

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Д.Ш. Султанова

«07» июня 2021 г.



Рабочая программа дисциплины в виде электронного документа выгружена из информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу
Простая электронная подпись, ID подписи: 1060
Подписал Проректор по учебной работе Д.Ш. Султанова
Дата 07.06.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

Направление подготовки:	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Профиль:	Оборудование нефтегазопереработки
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	Заочная
Институт:	Институт химического и нефтяного машиностроения
Кафедра-разработчик:	Кафедра «Машиноведения»
Курс; семестр	1-2; 3, 5

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Лекция	8	0,22
Лабораторная работа	6	0,17
Практическое занятие	4	0,11
Контроль самостоятельной работы	4	0,11
Самостоятельная работа	185	5,14
Форма аттестации: Контрольная работа (5 сем), Экзамен (5 сем)	9	0,25
Всего	216	6

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 1170 от 20.10.2015) по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование для профиля «Оборудование нефтегазопереработки» на основании учебных планов набора обучающихся 2021 года.

Разработчик программы:

Профессор

Ф.С. Хайруллин

Доцент

М.Н. Убайдуллоев

СОГЛАСОВАНО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Теоретической механики и сопротивления материалов», протокол от 12.05.2021 г. № 5.

Заведующий кафедрой *Согласовано* М.Н. Серазутдинов

УТВЕРЖДЕНО

Начальник центра УМЦ

Утверждаю

Л.А. Китаева

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 в структуре образовательной программы

Дисциплина «Сопротивление материалов» относится к базовой части ООП и формирует у обучающихся по профилю «Оборудование нефтегазопереработки» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Сопротивление материалов» обучающийся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Высшая математика
2. Физика

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

1. Конструирование и расчет элементов оборудования (по отраслям)
2. Основы проектирования

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-3 знанием основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации, умением использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии с использованием традиционных носителей информации, распределенных баз знаний, а также информации в глобальных компьютерных сетях

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

ПК-4 способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать:

- базовые методы исследовательской деятельности.
- методы стандартных испытаний по определению механических свойств используемых материалов;
- основные методы и алгоритмы решения задач на прочность, жесткость, устойчивость элементов конструкций и реализации алгоритмов с использованием современных технических средств и информационных технологий;

Уметь:

- использовать базовые методы исследовательской деятельности при работе над инновационными проектами.
- использовать для выполнения проверочных и проектировочных расчетов типовых элементов инженерных конструкций современные технические средства и информационные технологии с использованием традиционных носителей информации;
- применять методы стандартных испытаний по определению механических свойств используемых конструкционных материалов;

Владеть:

- методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий;
- навыками решения задач на прочность, жесткость, устойчивость элементов конструкций и реализации алгоритмов с использованием современных технических средств и информационных технологий;
- способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные	КСР	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Введение	3	2				16	Контрольная работа
	Итого по семестру	3	2				16	
1.	Растяжение и сжатие	5	0,5	0,5	3	2	56	Контрольная работа; Лабораторная работа; Экзамен
2.	Теория напряженного и деформированного	5	0,5	0,5				Контрольная работа; Экзамен

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные	КСР	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	состояния и теории прочности							
3.	Геометрические характеристики сечений	5	0,5					
4.	Сдвиг и кручение	5	0,5	0,5				Контрольная работа; Лабораторная работа; Экзамен
5.	Плоский изгиб	5	0,5	1	1	1	57	
6.	Сложное сопротивление	5	0,5	0,5	1	0,5	28	Экзамен
7.	Энергетические методы определения перемещений	5	0,5					Экзамен
8.	Статически неопределимые системы	5	0,5	0,5				Контрольная работа; Экзамен
9.	Устойчивость сжатых стержней	5	0,5	0,5	1	0,5	28	Контрольная работа; Лабораторная работа; Экзамен
10.	Расчет при динамических нагрузках	5	0,5					Экзамен
11.	Расчет при циклических напряжениях	5	0,5					
12.	Расчет тонкостенных оболочек	5	0,5					Контрольная работа; Экзамен
	Итого по семестру	5	6	4	6	4	169	Экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1.	Введение	2	Основные задачи сопротивления материалов. Реальный объект и расчетная схема. Основные гипотезы сопротивления материалов. Классификация внешних сил.	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
2.	Растяжение и сжатие	0,5	Напряжения в поперечном сечении. Напряжения по наклонным площадкам. Деформации. Закон Гука. Упругие и прочностные свойства материала. Условие прочности при растяжении-сжатии. Три типа прочностных расчетов. Простейшие статически неопределимые системы. Учет собственного веса стержня. Брус равного сопротивления. Потенциальная энергия деформации.	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
3.	Теория напряженного и деформированного состояния и теории прочности	0,5	Понятие о напряженном состоянии в точке. Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженных	ОПК-3 ПК-16 ПК-4

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
			состояний. Плоское напряженное состояние. Прямая задача - определение напряжений по наклонной площадке. Обратная задача - определение главных напряжений и главных площадок. Примеры: всестороннее сжатие, чистый сдвиг. Обобщенный закон Гука. Предельное значение коэффициента Пуассона. Потенциальная энергия деформации: полная, энергия изменения объема, энергия изменения формы.	
4.	Геометрические характеристики сечений	0,5	Площадь, статические моменты, моменты инерции: осевой, центробежный, полярный. Моменты инерции простейших фигур. Моменты инерции сложных сечений. Изменение моментов инерции при параллельном переносе и повороте осей координат. Главные оси. Главные моменты инерции. Эллипс инерции.	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
5.	Сдвиг и кручение	0,5	Чистый сдвиг. Модуль сдвига. Связь между тремя упругими константами: модулем упругости, модулем сдвига и коэффициентом Пуассона. Напряжения при кручении вала круглого сечения. Условие прочности при кручении. Определение угла закручивания и условия жесткости. Потенциальная энергия деформации при кручении.	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
6.	Плоский изгиб	0,5	Внутренние силовые факторы при плоском изгибе. Нормальные напряжения в поперечном сечении балки. Условие прочности. Рациональные формы сечений балок. Потенциальная энергия деформации при изгибе. Касательные напряжения при плоском изгибе. Формула Д.И. Журавского. Напряженное состояние при плоском изгибе. Полная проверка прочности. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование. Универсальное уравнение изогнутой оси балки. Общие дифференциальные зависимости при плоском изгибе. Условие жесткости.	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
7.	Сложное сопротивление	0,5	Косой изгиб. Внецентренное растяжение (сжатие). Нормальные напряжения в сечении, уравнение нейтральной оси, опасное сечение, опасная точка в сечении. Изгиб с кручением. Условие прочности. Эквивалентный момент.	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
8.	Энергетические методы определения перемещений	0,5	Потенциальная энергия деформации в общем случае нагружения бруса. Теорема Кастильяно. Обобщенная сила и обобщенное перемещение. Метод Максвелла-Мора. Способ Верещагина. Теоремы взаимности работ и перемещений.	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
9.	Статически неопределимые системы	0,5	Метод сил. Пример раскрытия статической неопределимости. Проверка решения. Определение перемещений. Использование свойств симметрии.	ОПК-3 ПК-16 ПК-4

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
10.	Устойчивость сжатых стержней	0,5	Понятие устойчивого равновесия. Формула Эйлера. Обобщенная формула Эйлера, пределы применимости формулы. Формула Ф.С.Ясинского. Расчет сжатых стержней по коэффициенту уменьшения основного допускаемого напряжения.	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
11.	Расчет при динамических нагрузках	0,5	Расчет при равноускоренном движении. Расчет вращающегося кольца. Расчет при ударных нагрузках. Ко-ээффициент динамичности. Применение принципа Даламбера.	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
12.	Расчет при циклических напряжениях	0,5	Понятие об «усталостном» разрушении. Циклы напряжений. Предел усталости (выносливости) при сим-метричном цикле. Определение предела усталости при произвольном несимметричном цикле. Расчет на вынос-ливість. Коэффициент запаса. Учет концентрации, чи-стоты поверхности и масштабного фактора.	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
13.	Расчет тонкостенных оболочек	0,5	Основные понятия. Безмоментная теория тонких оболочек вращения. Уравнение Лапласа. Уравнение зоны. Примеры расчета оболочек – сферической, цилиндрической, конической. Расчет на гидростатическое дав-ление.	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
	ВСЕГО	8		

6. Содержание практических/семинарских занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	6
1.	Растяжение и сжатие	0,5	Расчет на прочность стержневых систем при растяжении-сжатии	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
2.	Теория напряженного и деформированного состояния и теории прочности	0,5	Плоское напряженное состояние. Определение главных площадок и главных напряжений. Определение максимальных касательных напряжений.	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
3.	Сдвиг и кручение	0,5	Кручение стержней. Построение эпюр крутящих моментов и углов закручивания. Расчеты на прочность и жесткость при кручении.	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
4.	Плоский изгиб	0,5	Определение внутренних сил при изгибе. Построение эпюр.	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
5.		0,5	Определение напряжений при изгибе. Расчет на прочность при плоском изгибе	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
6.	Сложное сопротивление	0,5	Изгиб с кручением. Расчет на прочность.	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
7.	Статически неопределимые системы	0,5	Статически неопределимые системы при изгибе. Метод сил. Расчет статически неопределимых рам.	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
8.	Устойчивость сжатых стержней	0,5	Устойчивость сжатых стержней. Формула Эйлера. Формула Ясинского.	ОПК-3 ПК-16 ПК-4

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	6
			Практический метод расчета стержней на устойчивость.	
	ВСЕГО	4		

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	6
1.	Растяжение и сжатие	1	Испытание металлов на растяжение	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
2.		1	Испытание материалов на сжатие	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
3.		1	Определение характеристик упругости материала.	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
4.	Плоский изгиб	1	Испытание балки при изгибе	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
5.	Сложное сопротивление	1	Определение прогибов консольной балки при косом изгибе	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
6.	Устойчивость сжатых стержней	1	Испытание стержня на устойчивость при осевом сжатии	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
	ВСЕГО	6		

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1.	Основные задачи сопротивления материалов. Реальный объект и расчетная схема. Основные гипотезы сопротивления материалов. Классификация внешних сил.	16	подготовка к контрольной работе	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
2.	Расчет стержневых систем при растяжении и сжатии	14	оформление отчетов, подготовка к контрольной работе	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
3.	Испытание материалов на растяжение	14	оформление отчетов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
4.	Испытание материалов на сжатие	14	оформление отчетов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
5.	Определение характеристик упругости материала	14	оформление отчетов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
6.	Расчет статически определимой балки на прочность	28	подготовка к контрольной работе	ОПК-3 ПК-16 ПК-4

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
7.	Испытание балки при изгибе	29	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
8.	Расчет вала при изгибе с кручением	28	оформление отчётов, подготовка к контрольной работе	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
9.	Расчет сжатых стержней на устойчивость	28	подготовка к контрольной работе	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
ВСЕГО		185		

8.1. Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1.	Расчет стержневых систем при растяжении и сжатии	0,5	прием отчетов, проверка контрольной работы	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
2.	Испытание металлов на растяжение	0,5	прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
3.	Испытание материалов на сжатие	0,5	прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
4.	Определение характеристик упругости материала	0,5	прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
5.	Расчет статически определимой балки на прочность	0,5	прием отчетов, проверка контрольной работы	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
6.	Испытание балки при изгибе	0,5	прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
7.	Расчет вала при изгибе с кручением	0,5	прием отчетов, проверка контрольной работы	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
8.	Расчет сжатых стержней на устойчивость	0,5	проверка контрольной работы	ОПК-3 ПК-16 ПК-4
ВСЕГО		4		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Сопротивление материалов» используется рейтинговая система. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. За контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Мин.баллов	Макс.баллов
5-й семестр			
Лабораторная работа	6	18	30
Контрольная работа	1	18	30
Экзамен	1	24	40
Итого		60	100

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

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

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

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

Основные источники информации	Количество экземпляров
А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин, Соппротивление материалов в 2 ч. Часть 1 [Прочее] Учебник и практикум для вузов: Москва : Юрайт, 2020	https://urait.ru/bcode/450567 Режим доступа: по подписке КНИТУ
П. А. Степин, Соппротивление материалов [Электронный ресурс] : Санкт-Петербург : Лань, 2021	https://e.lanbook.com/book/168383 Режим доступа: по подписке КНИТУ
Г. М. Ицкович, Л. С. Минин, А. И. Винокуров, Соппротивление материалов. Руководство к решению задач в 2 ч. Часть 1 [Прочее] Учебное пособие для вузов: Москва : Юрайт, 2020	https://urait.ru/bcode/454162 Режим доступа: по подписке КНИТУ
Г. М. Ицкович, Л. С. Минин, А. И. Винокуров, Соппротивление материалов. Руководство к решению задач в 2 ч. Часть 2 [Прочее] Учебное пособие для вузов: Москва : Юрайт, 2020	https://urait.ru/bcode/454244 Режим доступа: по подписке КНИТУ
А. . Валиуллин, Соппротивление материалов [Учебник] учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подг. бакалавров 140100.62 "Теплоэнергетика и теплотехника", 151000.62 "Технол. машины и оборуд.": Казань : , 2014	70 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
А.Х. Валиуллин, Соппротивление материалов. Расчет балок и балочно-стержневых систем [Электронный ресурс] методические указания: Казань : Изд-во КНИТУ, 2016	http://ft.kstu.ru/ft/Valiullin-soprotivlenie_materialov_balki.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
С.Г. Сидорин, М.Н. Серазутдинов, А.Х. Валиуллин [и др.], Соппротивление материалов [Электронный ресурс] методические указания к лабораторным работам: Казань : КНИТУ, 2012	http://ft.kstu.ru/ft/valiullin-soprotivlenie.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
Убайдуллоев, М.Н. Серазутдинов, Ф.С. Хайруллин [и др.], Соппротивление материалов [Электронный ресурс] методические указания к лабораторным работам на универсальном стенде: Казань : КНИТУ, 2009	http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Abdulhakov-SM.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
В.И. Феодосьев, Соппротивление материалов [Учебник] Учеб. для студ. вузов: М. : МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001	192 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А.Х. Валиуллин, С.Г. Мухамбетжанов, Соппротивление материалов [Учебник] тексты лекций: Казань : , 2006	138 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

И.Н. Миролюбов, Ф.З. Алмаметов, Н.А. Курицын [и др.], Сопротивление материалов [Задачник] пособие по решению задач: СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014	1 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А. . Дарков, Г. . Шпиро, Сопротивление материалов [Учебник] учеб. для заоч. втузов: М. : Высш. шк., 1965	2 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
С. Г. Сидорин, Сопротивление материалов. Пособие для решения контрольных работ студентов-заочников [Электронный ресурс] учебное пособие: Санкт-Петербург : Лань, 2018	https://e.lanbook.com/book/103913 Режим доступа: по подписке КНИТУ

11.3. Электронные источники информации

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

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
3. Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Znanium.com»: Режим доступа: <http://znanium.com/>
5. ЭБС Университетская библиотека онлайн: Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
6. ЭБС IPRbooks: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
7. ЭБС BOOK.ru : Режим доступа: <https://www.book.ru/>
8. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>

УНИЦ
Согласовано

11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Базы данных

1. Scopus Доступ свободный: www.scopus.com
2. Web of Science Доступ свободный: apps.webofknowledge.com
3. Russian Science Citation Index (RSCI). – Доступ к RSCI: <http://www.clarivate.ru>

Информационные справочные системы

Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: www.garant.ru
Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: www.consultant.ru

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

Офисные и деловые программы: ABBYY FineReader 9.0 проф;
Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Russian;
Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Professional Russian;
Офисные и деловые программы: MS Office 2010-2016 Standard
Архиватор 7 Zip
Блокнот Notepad

Яндекс Браузер

ПО для коллективной работы Microsoft Teams

Научное ПО: Mathcad Education

Научное ПО: Mathematica Standard

Научное ПО: Aspen HYSYS (ANSYS Academic Research Mechanical and CFD; ANSYS LS-DYNA; ANSYS LS-DYNA HPC-8)

Научное ПО: MATLAB Academic (в комплекте с Simulink Academic)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

- 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.

13. Образовательные технологии

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе по дисциплине «Сопротивление материалов» составляет 4 ч.

В процессе освоения дисциплины «Сопротивление материалов» используются следующие образовательные технологии:

- творческие задания;
- работа в малых группах;
- дискуссия;
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция- пресс-конференция, мини-лекция);
- системы дистанционного обучения;
- метод кейсов.