

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


Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 2. » 07. 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине «Сопротивление материалов»

Направление подготовки: 28.03.02 – «Наноинженерия»

Профиль подготовки: Органические и неорганические наноматериалы

Квалификация выпускника
Форма обучения
Институт, факультет
Кафедра-разработчик рабочей программы
Курс 2, семестр 3

БАКАЛАВР
ОЧНАЯ
ИНХН, ФНН
ТМиСМ

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	18	0,5
Лабораторные занятия	18	0,5
Самостоятельная работа	54	1,5
Форма аттестации:	зачет	-
Всего	108	3

Казань, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования от 19.09.2017 № 923 по направлению 28.03.02– «Наноинженерия», профиль «Органические и неорганические наноматериалы».

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Рабочая программа составлена для набора обучающихся 2019 г.

Разработчик программы:

Профессор каф. ТМ и СМ
(должность)


(подпись)

Тазюков Ф.Х.
(Ф.И.О)

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

Зав. кафедрой,
профессор


(подпись)

Серазутдинов М.Н.

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры ПНТВМ от 2 07 2019 г. № 15

Заведующий кафедрой ПНТВМ, доцент


(подпись)

Вознесенский Э.Ф.
(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ, доцент


(подпись)

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 методам испытаний материалов и конструкций.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Сопротивление материалов» относится к обязательной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 28.03.02– «Наноинженерия» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Сопротивление материалов» по направлению подготовки 28.03.02– «Наноинженерия», бакалавр должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) математика,
- б) информатика
- в) физика.

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

- устройство и проектирование производств наноматериалов.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Сопротивление материалов» могут быть использованы при прохождении практик и при выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 28.03.02– «Наноинженерия».

3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-1 - Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.

ОПК-1.1 Знает основы теоретических и экспериментальных методов исследований и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов.

ОПК-1.2 Умеет использовать математический аппарат, физико-химические законы и принципы для решения профессиональных задач.

ОПК-1.3 Владеет навыками использования математического аппарата для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов; экспериментальными методами определения физико-химических свойств материалов и изделий из них.

ОПК-5 - Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии.

ОПК-5.1 Знает основы технических решений в профессиональной деятельности, подходы к выбору безопасных технических средств и технологий.

ОПК-5.2 Умеет выбирать перечень технических средств и технологий, обеспечивающих эффективность и безопасность технических решений в профессиональной деятельности.

ОПК-5.3 Владеет навыками принятия обоснованных технических решений в профессиональной деятельности с позиции безопасности и эффективности.

ОПК-6 - Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил.

ОПК-6.1 Знает стандарты, правила и нормы при выполнении технической и конструктивной документации, связанной с профессиональной деятельностью.

ОПК-6.2 Умеет проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений.

ОПК-6.3 Владеет навыками составления отчетов по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с установленными требованиями.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- а) основы теоретических и экспериментальных методов испытания конструкционных материалов и моделирования элементов конструкций;
- б) основы расчета элементов конструкций на прочность, жесткость, устойчивость;
- в) свойства, характеристики, методы испытания конструкционных материалов, испытательные машины и измерительные приборы и выбирать конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности.

2) Уметь:

- а) использовать математический аппарат, физические законы и принципы для решения задач на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций;
- б) выбирать перечень технических средств и технологий, обеспечивающих эффективность и безопасность технических решений в профессиональной деятельности;
- в) выполнять проверочные и проектировочные расчеты типовых элементов инженерных конструкций и технологических машин и оборудования в виде стержней, пластин и оболочек в соответствии с требованиями действующих норм и правил.

3) Владеть:

- а) навыками использования математического аппарата для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования материалов и элементов конструкций, экспериментальными методами определения механических характеристик материалов;
- б) навыками принятия обоснованных технических решений при решении задач на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций с позиции их безопасности и эффективности;
- в) навыками составления отчетов по экспериментальным и теоретическим исследованиям, в соответствии с установленными требованиями.

4. Структура и содержание дисциплины «Сопротивление материалов»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточ- ной аттестации по разде- лам
			Лек- ция	Практ. зан.	Лаб. раб.	СРС	
1	Введение	3	2	-	-	-	
2	Растяжение и сжатие	3	2	2	6	8	Расчетно-графическая работа, лабораторная работа, контрольная работа,
3	Теория напряженного и деформированного состояния и теории прочности	3	2	2	-	6	лабораторная работа
4	Геометрические характеристики сечений	3	2	-	-	6	Расчетно-графическая работа
5	Сдвиг и кручение	3	2	2	2	6	лабораторная работа
6	Плоский изгиб	3	2	4	4	8	Расчетно-графическая работа, лабораторная работа, контрольная работа.
7	Сложное сопротивление	3	2	4	4	8	контрольная работа, лабораторная работа.
8	Устойчивость сжатых стержней	3	2	2	2	6	лабораторная работа
9	Расчет тонких оболочек	3	2	2	-	6	-
	Итого		18	18	18	54	
Форма аттестации		зачет					

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Тема лекционно- го занятия	Ча- сы	Краткое содержание	Индикато- ры дости- жения компетен- ции
1	2	3	4	5
1	Введение	2	Основные задачи сопротивления материалов. Реальный объект и расчетная схема. Основные гипотезы сопротивления материалов. Классификация внешних сил. Понятие о внутренних силах. Внутренние силовые факторы. Понятие о напряжениях. Связь между напряжениями и внутренними силовыми факторами. Понятия о деформациях.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3
2	Растяжение и	2	Напряжения в поперечном сечении. Напряжения по	ОПК-1.1,

	сжатие		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-1,2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3
3	Теория напряженного и деформированного состояния и теория прочности.	2	Понятие о напряженном состоянии в точке. Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженных 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. Теории прочности. Назначение, расчетные формулы по различным теориям прочности.	ОПК-1.1, ОПК-1,2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3
4	Геометрические характеристики сечений	2	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-1.1, ОПК-1,2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3
5	Сдвиг и кручение	2	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-1.1, ОПК-1,2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3
6	Плоский изгиб	2	Внутренние силовые факторы при плоском изгибе. Дифференциальные зависимости между M_x , Q_y и q . Эпюры Q и M для балок. 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-1.1, ОПК-1,2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3
7	Сложное сопро-	2	Косой изгиб. Внецентренное растяжение (сжатие).	ОПК-1.1,

	тивление		Нормальные напряжения в сечении, уравнение нейтральной оси, опасное сечение, опасная точка в сечении. Изгиб с кручением. Условие прочности. Эквивалентный момент.	ОПК-1,2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3
8	Устойчивость сжатых стержней	2	Понятие устойчивого равновесия. Формула Эйлера. Обобщенная формула Эйлера, пределы применимости формулы. Формула Ф.С.Ясинского. Расчет сжатых стержней по коэффициенту φ .	ОПК-1.1, ОПК-1,2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5,2, ОПК-5.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3
9	Расчет тонких оболочек	2	Основные понятия. Безмоментная теория тонких оболочек вращения. Уравнение Лапласа. Уравнение зоны. Примеры расчета оболочек – сферической, цилиндрической, конической. Расчет на гидростатическое давление.	ОПК-1.1, ОПК-1,2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5,2, ОПК-5.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3

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	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	2	Статически определимые задачи растяжения-сжатия	ОПК-1.1, ОПК-1,2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5,2, ОПК-5.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3
2	3	2	Теория напряженного и деформированного состояния и теории прочности	
3	5	2	Сдвиг и кручение валов	
4	6	2	Плоский изгиб. Эпюры ВСФ	
5	6	2	Проектировочный расчет балки из условий прочности и жесткости	
6	7	2	Косой изгиб. Внецентренное растяжение и сжатие	
7	7	2	Изгиб с кручением	
8	8	2	Расчет сжатых стержней на устойчивость	
9	9	2	Расчет тонких и толстых оболочек	

7. Содержание лабораторных занятий

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1	2	2	Испытание металлов на растяжение	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3
2	2	2	Испытание пластичных и хрупких материалов на сжатие	
3	2	2	Определение упругих характеристик материалов	
4	5	2	Исследование напряженного состояния вала при кручении	
5	6	2	Исследование распределения напряжений по высоте балки	
6	6	2	Определение касательных напряжений при плоском изгибе	
7	7	2	Экспериментальное исследование косого изгиба	
8	7	2	Экспериментальное исследование напряженного состояния при изгибе с кручением	
9	8	2	Определение критической силы	

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры с использованием лабораторных установок.

8. Самостоятельная работа студента

№	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Расчетная работа 1 «Расчет статически определимой стержневой системы»;	6	Оформление отчета по СРС, защита	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1,
2	Лабораторная работа №1. Испытание металлов на растяжение.	4	Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	
3	Лабораторная работа №2. Испытание пластичных и хрупких материалов на сжатие.	4	Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	
4	Лабораторная работа №3. Определение упругих характеристик материалов.	4	Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	
5	Лабораторная работа №4. Исследование напряженного состояния вала при кручении	4	Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	
6	Расчетная работа №2 «Расчет статически определимой балки на прочность и жесткость»	10	Оформление отчета по СРС, защита	

7	Лабораторная работа №5. Исследование распределения напряжений по высоте балки.	4	Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3
8	Лабораторная работа №6. Определение касательных напряжений при плоском изгибе.	4	Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	
9	Расчетная работа №3 «Расчет вала на изгиб с кручением»	6	Оформление отчета по СРС, защита	
10	Лабораторная работа №7. Экспериментальное исследование косого изгиба.	4	Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	
11	Лабораторная работа №8. Экспериментальное исследование напряженного состояния при изгибе с кручением.	2	Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	
12	Лабораторная работа №9. Определение критической силы.	2	Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Соппротивление 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 2 расчетно-графических работ, 3 контрольных работ и 9 лабораторных работ. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Вид работ	Количество работ	Минимальная сумма баллов	Максимальная сумма баллов
Расчетно-графическая работа	2	18	28
Лабораторная работа	9	18	36
Контрольная работа	3	24	36
Зачет		60	100

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

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

11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

11.1 Основная литература

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

1. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] / Межецкий Г. Д. - М. : Дашков и К, 2013.	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394019722.html Доступ из любой точки интернета 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

11.2 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. 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.: 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

В том числе учебники, учебные пособия, учебно-методические пособия, учебно-методические указания, монографии, практикумы, тексты лекций, сборники конференций.

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Сопротивление материалов» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru>

Согласовано:
Зав. сектором ОКУФ



11.4. 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>

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. 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 18 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.