> <li>4. 4 кН·м</li> </ol>

3	<p>Чему равно нормальное напряжение в сечении 1-1, если <math>A_1 = 20 \text{ см}^2</math>, <math>A_2 = 25 \text{ см}^2</math>, <math>A_3 = 10 \text{ см}^2</math>?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. -0,8 МПа</li> <li>2. -2 МПа</li> <li>3. 3,2 МПа</li> <li>4. -3,2 МПа</li> </ol>
4	<p>Чему равен момент инерции сечения относительно оси z?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>I_z = \frac{bh^3}{12}</math></li> <li>2. <math>I_z = \frac{hb^3}{12}</math></li> <li>3. <math>I_z = \frac{bh^2}{12}</math></li> <li>4. <math>I_z = \frac{hb^3}{6}</math></li> </ol>
5	<p>Диаграмма напряжений при чистом сдвиге для пластичного материала имеет вид...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. диаграмма 4</li> <li>2. диаграмма 3</li> <li>3. диаграмма 1</li> <li>4. диаграмма 2</li> </ol>
6	<p>В точке 1 поперечного сечения А-А балки...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. действует касательное напряжение <math>\tau</math></li> <li>2. действуют нормальные <math>\sigma</math> и касательные <math>\tau</math> напряжения</li> <li>3. действуют нормальные напряжения <math>\sigma</math></li> <li>4. нет напряжений</li> </ol>
7	<p>Степень статической неопределимости системы, изображенной на рисунке, равна ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. система статически определима</li> <li>2. один раз статически неопределима</li> <li>3. два раза статически неопределима</li> <li>4. пять раз статически неопределима</li> </ol>
8	<p>Для нагруженного стержня вид сложного сопротивления называется...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. общим случаем сложного сопротивления</li> <li>2. косым изгибом</li> <li>3. изгибом с кручением</li> <li>4. внецентренным растяжением</li> </ol>
9	<p>Результат перемножения двух эпюр методом Верещагина равен...</p> <p><math>q = 8 \text{ кН/м}</math></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 42,67/EI</li> <li>2. 36/EI</li> <li>3. 63/EI</li> <li>4. 9/EI</li> </ol>
10	<p>Для показанного на рисунке способа закрепления стержня коэффициент приведенной длины <math>\mu</math> при вычислении критической силы по формуле Эйлера при потере устойчивости равен ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,7</li> <li>2. 0,5</li> <li>3. 1</li> <li>4. 2</li> </ol>
11	<p>Система имеет одну степень свободы, если...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Масса груза соизмерима с массой балки</li> <li>2. Балка не нагружена</li> <li>3. Масса груза значительно больше массы балки</li> <li>4. Масса груза значительно меньше массы балки</li> </ol>

**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.	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.	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.	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

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		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 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?

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
7.	Лабораторная работа №9 Определение перемещений балки при изгибе	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие деформации возникают в балке при плоском изгибе?</li> <li>2. Чему равен максимальный прогиб и максимальный угол поворота для консольной балки, нагруженной силой на конце консоли?</li> <li>3. Укажите формулу для максимального прогиба двухопорной балки, нагруженной посередине пролета силой <math>F</math>?</li> <li>4. Укажите формулу для максимального прогиба двухопорной балки, нагруженной по длине пролета равномерно распределенной нагрузкой.</li> </ol>
8.	Лабораторная работа №11. Испытание стального образца на кручение в пределах упругих деформаций.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В каких точках поперечного сечения вала касательные напряжения максимальны?</li> <li>2. При каких условиях нагружения возникает кручение?</li> <li>3. Как записывается закон Гука при кручении?</li> <li>4. Укажите формулу для вычисления касательных напряжений в произвольной точке поперечного сечения при кручении.</li> <li>5. Какая зависимость существует между модулями упругости первого и второго рода?</li> <li>6. По какой формуле определяется полярный момент инерции круглого сечения?</li> <li>7. Что называется жесткостью сечения бруса при кручении?</li> <li>8. По какой формуле определяется полярный момент сопротивления круглого сечения?</li> </ol>
9.	Лабораторная работа №14 Испытание консольной балки на косоугольном изгибе.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение косоугольному изгибу.</li> <li>2. По какой формуле определяют нормальные напряжения в любой точке сечения при косоугольном изгибе?</li> <li>3. Укажите положение нейтральной линии при косоугольном изгибе относительно следа плоскости изгиба.</li> <li>4. По какой формуле определяют полный прогиб балки при косоугольном изгибе?</li> <li>5. Для сечений какой формы косоугольный изгиб не имеет места?</li> <li>6. По какой формуле можно вычислить прогиб свободного конца консольной балки, если балка загружена силой <math>F</math>, приложенной на этом же конце балки?</li> <li>7. Укажите, при каком расположении внешней нагрузки происходит косоугольный изгиб, а при каком – плоский изгиб балки?</li> <li>8. Комбинацией каких простых напряженных состояний является косоугольный изгиб?</li> <li>9. Как можно определить примерное положение нейтральной линии при косоугольном изгибе, если известны знаки напряжений в сечении, обусловленные действиями изгибающих моментов <math>M_z</math> и <math>M_y</math>?</li> </ol>
10.	Лабораторная работа №15 Испытание стального образца на внецентренном сжатии.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Укажите в каком случае нагружения имеет место внецентренное растяжение-сжатие.</li> <li>2. Комбинацией каких простых напряженных состояний оно является?</li> <li>3. По какой формуле определяют нормальные напряжения в любой точке сечения при внецентренном растяжении-сжатии?</li> </ol>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<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

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	Незнание методов	Удовлетворительное знание	Хорошее знание методов расчета	Отличное знание методов расчета

расчета элементов конструкций на статические и динамические нагрузки	расчета элементов конструкций на статические и динамические нагрузки	методов расчета элементов конструкций на статические и динамические нагрузки	элементов конструкций на статические и динамические нагрузки	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 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> </ol>

	<p>10.Компьютерный класс на 9 машин.</p> <p>11.Стенды универсальные для лабораторных работ – 6 шт.</p> <p>12.Динамометры – 8 шт.</p> <p>13.Индикаторы часового типа- 12 шт.</p> <p>14.Фильмы и видеофильмы:</p> <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 косоу изгиб.</li> <li>• Испытание стального образца на внецентренное сжатие.</li> </ul>
--	---

### **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.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.  
Протокол № 6 заседания кафедры от «24» марта 2020г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

подпись, ФИО

  
Денисов А.Н.

Директор института \_\_\_\_\_

подпись, ФИО

  
Уваров В.А.