

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)


УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 5. » 07. 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.12 Соппротивление материалов

Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профили подготовки: Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств

Степень выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Институт, факультет ИХНМ, механический

Кафедра - разработчик рабочей программы ТМ и СМ

Курс второй, семестр третий и четвертый

	Часы			Зачетные единицы
	3 семестр	4 семестр	Всего	
Лекции	18	18	36	1,0
Практические занятия	18	18	36	1,0
Лабораторные занятия	9	18	27	0,75
Самостоятельная работа	63	54	117	3,25
Форма аттестации	зачет	экзамен		-
	-	36	36	1,0
Итого	108	144	252	7

Казань, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (утвержден приказом МИНОБРНАУКИ России от 20.10.2015 г., № 1170) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудования» для профиля подготовки «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств» для года начала подготовки 2019 г.

Разработчик программы:

доцент кафедры ТМ и СМ
(должность)


(подпись)

М.Н. Убайдуллоев
(Ф. и О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМиСМ
протокол от 20.06 2019 г. № 7

Зав. кафедрой ТМ и СМ,
профессор


(подпись)

М.Н. Серазутдинов
(Ф. и О.)

СОГЛАСОВАНО:

Протокол заседания методической комиссии
механического факультета

от 04.07 2019 г. № 6

Председатель комиссии, доцент

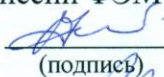

(подпись)

А.В. Гаврилов
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО:

Протокол заседания методической комиссии ФЭМТО от 05.07 2019 г. № 10

Председатель методической комиссии ФЭМТО,
доцент


(подпись)

М.С. Хамидуллин
(Ф. и О.)

Начальник УМЦ, доцент


(подпись)

Л.А. Китаева
(Ф. и О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Сопротивление материалов» являются:

- а) формирование знаний о прочности, жесткости и устойчивости как необходимых условиях надежности технологических машин и оборудования;
- б) обучение методам прочностных расчетов элементов технологических машин и оборудования;
- в) обучение экспериментальным методам определения механических характеристик материалов и напряженно-деформированного состояния элементов конструкций.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Сопротивление материалов» относится к *базовой* части ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудования» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Сопротивление материалов» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудования» должен освоить материалы предшествующих дисциплин:

- а) Математика
- б) Физика
- в) Теоретическая механика
- г) Материаловедение

Дисциплина «Сопротивление материалов» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- Основы проектирования;
- Конструирование и расчет элементов оборудования.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Сопротивление материалов» могут быть использованы при прохождении производственной, преддипломной практики и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудования».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. ПК-4 - способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности.

2. ПК-16 - умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

а) основные понятия дисциплины: напряжения, деформации, перемещения, допускаемое напряжение, прочность, жесткость, устойчивость, выносливость;

б) теоретические основы и методику расчета элементов конструкций – создание расчетной схемы, составление разрешающих уравнений и методы их решения, анализ и экспериментальная проверка полученных результатов;

в) экспериментальные методы определения механических характеристик материалов и напряженно-деформированного состояния элементов конструкций.

2) Уметь:

а) создавать расчетные схемы типовых стержневых конструкций;

б) обосновывать выбор используемых для создания конструкции материалов;

в) Выполнять расчеты типовых элементов стержневых конструкций.

3) Владеть:

а) основами методов расчетов на прочность, жесткость, устойчивость и выносливость;

б) основами методов расчета на прочность типовых элементов конструкций.

4. Структура и содержание дисциплины «Сопротивление материалов»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

№	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лек-ция	Прак-тические занятия	Лабо-раторные работы	СРС	
1	Введение	3	2	-	-	-	Экзамен
2	Центральное растяжение-сжатие	3	4	6	6	34	Расчетно-графическая работа №1, контрольная работа лабораторная работа.
3	Теория напряженного состояния. Теории прочности.	3	2	2	-	-	Экзамен
4	Сдвиг. Кручение стержней	3	4	2	-	-	Экзамен
5	Геометрические характеристики сечений	3	2	2	-	4	Расчетно-графическая работа №2
6	Плоский изгиб	3	4	6	3	25	Расчетно-графическая работа №2, контрольная работа, лабораторная работа.
	Итого (3 семестр)		18	18	9	63	Зачет
7	Методы определения перемещений	4	4	4	4	6	Лабораторная работа
8	Статически неопределимые системы при изгибе	4	2	4	-	12	Расчетно-графическая работа №3
9	Сложное сопротивление	4	4	8	10	30	Расчетно-графическая работа №4, контрольная работа, лабораторная работа
10	Устойчивость сжатых стержней	4	2	2	4	6	лабораторная работа
11	Концентрация напряжений. Усталостное разрушение	4	2	-	-	-	Экзамен

12	Тонкостенные оболочки	4	2	-	-	-	Экзамен
13	Динамическое действие нагрузок	4	2	-	-	-	Экзамен
	Итого (4 семестр)		18	18	18	54	Экзамен по темам 1-13
	Итого (3,4 семестр)		36	36	27	117	

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Тема лекционного занятия	Ча - сы	Краткое содержание	Компетен- ции
1	2	3	4	5
1	Введение.	2	Задачи и содержание курса сопротивления материалов. Основные гипотезы. Классификация внешних сил. Внутренние силы. Понятие о напряжениях. Связь между напряжениями и внутренними силовыми факторами. Понятие о деформациях.	ПК-4, ПК-16
2	Центральное растяжение-сжатие	4	Внутренние силовые факторы при растяжении-сжатии стержня. Определение напряжений. Деформации при растяжении. Закон Гука. Испытание материалов на растяжение и сжатие. Механические характеристики материалов. Расчет на прочность при растяжении-сжатии. Расчет статически неопределимых стержневых систем. Потенциальная энергия деформации при растяжении.	ПК-4, ПК-16
3	Теория напряженного состояния. Теории прочности.	2	Понятие о напряженном состоянии в точке. Виды напряженных состояний. Закон парности касательных напряжений. Определение напряжений на наклонных площадках. Главные площадки, главные напряжения. Экстремальные касательные напряжения. Теории прочности. Первая, вторая и третья классические теории прочности. Энергетическая (четвертая) теория прочности.	ПК-4, ПК-16
4	Сдвиг. Кручение стержней	4	Чистый сдвиг. Напряжения и деформации при сдвиге. Закон Гука. Условие прочности при сдвиге. Определение внутренних усилий при кручении. Напряжения при кручении вала круглого сечения. Определение угла закручивания. Расчеты на прочность и жесткость при кручении.	ПК-4, ПК-16
5	Геометрические характеристики плоских	2	Статические моменты. Моменты инерции. Моменты инерции простейших фигур. Моменты инерции сечения сложной формы. Изменение моментов инерции при параллельном переносе	ПК-4, ПК-16

	сечений		осей координат. Изменение моментов инерции при повороте осей координат. Главные оси. Главные моменты инерции.	
6	Плоский изгиб	4	Внутренние силовые факторы при плоском изгибе. Дифференциальные зависимости между внутренними силовыми факторами. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Формула Журавского. Распределение напряжений в прямоугольном и двутавровом сечениях при плоском изгибе. Расчет балки на прочность.	ПК-4, ПК-16
7	Методы определения перемещений	4	Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение оси изогнутой балки. Метод начальных параметров. Условие жесткости при изгибе. Работа внешних сил при статическом действии. Потенциальная энергия деформации стержня. Теорема Кастильяно. Метод Мора.	ПК-4, ПК-16
8	Статически неопределимые системы при изгибе	2	Внешние и внутренние связи. Степень статической неопределимости стержневой системы. Выбор основной системы. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях рам. Построение эпюр внутренних сил для плоских рам. Метод сил. Канонические уравнения метода сил. Расчет статически неопределимых рам.	ПК-4, ПК-16
9	Сложное сопротивление	4	Косой изгиб. Определение напряжений при косом изгибе. Определение положения нулевой линии. Расчет на прочность. Внецентренное растяжение и сжатие. Определение напряжений при внецентренном напряжении. Определение положения нулевой линии. Расчет на прочность. Изгиб с кручением. Расчет на прочность при изгибе с кручением.	ПК-4, ПК-16
10	Устойчивость сжатых стержней	2	Понятие устойчивости. Формула Эйлера. Влияние граничных условий на величину критической силы. Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского. Практический метод расчета стержней на устойчивость.	ПК-4, ПК-16
11	Концентрация напряжений. Усталостное разрушение	2	Основные понятия. Примеры концентраторов напряжений. Способы снижения концентрации напряжений. Понятие об усталостном разрушении. Виды циклов напряжений. Предел выносливости. Факторы, влияющие на величину предела выносливости. Диаграмма предельных амплитуд.	ПК-4, ПК-16
12	Тонкостенные	2	Расчет тонкостенных оболочек по безмоментной	ПК-4,

	оболочки		теории. Уравнение Лапласа. Примеры расчета тонкостенных сосудов, нагруженных равномерным и гидростатическим давлением.	ПК-16
13	Динамическое действие нагрузок	2	Динамические нагрузки. Коэффициент динамичности. Расчет элементов конструкций движущихся с ускорением. Действие ударных нагрузок.	ПК-4, ПК-16

6. Содержание практических занятий

Целью проведения практических занятий является освоение лекционного материала, необходимого для формирования знаний о прочности, жесткости и устойчивости технологических машин и оборудования и изучение методов их прочностных расчетов.

№ п/п	Темы дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	2	2	Расчет на прочность стержней при растяжении	Определение продольных сил методом сечения. Построение эпюр. Расчет на прочность. Определение удлинений стержней.	ПК-4, ПК-16
2	2	2	Расчет на прочность стержневых систем.	Определение внутренних усилий. Подбор площадей поперечных сечений. Определение перемещений.	ПК-4, ПК-16
3	2	2	Контрольная работа.	Решение задач по расчету на прочность стержней и стержневых систем.	ПК-4, ПК-16
4	3	2	Плоское напряженное состояние	Определение главных площадок и главных напряжений. Определение максимальных касательных напряжений.	ПК-4, ПК-16
5	4	2	Кручение стержней.	Построение эпюр крутящих моментов и углов закручивания. Расчеты на прочность и жесткость при кручении.	ПК-4, ПК-16
6	5	2	Геометрические характеристики плоских сечений	Определение центров тяжести сечений. Определение главных осей и главных моментов инерции сечений.	ПК-4, ПК-16
7	6	2	Определение внутренних сил при изгибе.	Определение внутренних усилий при плоском изгибе. Построение эпюр.	ПК-4, ПК-16
8	6	2	Определение напряжений при изгибе. Расчет на прочность при плоском изгибе	Определение напряжений при изгибе. Условие прочности. Расчеты на прочность при изгибе балки.	ПК-4, ПК-16
9	6	2	Контрольная работа.	Решение задач по расчету на	ПК-4,

				прочность балок при изгибе.	ПК-16
10	7	2	Аналитические методы определения перемещений	Дифференциальное уравнение оси изогнутой балки. Метод начальных параметров.	ПК-4, ПК-16
11	7	2	Энергетические методы определения перемещений	Теорема Кастильяно. Интеграл Мора.	ПК-4, ПК-16
12	8	2	Статически неопределимые системы при изгибе	Метод сил. Расчет статически неопределимых рам.	ПК-4, ПК-16
13	8	2	Контрольная работа	Расчет статически неопределимых балок и рам.	ПК-4, ПК-16
14	9	2	Косой изгиб	Определение напряжений при косом изгибе. Расчет на прочность. Определение прогибов.	ПК-4, ПК-16
15	9	2	Внецентренное растяжение и сжатие	Определение напряжений при внецентренном растяжении. Расчет на прочность.	ПК-4, ПК-16
16	9	2	Изгиб с кручением	Определение напряжений при изгибе с кручением. Расчет на прочность.	ПК-4, ПК-16
17	9	2	Контрольная работа	Расчет стержней при изгибе с кручением.	ПК-4, ПК-16
18	10	2	Устойчивость сжатых стержней	Формула Эйлера. Формула Ясинского. Практический метод расчета стержней на устойчивость.	ПК-4, ПК-16

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося определения основных механических характеристик материалов, экспериментальной проверки теоретических расчетов, выработка студентами навыков, связанных с методами испытаний и расчетов типовых элементов конструкций.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	Центральное растяжение-сжатие	2	Испытание металлов на растяжение	ПК-4, ПК-16
2		2	Испытание материалов на сжатие	ПК-4, ПК-16
3	Центральное растяжение-сжатие	2	Определение характеристик упругости материала.	ПК-4, ПК-16
6	Плоский изгиб	1	Измерение деформаций электротензометрическим методом	ПК-4, ПК-16

7	Плоский изгиб	2	Испытание балки при изгибе	ПК-4, ПК-16
8	Методы определения перемещений	4	Энергетические методы определения перемещений	ПК-4, ПК-16
9	Сложное сопротивление	2	Определение прогибов консольной балки при косом изгибе	ПК-4, ПК-16
10	Сложное сопротивление	4	Испытание стержня при внецентренном сжатии.	ПК-4, ПК-16
11	Сложное сопротивление	4	Исследование напряженного состояния вала трубчатого поперечного сечения при изгибе с кручением	ПК-4, ПК-16
12	Устойчивость сжатых стержней	4	Испытание стержня на устойчивость при осевом сжатии	ПК-4, ПК-16

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры с использованием специального оборудования.

8. Самостоятельная работа студента

3 семестр

№ п/п	Задания и темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Расчетно-графическая работа № 1 «Расчет статически неопределимой стержневой системы»	16	Выполнение, оформление и подготовка к защите работы	ПК-4, ПК-16
2	Лабораторная работа «Определение механических характеристик металлов»	6	Подготовка к лабораторной работе, оформление лабораторной работы.	ПК-4, ПК-16
3	Лабораторная работа «Испытание материалов на сжатие»	6	Подготовка к лабораторной работе, оформление лабораторной работы.	ПК-4, ПК-16
4	Лабораторная работа «Определение характеристик упругости материала»	6	Подготовка к лабораторной работе, оформление лабораторной работы.	ПК-4, ПК-16
5	Расчетно-графическая работа №2 «Расчет статически определимой балки на прочность»	17	Выполнение, оформление и подготовка к защите работы	ПК-4, ПК-16

6	Лабораторная работа «Испытание балки при изгибе»	6	Подготовка к лабораторной работе, оформление лабораторной работы	ПК-4, ПК-16
7	Лабораторная работа «Измерение деформаций электротензометрическим методом».	6	Подготовка к лабораторной работе, оформление лабораторной работы.	ПК-4, ПК-16
10	Лабораторная работа «Сравнение перемещений балки, полученных экспериментально и с помощью интеграла Мора»	6	Подготовка к лабораторной работе, оформление лабораторной работы	ПК-4, ПК-16
11	Расчетно-графическая работа №3 «Расчет статически неопределимой рамы».	12	Выполнение, оформление и подготовка к защите работы	ПК-4, ПК-16
12	Лабораторная работа «Определение прогибов консольной балки при косом изгибе»	6	Подготовка к лабораторной работе, оформление лабораторной работы	ПК-4, ПК-16
13	Лабораторная работа «Экспериментальное определение напряжений при внецентренном сжатии»	6	Подготовка к лабораторной работе, оформление лабораторной работы	ПК-4, ПК-16
14	Лабораторная работа «Исследование напряженного состояния вала трубчатого поперечного сечения при изгибе с кручением»	6	Подготовка к лабораторной работе, оформление лабораторной работы	ПК-4, ПК-16
15	Расчетно-графическая работа №4 «Расчет вала при изгибе с кручением».	12	Выполнение, оформление и подготовка к защите работы	ПК-4, ПК-16
16	Лабораторная работа «Испытание стержня на устойчивость при осевом сжатии»	6	Подготовка к лабораторной работе, оформление лабораторной работы	ПК-4, ПК-16

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Сопротивление материалов» используется балльно-рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного

контроля в соответствии с «Положением о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

При изучении дисциплины «Соппротивление материалов» предусматривается экзамен, выполнение четырех расчетно-графических работ, 6 контрольных работ и 10 лабораторных работ. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу). За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

3 семестр

Оценочные средства	Количество работ	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	5	12	20
Расчетно-графическая работа	2	24	40
Контрольная работа	2	24	40
Итого		60	100

4 семестр

Оценочные средства	Количество работ	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	5	12	20
Расчетно-графическая работа	2	16	24
Контрольная работа	1	8	16
Экзамен	1	24	40
Итого		60	100

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

10.1. Основная литература

При изучении дисциплины «*Сопротивление материалов*» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

1. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] / Межецкий Г.Д. : Дашков и К. 2013.	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/IS BN9785394019722.html Доступ с любой точки интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
2. Сборник задач по сопротивлению материалов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.М. Беляев [и др.]. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2011. – 432 с.	ЭБС «Лань». https://e.lanbook.com/book/2022 . Доступ из любой точки интернета после регистрации по IP адресам КНИТУ
3. Валиуллин, А.Х. Сопротивление материалов: учеб. пособие для студентов / Казанский нац. исслед. технол. ун-т . Казань, 2014 . 389 с.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Прикладная механика: учебник: 2-е изд., перераб. / М.Н. Серазутдинов, Н.П.Петухов, Э.Н. Островская, С.Г. Сидорин; – Казань: Центр инновационных технологий, 2016. – 326 с.	300 экз. в УНИЦ КНИТУ
5. Степин П.А. Сопротивление материалов: учебник / Степин П.А. – 13-е изд., стер. – С-Пб.: Лань, 2014. – 320 с. Степин П.А. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учеб. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2014. – 320 с.	ЭБС «Лань». http://e.lanbook.com/book/3179 . Доступ из любой точки интернета после регистрации по IP адресам КНИТУ

10.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

1. Сопротивление материалов. Лабораторные работы на универсальном стенде: методические указания / Казан.нац. исслед. технол. ун-т; сост.: К.А. Абдулхаков [и др.]. –Казань, 2009. – 37 с.	ЭБ УНИЦ «КНИТУ». Ссылка http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Abdulhakov-SM.pdf . Доступ с IP адресов КНИТУ
2. Прикладная механика. Контрольные задания: учебное пособие / Казан. нац. исслед. технол. ун-т; сост.: Х.С. Гумерова [и др.]. - Казань, 2014.- 143 с.	70 экз. в УНИЦ «КНИТУ». ЭБ УНИЦ. Ссылка http://ft.kstu.ru/ft/Gumerova-prikladnaya_mekhanika.pdf . Доступ с IP- адресов КНИТУ
3. Валиуллин, А.Х., Серазутдинов, М.Н.; Сидорин, С.Г.; Хайруллин, Ф.С. Сопротивление материалов / Валиуллин, А.Х., Серазутдинов, М.Н.; Сидорин, С.Г.; Хайруллин, Ф.С. - Казань: КНИТУ, 2012.- 64 с.	ЭБ УНИЦ. Ссылка http://ft.kstu.ru/ft/valiullin-soprotivlenie.pdf . Доступ с IP адресов КНИТУ

10.3. Электронные источники информации.

При изучении дисциплины «Сопротивление материалов» рекомендовано использование электронных источников информации:

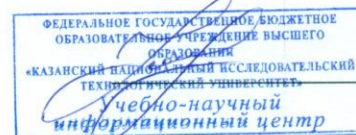
1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «Руконт» - <http://recount.ru/>
3. ЭБС «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
4. ЭБС «КнигаФонд» - <http://www.knigafund.ru/>
5. ЭБС «Консультант студента» - <http://www.studentlibrary.ru/>

10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. *elibrary.ru.* – Доступ свободный: <http://www.elibrary.ru>
2. *Russian Science Citation Index (RSCI).* – Доступ к RSCI: <http://www.clarivate.ru>
3. *SCOPUS.* – Доступ к scopus: <http://www.scopus.com>
4. *Springer.* Доступ к springer: <http://www.springer.com>
5. ЭБС «Лань». Доступ по IP – адресам ТУСУРа: <http://e.lanbook.com/>
6. ЭБС «Руконт». Доступ: <http://rucont.ru/>
7. ЭБС «КнигаФонд». <http://www.knigafund.ru/>

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ



11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены иллюстрационными материалами и проектором.

Лаборатория «Сопротивление материалов» оснащены следующими лабораторными установками:

- 1) испытательная машина МИ-40 для испытания материалов на растяжение и сжатие;
- 2) разрывная машина МР-0.5 для определения характеристик упругости материалов;
- 3) экспериментальная установка для исследования напряженного состояния вала трубчатого поперечного сечения при изгибе с кручением;
- 4) экспериментальная установка для испытания балки при изгибе, измерения деформаций электротензометрическим методом, испытания материалов при кручении, определения напряжений при кручении вала трубчатого поперечного сечения, определения прогибов консольной балки при косом изгибе,
- 5) экспериментальная установка для испытания стержня при внецентренном сжатии;
- 6) экспериментальная установка для испытания стержня на устойчивость при осевом сжатии.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Сопротивление материалов»:

1. MS Office 2010-2016 Standard
2. Mathematica Professional Version Educational
3. Аскон Компас 3D v14
4. Altair Hyperworks
5. PTC Mathcad Education University Edition

13. Образовательные технологии

Весь лекционный курс обеспечен учебными пособиями, раздаточным материалом и комплектом иллюстрационных методических материалов. При проведении защит лабораторных и расчетных организуются дискуссии между студентами.

Занятия, проводимые в интерактивных формах, при изучении дисциплины «Сопротивление материалов» составляют 6 час. аудиторных занятий.

В рамках изучения дисциплины «Сопротивление материалов» применяются следующие основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- творческие задания;
- работа в малых группах;
- дискуссия;
- системы дистанционного обучения;
- метод кейсов.