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

УТВЕРЖДАЮ
Директор АСИ
д.т.н., проф. _____ В.А. Уваров
«28» апреля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

направление подготовки (специальность):

15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Направленность программы (профиль, специализация):

15.05.01-10 Проектирование технологических комплексов механосборочных производств

15.05.01-24 Проектирование технологических машин и комплексов

Квалификация

инженер

Форма обучения

очная

Институт Инженерно-строительный

Кафедра Теоретической механики и сопротивления материалов

Белгород – 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитета по направлению подготовки 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов», утв. 09 августа 2021 года № 732

- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова на 2022 год.

Составители: к.т.н., доц. _____ (Л.А. Ковалев)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«30» марта 2022 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: _____ (А.Н. Дегтярь)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой механического оборудования

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

«26» апреля 2022 г.

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой материаловедения

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

«26» апреля 2022 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«28» апреля 2022 г., протокол № 9

Председатель _____ (А.Ю. Феоктистов)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
ОПК-2 Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач в машиностроении .	**ОПК-2.10** – Применяет методы теории упругости и сопротивления материалов при выполнении расчетов на прочность и жесткость элементов машин и оборудования	**Знания** Знание основных понятия и прогнозы сопротивления материалов; Знание механических характеристик материалов и способы их определения; Знание геометрических характеристик сечений; Знание основных видов деформации; Знание принципов выбора допускаемых напряжений и коэффициентов запаса прочности; Знание условий прочности и жесткости. **Умения** Умение применять на практике методы расчета на прочность и жесткость конструкций; Умение создавать надежные и экономичные конструкции деталей машин и механизмов, обеспечивающие их длительную эксплуатацию и надежность. **Навыки** Владение методами теории упругости и сопротивления материалов, способами перехода от реального объекта к расчетной схеме; Владение методами раскрытия статической неопределимости.

	ОПК-2.11 - Выбирает методы сопротивления материалов и математического анализа для определения конструкции машин и оборудования с учетом прочности, жесткости и устойчивости	**Знания** Знание условий прочности и жесткости, понятие устойчивости **Умения** Умение применять на практике методы сопротивления материалов для расчета конструкций и механизмов, с учетом прочности, жесткости и устойчивости, обеспечивающие их длительную эксплуатацию и надежность **Навыки** Владение навыками работы со справочным аппаратом; Владение способами перехода от реального объекта к расчетной схеме в зависимости от конкретных условий; Владение базовыми методами расчета и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Компетенция ОПК-2 Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач в машиностроении

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Высшая математика
2.	Физика
3.	Химия
4.	Теоретическая механика
5.	Сопротивление материалов
6.	Начертательная геометрия
7.	Инженерная графика
8.	Электротехника и электроника
9.	Метрология, стандартизация и сертификация
10.	Теория механизмов и машин

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет _9_ зач. единиц, 324 часов.

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	324	144	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	143	70	73
лекции	51	17	34
лабораторные	17	17	-
практические	68	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	7	2	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	181	74	107
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
Расчетно-графическое задание	18	-	18
Индивидуальное домашнее задание	9	9	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лаб. занятия)	118	65	53
Экзамен	36	-	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные з анятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1.	Основные понятия и определения				
	Объекты, изучаемые в сопромате. Классификация внешних нагрузок. Расчетные схемы конструкций. Внутренние силы и их определение (метод сечений). Деформации и перемещения. Основные гипотезы, принимаемые в сопромате. Напряжения и интегральные выражения внутренних усилий через напряжения.	2	4	-	9
2.	Растяжение и сжатие				
	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. Понятие о концентрации напряжений. Теоретический коэффициент концентрации напряжений. Потенциальная энергия деформации при растяжении-сжатии.	3	6	4	12
3.	Геометрические характеристики плоских сечений				
	Статические моменты сечения. Осевые, полярный и центробежный моменты инерции. Моменты инерции простейших сечений относительно центральных осей. Зависимость между моментами инерции для параллельных осей. Изменение моментов инерции при повороте осей. Главные оси и главные моменты инерции.	2	4	-	9
4.	Напряженное и деформированное состояние в точке				
	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. Обобщенный закон	3	6	4	9

	Гука. Объемная деформация. Удельная потенциальная энергия. Удельные потенциальные энергии, связанные с изменением объема и формы тела.				
5.	Изгиб прямого стержня				
	Основные понятия. Дифференциальные зависимости между поперечной силой, изгибающим моментом и интенсивностью равномерно распределенной нагрузки. Нормальные напряжения при чистом и поперечном изгибах. Рациональное сечение балок. Касательное напряжение при изгибе. Формула Журавского. Главные напряжения при изгибе. Дифференциальное уравнение оси изогнутого бруса. Непосредственное интегрирование дифференциального уравнения оси изогнутого бруса. Метод начальных параметров.	2	4	4	9
6.	Сдвиг				
	Напряжения и деформации при чистом сдвиге. Закон Гука при чистом сдвиге. Расчет заклепочных и сварных соединений.	2	4	2	8
7.	Кручение				
	Напряжения и деформации при кручении бруса круглого поперечного сечения. Расчеты на прочность и жесткость. Анализ напряженного состояния при кручении.	3	6	3	9
	-ВСЕГО	17	34	17	65

Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные з анятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
8.	Теории прочности				
	Назначение теорий прочности. Классические теории прочности. Теория прочности Мора.	4	2		5
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).	8	8		12
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.	8	8		12
11. Метод сил					
	Расчет плоских рам.	8	8		12
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.	6	8		12
	ВСЕГО	34	34	-	53

4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 3				
1	Основные понятия и определения	Определение опорных реакций для балок, рам и валов	2	2
2	Основные понятия и определения	Построение эпюр внутренних усилий для балок	4	4
3	Основные понятия и определения	Построение эпюр внутренних усилий для плоских рам	4	4
4	Растяжение и сжатие	Расчеты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии стержня	2	2
5	Геометрические характеристики плоских сечений	Определение геометрических характеристик для плоских сечений	6	6
6	Изгиб прямого стержня	Расчет статически определимой балки на прочность	4	4
7	Изгиб прямого стержня	Определение линейных и угловых перемещений в однопролетной балке	6	6
8	Сдвиг	Расчет заклепочных и сварных соединений	2	2
9	Кручение	Расчеты на прочность и жесткость стержней круглого поперечного сечения	4	4
		ИТОГО:	34	34
семестр № 4				
10	Сложное сопротивление	Косой изгиб брусьев	4	4
11	Сложное сопротивление	Внецентренное растяжение-сжатие брусьев	4	4

12	Сложное сопротивление	Совместное действие изгиба и кручения	4	4
13	Определение внутренних силовых факторов рамных конструкций и построение их эпюр	Определение опорных реакций для балок, рам и валов	3	3
14	Определение внутренних силовых факторов рамных конструкций и построение их эпюр	Построение эпюр внутренних усилий для балок	3	3
15	Определение внутренних силовых факторов рамных конструкций и построение их эпюр	Построение эпюр внутренних усилий для плоских рам	4	4
16	Общие методы определения перемещений в упругих системах	Определение перемещений с помощью правила Верещагина	4	4
17	Метод сил	Расчет статически неопределимых балок и рам методом сил	4	4
18	Устойчивость сжатого стержня	Подбор сечений и определение критической силы при расчетах на устойчивость сжатого стержня	4	4
ИТОГО:			34	34
ВСЕГО:			68	68

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	2	2
2	Растяжение и сжатие	Испытание на сжатие пластичных и хрупких материалов	2	2
3	Растяжение и сжатие	Определение упругих постоянных	2	2
4	Растяжение и сжатие	Опытное определение коэффициента концентрации напряжений	2	2
5	Изгиб прямого стержня	Испытание стальной балки на поперечный изгиб	3	3
6	Изгиб прямого стержня	Определение перемещений балки при изгибе	2	2
7	Сдвиг и кручение	Испытание на срез стального образца	2	2
8	Сдвиг и кручение	Испытание стального образца на кручение в пределах упругих деформаций	2	2
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:			17	17

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотренно учебным планом

4.5. Содержание индивидуальных домашних заданий

Учебным планом в 3 семестре предусмотрено одно индивидуальное домашнее задание с объемом самостоятельной работы студента (СРС) - 9 ч.

Эта работа состоит из пяти небольших задач и охватывает все основные темы семестра. Дает навыки практических расчетов на прочность и жесткость. Для заданных балок и рам определяются внутренние силовые факторы и строятся их эпюры, подбираются поперечные сечения из условия прочности, проверяется прочность и жесткость балок.

Учебным планом во 4 семестре предусмотрено одна расчетно-графическая работа с объемом самостоятельной работы студента (РГЗ) - 18 ч.

Тема работы – " Расчет статически неопределимой рамы методом сил".

Для заданной рамы требуется:

1) Определить степень статической неопределимости.

2) Выбрать рациональный вариант основной системы (из не менее 2-х вариантов), перейти к эквивалентной системе и составить систему канонических уравнений метода сил.

3) Построить единичные и грузовую эпюры.

4) Вычислить коэффициенты канонических уравнений и произвести их проверку.

5) Решив систему канонических уравнений, определить значения лишних неизвестных.

6) Построить эпюры внутренних усилий.

7) Произвести деформационную проверку и проверку равновесия рамы.

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

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

Компетенция ОПК-2 Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач в машиностроении

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-2.10 –Применяет методы теории упругости и сопротивления материалов при выполнении расчетов на прочность и жесткость элементов машин и оборудования	Экзамен Собеседование Защита лабораторных работ Защита ИДЗ Защита РГЗ
ОПК-2.11 - Выбирает методы сопротивления материалов и математического анализа для определения конструкции машин и оборудования с учетом прочности, жесткости и устойчивости	Экзамен Собеседование Защита лабораторных работ Защита ИДЗ Защита РГЗ

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Основные понятия и определения	ОПК-2	1.Что называется брусом, оболочкой, пластинкой, массивом? 2.По каким признакам и как классифицируются внешние нагрузки? 3.Что представляет собой расчетная схема и чем она отличается от реальной конструкции? 4.Что называется осью бруса? 5.Что представляют собой внутренние усилия? Перечислить их. 6.В чем сущность метода сечений? 7.Дать понятие о деформациях. 8.Какие деформации называются упругими, а какие пластическими? 9.Дать понятие о линейной деформации. 10.Что называется угловой деформацией? 11.Дать понятие о перемещениях. 12.Перечислить основные гипотезы, используемые в сопромате. 13.Сформулировать гипотезы сплошности, однородности и изотропии, абсолютной упругости. 14.Сформулировать гипотезы о малости

			деформаций, линейной зависимости между нагрузками и перемещениями. Дать понятие о принципе суперпозиции. 15.Дать понятие о напряжениях. 16.Как связаны напряжения с внутренними усилиями?
2.	Растяжение и сжатие	ОПК-2	1.При каких условиях нагружения бруса имеет место растяжение (сжатие) и какие внутренние усилия возникают при этом в поперечных сечениях? 2.Какие напряжения возникают в поперечных сечениях бруса при растяжении (сжатии) и как они вычисляются? 3.Сформулировать гипотезу плоских сечений и принцип Сен-Венана. 4.Какие деформации имеют место при растяжении (сжатии) бруса? 5.Дать понятие о коэффициенте Пуассона и законе Гука при растяжении (сжатии). 6.Что называется жесткостью сечения бруса при растяжении (сжатии)? Что называется модулем упругости? Как он влияет на величину деформаций бруса? 7.Как можно вычислить абсолютную продольную деформацию бруса ступенчато-переменного сечения, если продольные силы постоянны в пределах отдельных участков? 8.Брус с жесткостью сечений **EA** жестко заделан на одном из торцов и сжимается осевой силой **F**, приложенной посредине его длины. Построить для бруса эпюры продольных сил и нормальных напряжений. 9.В каких координатах строится диаграмма растяжения (сжатия)? Какое явление называется наклепом? 10.Чем отличаются диаграммы растяжения пластичных и хрупких материалов от диаграмм сжатия? 11.Каковы особенности деформирования и разрушения пластичных и хрупких материалов при растяжении (сжатии)? 12.Дать понятие о пределах пропорциональности, упругости, текучести и о временном сопротивлении. Что называется площадкой текучести? 13.Что называется допускаемым напряжением? Как оно определяется для пластичных и хрупких материалов? 14.Что называется коэффициентом запаса прочности, и от каких основных факторов зависит его величина? 15.Охарактеризовать три основных вида задач, рассматриваемых в сопромате при расчетах на прочность.

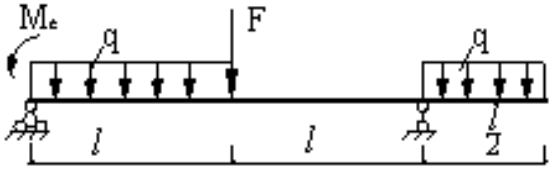
			16.Дать понятие о статически определимых и статически неопределимых системах. 17.Что называется степенью статической неопределимости системы? Каковы особенности расчета статически неопределимых систем? 18.Как определяются начальные (монтажные) напряжения? 19.Как определяются температурные напряжения? 20.Что называется концентрацией напряжений? Когда она возникает? 21.Дать понятие о теоретическом коэффициенте концентрации напряжений. Почему концентрация напряжений менее опасна для пластичных материалов? 22.Как определяется потенциальная энергия деформации при растяжении (сжатии)?
3.	Геометрические характеристики плоских сечений	ОПК-2	1.Дать понятие о статических моментах и моментах инерции сечения. 2.Каким образом определяются координаты центра тяжести сложного сечения? Какую размерность имеют статические моменты, моменты инерции? 3.Чему равны моменты инерции относительно центральных осей для простейших сечений? 4.Как вычисляются моменты инерции сечения для параллельных осей? 5.Через вершину и противоположную сторону треугольника проведены две параллельные оси. Для какой из этих осей момент инерции будет больше и почему? 6.Как изменяются моменты инерции сечении при повороте осей? 7.Дать понятие о главных осях и главных моментах инерции сечения.
4.	Напряженное и деформированное состояние в точке	ОПК-2	1.Дать понятие о напряженном состоянии в точке и его видах. 2.Что называется главными напряжениями и главными площадками? Чему равны касательные напряжения на главных площадках? 3.Как определяются напряжения в наклонных сечения при линейном напряженном состоянии? 4.Дать понятие о прямой и обратной задачах в теории напряженного состояния. При каких условиях нагружения имеет место линейное, а при каких – плоское напряженное состояние? 5.Как определяются напряжения при плоском напряженном состоянии в прямой задаче? 6.Как вычисляются величины и направления напряжений в обратной задаче при плоском напряженном состоянии? 7.Как определяются экстремальные касательные напряжения при плоском напряженном состоянии?

			8.Дать понятие об объемном напряженном состоянии. 9.Какими зависимостями связаны напряжения, действующие на двух взаимно перпендикулярных площадках, проходящих через рассматриваемую точку? Указать правило знаков для напряжений. 10.Сформулировать обобщенный закон Гука. 11.Дать понятие об объемной деформации. 12.Дать понятие об удельной потенциальной энергии. Из каких частей она состоит? 13.Как определяются удельные потенциальные энергии деформации, связанные с изменением объема и формы тела?
5.	Изгиб прямого стержня	ОПК-2	1.Дать понятие о чистом, поперечном и плоском изгибах. 2.Какой вид имеют дифференциальные зависимости между поперечной силой, изгибающим моментом и интенсивностью равномерно распределенной нагрузки при изгибе? 3.Чему равна поперечная сила в сечениях балки, в которых изгибающий момент достигает экстремальных значений? Почему? 4.Какой вид имеет эпюра изгибающих моментов на участке балки, где поперечная сила равна нулю? Почему? 5.Привести формулу нормальных напряжений при изгибе. Какой вид имеют эпюры этих напряжений для сечений симметричных и несимметричных относительно горизонтальной оси? 6.Дать понятие о рациональном сечении балок. 7.Что называется жесткостью и моментом сопротивления сечения при изгибе? Какова размерность момента сопротивления? 8.По какой формуле вычисляются касательные напряжения при изгибе? 9.Какой вид имеют эпюры касательных напряжений для прямоугольного, круглого и двутаврового сечений? 10.Как определяются главные напряжения при изгибе? 11.Как направлены главные площадки на уровне нейтрального слоя и в точках наиболее удаленных от него при изгибе балки? 12.Записать и объяснить условия прочности балки по нормальным, касательным и главным напряжениям. 13.Какие перемещения получают поперечные сечения балки при изгибе? Как эти перемещения связаны между собой? 14.Дать понятие о дифференциальном уравнении оси изогнутого бруса (точном и приближенном). 15.Дать понятие о решении

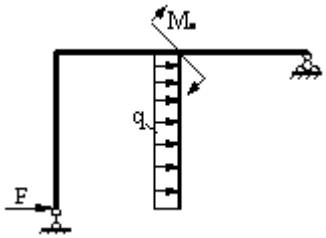
			дифференциального уравнения оси изогнутого бруса методом непосредственного интегрирования. 16.Как из выражения прогибов можно получить выражения для определения углов поворота сечений, изгибающих моментов и поперечных сил? 17.Записать общее выражение для определения прогибов по методу начальных параметров и объяснить, как им пользоваться. Из каких условий определяются значения начальных параметров?
6.	Сдвиг	ОПК-2	1.Дать понятие о сдвиге. 2.Как определяются напряжения в поперечных сечениях и главные напряжения при сдвиге? 3.Записать условия прочности при сдвиге. 4.Какие деформации имеют место при сдвиге? 5.Чему равна объемная деформация при чистом сдвиге? 6.Дать понятие о законе Гука при сдвиге. 7.Как связаны модули упругости при растяжении и при сдвиге? 8.Дать понятие о расчете заклепочных и сварных соединений.
7.	Кручение	ОПК-2	1.Напряжения и деформации при кручении бруса круглого поперечного сечения. Расчеты на прочность и жесткость. 2.Анализ напряженного состояния при кручении.
8.	Теории прочности	ОПК-2	1.Назначение теорий прочности. 2.Классические теории прочности. 3.Теория прочности Мора.
9.	Сложное сопротивление	ОПК-2	1.Особенности расчета конструкций на прочность и жесткость при сложном сопротивлении. 2.Косой изгиб. Определение напряжений и положения нейтральной линии, проверка прочности сечения, определение перемещений. 3.Внецентренное растяжение (сжатие). Определение напряжений и положения нейтральной линии, проверка прочности. Ядро сечения. 4.Изгиб с кручением и растяжением (сжатием).
10.	Общие методы определения перемещений в упругих системах	ОПК-2	1.Потенциальная энергия упругой деформации при произвольной нагрузке. 2.Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений. Теорема Кастилиано. 3.Определение перемещений произвольно загруженного бруса по интегралам Мора. 4.Определение перемещений по правилу Верещагина.
11.	Метод сил	ОПК-2	1.Расчет рам методом сил. 2.Расчет неразрезных балок методом сил. Уравнение трех моментов.
12.	Устойчивость сжатого стержня	ОПК-2	1.Понятие об устойчивости сжатых стержней. 2.Формула Эйлера для критической силы.

			3.Влияние условий закрепления на величину критической силы. 4.Пределы применимости формулы Эйлера. 5.Формула Ясинского. Полный график критических напряжений. 6.Расчеты сжатых стержней на устойчивость при помощи коэффициента уменьшения основного допускаемого напряжения. 7.Понятие о продольно-поперечном изгибе.

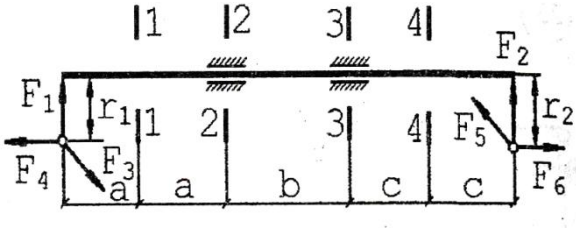
Для заданной балки требуется построить эпюры Q_y и M_z;



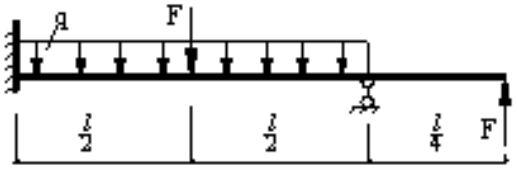
Для заданной рамы требуется построить эпюры N_x, Q_y и M_z;



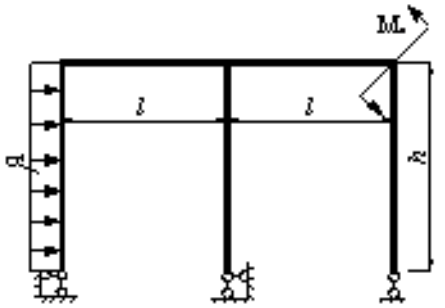
Подобрать диаметр вала в сечении 1-1.



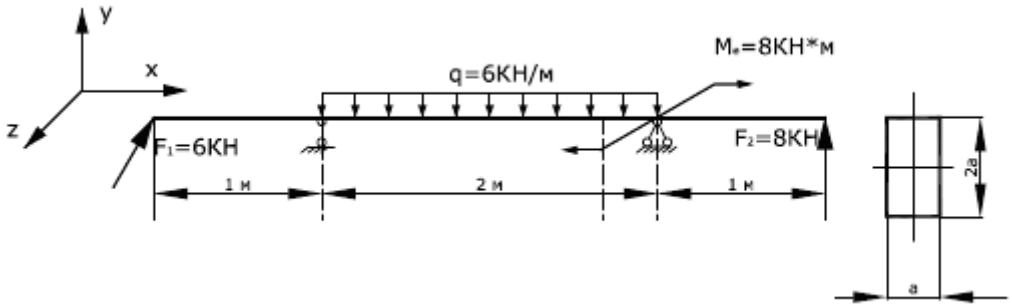
Для неразрезной балки требуется построить эпюры Q_y и M_z, используя метод сил.



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



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



5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

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

5.3.1.Текущий контроль по лабораторным занятиям осуществляется в форме выполнения лабораторных работ и собеседования по контрольным вопросам (защита лабораторных работ)

№	Тема лабораторной работы	Компетенция	Контрольные вопросы
1.	Лабораторная работа №1. Испытание на растяжение стандартного стального образца.	ОПК-2	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 длинной образца. 9. Укажите характеристики пластичности?

№	Тема лабораторной работы	Компетенция	Контрольные вопросы
			10. Перечислите в порядке возрастания характеристики прочности. 11. Что называют условным пределом текучести?
2.	Лабораторная работа №2. Испытание на сжатие пластичных и хрупких материалов.	ОПК-2	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 образца.	ОПК-2	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.	ОПК-2	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	ОПК-2	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

№	Тема лабораторной работы	Компетенция	Контрольные вопросы
	напряжений.		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	ОПК-2	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	ОПК-2	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.	ОПК-2	1. В каких точках поперечного сечения вала касательные напряжения максимальны? 2. При каких условиях нагружения возникает кручение? 3. Как записывается закон Гука при кручении? 4. Укажите формулу для вычисления касательных напряжений в произвольной точке поперечного сечения при кручении. 5. Какая зависимость существует между модулями упругости первого и второго рода? 6. По какой формуле определяется полярный момент инерции круглого сечения? 7. Что называется жесткостью сечения бруса при кручении? 8. По какой формуле определяется полярный момент сопротивления круглого сечения?
9.	Лабораторная работа №14 Испытание	ОПК-2	1. Дайте определение косому изгибу. 2. По какой формуле определяют нормальные напряжения в любой точке сечения при косом изгибе?

№	Тема лабораторной работы	Компетенция	Контрольные вопросы
	консольной балки на косой изгиб.		3. Укажите положение нейтральной линии при косом изгибе относительно следа плоскости изгиба. 4. По какой формуле определяют полный прогиб балки при косом изгибе? 5. Для сечений какой формы косой изгиб не имеет места? 6. По какой формуле можно вычислить прогиб свободного конца консольной балки, если балка загружена силой F, приложенной на этом же конце балки? 7. Укажите, при каком расположении внешней нагрузки происходит косой изгиб, а при каком – плоский изгиб балки? 8. Комбинацией каких простых напряженных состояний является косой изгиб? 9. Как можно определить примерное положение нейтральной линии при косом 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.	ОПК-2	1. Укажите в каком случае нагружения имеет место внецентренное растяжение-сжатие. 2. Комбинацией каких простых напряженных состояний оно является? 3. По какой формуле определяют нормальные напряжения в любой точке сечения при внецентренном растяжении-сжатии? 4. По каким формулам находят положение нейтральной линии? 5. Как проходит нейтральная линия в сечении, если внешняя продольная сила приложена на границе ядра сечения? 6. Какой вид имеет эпюра нормальных напряжений при этом, 7. Укажите зависимость между размерами ядра сечения и размерами прямоугольного и круглого поперечных сечений бруса. 8. Какие напряжения (по знаку) возникают в поперечном сечении бруса, если продольная растягивающая сила приложена в ядре сечения? 9. Как зависит положение нейтральной линии от точки приложения силы?

5.3.2.Текущий контроль по практическим занятиям осуществляется в форме выполнения практического задания и собеседования по контрольным вопросам

№ п/п	Задание	Компетенция	Контрольные вопросы
1	Определить опорные реакции для балок, рам и валов	ОПК-2	1.Что называется брусом, оболочкой, пластинкой, массивом? 2.По каким признакам и как классифицируются внешние нагрузки? 3.Что представляет собой расчетная схема и чем она отличается от реальной конструкции?

2	Построить эпюры внутренних усилий для балок	ОПК-2	1.Что называется осью бруса? 2.Что представляют собой внутренние усилия? Перечислить их.
3	Построить эпюры внутренних усилий для плоских рам	ОПК-2	1. Дать понятие о напряжениях. 2.Как связаны напряжения с внутренними усилиями?
4	Выполнить расчеты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии стержня	ОПК-2	1.При каких условиях нагружения бруса имеет место растяжение (сжатие) и какие внутренние усилия возникают при этом в поперечных сечениях? 2.Какие напряжения возникают в поперечных сечениях бруса при растяжении (сжатии) и как они вычисляются?
5	Определить геометрические характеристики для плоских сечений	ОПК-2	1.Дать понятие о статических моментах и моментах инерции сечения. 2.Каким образом определяются координаты центра тяжести сложного сечения? 3.Какую размерность имеют статические моменты, моменты инерции?
6	Выполнить расчет статически определимой балки на прочность	ОПК-2	1.Что называется допускаемым напряжением? Как оно определяется для пластичных и хрупких материалов? 2.Что называется коэффициентом запаса прочности, и от каких основных факторов зависит его величина? 3.Охарактеризовать три основных вида задач, рассматриваемых в сопромате при расчетах на прочность.
7	Определить линейные и угловые перемещения в однопролетной балке	ОПК-2	1.Как из выражения прогибов можно получить выражения для определения углов поворота сечений, изгибающих моментов и поперечных сил? 2.Записать общее выражение для определения прогибов по методу начальных параметров и объяснить, как им пользоваться. Из каких условий определяются значения начальных параметров?
8	Выполнить расчет заклепочных и сварных соединений	ОПК-2	1.Дать понятие о законе Гука при сдвиге. 2.Как связаны модули упругости при растяжении и при сдвиге? 3.Дать понятие о расчете заклепочных и сварных соединений.
9	Выполнить расчеты на прочность и жесткость стержней круглого поперечного сечения	ОПК-2	1.Что называется жесткостью и моментом сопротивления сечения при изгибе? Какова размерность момента сопротивления? 2.По какой формуле вычисляются касательные напряжения при изгибе? 3.Какой вид имеют эпюры касательных напряжений для прямоугольного, круглого и двутаврового сечений?

10	Изучить косой изгиб брусьев	ОПК-2	1.Особенности расчета конструкций на прочность и жесткость при сложном сопротивлении. 2.Косой изгиб. Определение напряжений и положения нейтральной линии, проверка прочности сечения, определение перемещений. 3.Внецентренное растяжение (сжатие). Определение напряжений и положения нейтральной линии, проверка прочности. Ядро сечения. 4.Изгиб с кручением и растяжением (сжатием).
11	Изучить внецентренное растяжение-сжатие брусьев	ОПК-2	1.Какие деформации имеют место при растяжении (сжатии) бруса? 2.Брус с жесткостью сечений **EA** жестко заделан на одном из торцов и сжимается осевой силой **F**, приложенной посредине его длины. Построить для бруса эпюры продольных сил и нормальных напряжений.
12	Изучить совместное действие изгиба и кручения	ОПК-2	1.Напряжения и деформации при кручении бруса круглого поперечного сечения. Расчеты на прочность и жесткость. 2.Анализ напряженного состояния при кручении.
13	Определить опорные реакции для балок, рам и валов	ОПК-2	1.Что называется брусом, оболочкой, пластинкой, массивом? 2.По каким признакам и как классифицируются внешние нагрузки? 3.Что представляет собой расчетная схема и чем она отличается от реальной конструкции?
14	Выполнить построение эпюр внутренних усилий для балок	ОПК-2	1.Расчет рам методом сил. 2.Расчет неразрезных балок методом сил. 3.Уравнение трех моментов.
15	Выполнить построение эпюр внутренних усилий для плоских рам	ОПК-2	1. Дать понятие о напряжениях. 2.Как связаны напряжения с внутренними усилиями?
16	Определить перемещения с помощью правила Верещагина	ОПК-2	1.Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений. Теорема Кастилиано. 2.Определение перемещений произвольно загруженного бруса по интегралам Мора. 3.Определение перемещений по правилу Верещагина.
17	Выполнить расчет статически неопределимых балок и рам методом сил	ОПК-2	1.Расчет рам методом сил. 2.Расчет неразрезных балок методом сил 3.Уравнение трех моментов.
18	Осуществить подбор сечений при расчетах на устойчивость	ОПК-2	1.Что называется жесткостью и моментом сопротивления сечения при изгибе? Какова размерность момента сопротивления? 2.По какой формуле вычисляются

	сжатого стержня		касательные напряжения при изгибе? 3.Какой вид имеют эпюры касательных напряжений для прямоугольного, круглого и двутаврового сечений?

05 4.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание основных понятий и прогнозы сопротивления материалов;
	Знание механических характеристик материалов и способы их определения;
	Знание геометрических характеристик сечений;
	Знание основных видов деформации;
	Знание принципов выбора допускаемых напряжений и коэффициентов запаса прочности;
	Знание условий прочности и жесткости.
	Знание условий прочности и жесткости, понятие устойчивости
Умения	Умение применять на практике методы расчета на прочность и жесткость конструкций;
	Умение создавать надежные и экономичные конструкции деталей машин и механизмов, обеспечивающие их длительную эксплуатацию и надежность.
	Умение применять на практике методы сопротивления материалов для расчета конструкций и механизмов, с учетом прочности, жесткости и устойчивости, обеспечивающие их длительную эксплуатацию и надежность
Навыки	Владение методами теории упругости и сопротивления материалов, способами перехода от реального объекта к расчетной схеме;
	Владение методами раскрытия статической неопределимости.
	Владение навыками работы со справочным аппаратом;
	Владение способами перехода от реального объекта к расчетной схеме в зависимости от конкретных условий;

	Владение базовыми методами расчета и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций.

Оценка сформированности компетенций по показателю *знания.*

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание основных понятий и прогнозов сопротивления материалов	Не знает основных понятий и прогнозов сопротивления материалов	Знает основные понятия и прогнозы сопротивления материалов, но допускает неточности	Знает основные понятия и прогнозы сопротивления материалов в полном объеме и на хорошем уровне	Знает в полном объеме и на высоком уровне основные понятия и прогнозы сопротивления материалов
Знание механических характеристик материалов и способы их определения	Не знает механических характеристик материалов и способы их определения	Знает механические характеристики материалов и способы их определения, но допускает неточности	Знает механические характеристики материалов и способы их определения в полном объеме и на хорошем уровне	Знает в полном объеме и на высоком уровне механические характеристики материалов и способы их определения
Знание геометрических характеристик сечений	Не знает геометрических характеристик сечений	Знает геометрические характеристики сечений, но допускает неточности	Знает геометрические характеристики сечений в полном объеме и на хорошем уровне	Знает в полном объеме и на высоком уровне геометрические характеристики сечений
Знание основных видов деформации	Не знает основных видов деформации	Знает основные виды деформации, но допускает неточности	Знает основные виды деформации в полном объеме и на хорошем уровне	Знает в полном объеме и на высоком уровне основные виды деформации
Знание принципов выбора допускаемых напряжений и коэффициентов запаса прочности	Не знает принципов выбора допускаемых напряжений и коэффициентов запаса прочности	Знает принципы выбора допускаемых напряжений и коэффициентов запаса прочности, но допускает неточности	Знает принципы выбора допускаемых напряжений и коэффициентов запаса прочности в полном объеме и на хорошем уровне	Знает в полном объеме и на высоком уровне принципы выбора допускаемых напряжений и коэффициентов запаса прочности
Знание условий прочности и жесткости.	Не знает условий прочности и жесткости.	Знает условия прочности и жесткости, но допускает неточности	Знает условия прочности и жесткости в полном объеме и на хорошем	Знает в полном объеме и на высоком уровне условия прочности и

			уровне	жесткости
Знание условий прочности и жесткости, понятие устойчивости	Не знает условий прочности и жесткости, понятие устойчивости	Знает условия прочности и жесткости, понятий устойчивости, но допускает неточности	Знает условия прочности и жесткости, понятий устойчивости в полном объеме и на хорошем уровне	Знает в полном объеме и на высоком уровне условия прочности и жесткости, понятий устойчивости

Оценка сформированности компетенций по показателю *умения.*

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение применять на практике методы расчета на прочность и жесткость конструкций	Не умеет применять на практике методы расчета на прочность и жесткость конструкций	Умеет применять на практике методы расчета на прочность и жесткость конструкций, но допускает неточности	Умеет применять на практике методы расчета на прочность и жесткость конструкций в полном объеме и на хорошем уровне	Умеет в полном объеме и на высоком уровне применять на практике методы расчета на прочность и жесткость конструкций
Умение создавать надежные и экономичные конструкции деталей машин и механизмов, обеспечивающие их длительную эксплуатацию и надежность	Не умеет создавать надежные и экономичные конструкции деталей машин и механизмов, обеспечивающие их длительную эксплуатацию и надежность	Умеет создавать надежные и экономичные конструкции деталей машин и механизмов, обеспечивающие их длительную эксплуатацию и надежность, но допускает неточности	Умеет создавать надежные и экономичные конструкции деталей машин и механизмов, обеспечивающие их длительную эксплуатацию и надежность в полном объеме и на хорошем уровне	Умеет в полном объеме и на высоком уровне создавать надежные и экономичные конструкции деталей машин и механизмов, обеспечивающие их длительную эксплуатацию и надежность
Умение применять на практике методы сопротивления материалов для расчета конструкций и механизмов, с учетом прочности, жесткости и устойчивости, обеспечивающие их длительную эксплуатацию и надежность	Не умеет применять на практике методы сопротивления материалов для расчета конструкций и механизмов, с учетом прочности, жесткости и устойчивости, обеспечивающие их длительную эксплуатацию и надежность	Умеет применять на практике методы сопротивления материалов для расчета конструкций и механизмов, с учетом прочности, жесткости и устойчивости, обеспечивающие их длительную эксплуатацию и надежность, но	Умеет применять на практике методы сопротивления материалов для расчета конструкций и механизмов, с учетом прочности, жесткости и устойчивости, обеспечивающие их длительную эксплуатацию и надежность в	Умеет в полном объеме и на высоком уровне применять на практике методы сопротивления материалов для расчета конструкций и механизмов, с учетом прочности, жесткости и устойчивости, обеспечивающие их длительную

		допускает неточности	полном объеме и на хорошем уровне	эксплуатацию и надежность

Оценка сформированности компетенций по показателю *навыки.*

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение методами теории упругости и сопротивления материалов, способами перехода от реального объекта к расчетной схеме	Не владеет методами теории упругости и сопротивления материалов, способами перехода от реального объекта к расчетной схеме	Владеет методами теории упругости и сопротивления материалов, способами перехода от реального объекта к расчетной схеме, но допускает неточности	Владеет методами теории упругости и сопротивления материалов, способами перехода от реального объекта к расчетной схеме в полном объеме и на хорошем уровне	Владеет в полном объеме и на высоком уровне методами теории упругости и сопротивления материалов, способами перехода от реального объекта к расчетной схеме
Владение методами раскрытия статической неопределимости	Не владеет методами раскрытия статической неопределимости	Владеет методами раскрытия статической неопределимости, но допускает неточности	Владеет методами раскрытия статической неопределимости в полном объеме и на хорошем уровне	Владеет в полном объеме и на высоком уровне методами раскрытия статической неопределимости
Владение навыками работы со справочным аппаратом	Не владеет навыками работы со справочным аппаратом	Владеет навыками работы со справочным аппаратом, но допускает неточности	Владеет навыками работы со справочным аппаратом в полном объеме и на хорошем уровне	Владеет в полном объеме и на высоком уровне навыками работы со справочным аппаратом
Владение способами перехода от реального объекта к расчетной схеме в зависимости от конкретных условий	Не владеет способами перехода от реального объекта к расчетной схеме в зависимости от конкретных условий	Владеет способами перехода от реального объекта к расчетной схеме в зависимости от конкретных условий, но допускает неточности	Владеет способами перехода от реального объекта к расчетной схеме в зависимости от конкретных условий в полном объеме и на хорошем уровне	Владеет в полном объеме и на высоком уровне способами перехода от реального объекта к расчетной схеме в зависимости от конкретных условий
Владение	Не владеет	Владеет	Владеет	Владеет в

базовыми методами расчета и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций	базовыми методами расчета и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций	базовыми методами расчета и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций, но допускает неточности	базовыми методами расчета и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций в полном объеме и на хорошем уровне	полном объеме и на высоком уровне базовыми методами расчета и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекций	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, экран, компьютер, ноутбук
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, самостоятельной работы, сдачи зачета	Специализированная мебель. – Технические средства обучения: - Лабораторные стенды - Измерительный инструмент
3	Учебная аудитория для проведения практических занятий, сдачи экзамена, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, экран, компьютер, ноутбук
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	– Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети Internet и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	MicrosoftWindows 7	Договор №63-14к от 02.07.2014
2	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Лицензия № 17E017 Microsoft Office
3	Office Professional Plus 2016 или аналог	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 от 2020-11-01 до 2023-10-31
4	GoogleChrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.
5	MozillaFirefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.0707130320867250
6	программы для вычисления геометрических характеристик плоских сечений ("Омега")	Разработка кафедры
7	расчета балки на плоский изгиб ("BEAM-3")	Разработка кафедры
	расчета статически неопределимых стержневых систем ("RAMAD")	Разработка кафедры

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. **Кривошапко, С.Н.** Сопротивление материалов: лекции, семинары, расчетно-графические работы: учебник для бакалавров / С.Н. Кривошапко. М.: Изд-во Юрайт, 2012. 413 с.
2. **Потележко, В.П.** Руководство к расчетно-графическим заданиям по сопротивлению материалов: Учеб. пособие для студентов специальности "Механическое оборудование. и технологические комплексы предприятий строительных материалов"/. - 4-е изд., стер. - Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2004. - 176 с.
3. **Потележко, В.П.** Лабораторный практикум по сопротивлению материалов / В.П. Потележко. - Белгород, Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. - 69 с.
4. **Феодосьев, В.И.** Сопротивление материалов : учебник / В. И. Феодосьев. - 11-е изд., стер. - М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. - 590 с.
5. **Уманский, А.А.** Сборник задач по сопротивлению материалов: учеб. пособие / А.А. Уманский; ред.: А.А. Афанасьев, А.С. Вольмир и др. - М.: Изд-во "Наука", 1973. - 496 с.
6. Виртуальные лабораторные работы: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов очной и заочной форм обучения всех специальностей / Серых И.Р., Потележко В.П., Толбатов А.А.. - Белгород, Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2010. - 32 с.

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

1. Каримов И. Сопротивление материалов. Электронный учебный курс для студентов очной и заочной форм обучения [электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.soprotmat.ru

2. Каталог учебных фильмов по сопротивлению материалов и механике разрушения [электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.soprotmat.ru/film.htm

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ[1]

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год без изменений / с изменениями, дополнениями[2]

Протокол № _____ заседания кафедры от «____»_____ 20___ г.

Заведующий кафедрой_____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

[1] Заполняется каждый учебный год на отдельных листах
[2] Нужное подчеркнуть