

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. » 04. 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.12 «Сопротивление материалов»

Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профили подготовки:

- «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств»
- «Оборудование нефтегазопереработки»

Степень выпускника

БАКАЛАВР

Форма обучения

ЗАОЧНАЯ

Институт, факультет

ИХНМ, МЕХАНИЧЕСКИЙ

Кафедра - разработчик рабочей программы

ТМ и СМ

Курс 1, 2

Семестр 2, 3, 4

	Часы			Зачетные единицы
	Курс 1	Курс 2	Всего	
Лекции	2	10	12	0,33
Практические занятия	-	8	8	0,22
Лабораторные занятия	-	8	8	0,22
Самостоятельная работа	7	204	211	5,87
Форма аттестации	-	Зачет, экзамен 13	13	0,36
Итого	9	243	252	7

Казань, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 1170 от 20.10.2015 г.) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профилей подготовки «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств» и «Оборудование нефтегазопереработки» 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)

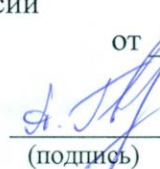
М.Н. Серазутдинов
(Ф. и О.)

СОГЛАСОВАНО:

Протокол заседания методической комиссии
механического факультета

от 11.04 2019 г. № 6

Председатель комиссии, доцент

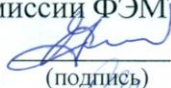

(подпись)

А.В. Гаврилов
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО:

Протокол заседания методической комиссии ФЭМТО от 5.04 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) изучение теоретических основ расчетов на прочность, жесткость, устойчивость и долговечность элементов конструкций;
- б) обучение методам расчетов элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;
- 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 оборудование» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Сопротивление материалов» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» 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 расчёт 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 оборудование».

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.

№ тем	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лек-ция	Прак-тические занятия	Лабо-раторные работы	СРС	
1	Введение.	2	2	-	-	7	экзамен
2	Центральное растяжение-сжатие	3	2	2	4	30	Контрольная работа №1 Защита лаб. работ.
3	Теория напряженного состояния. Теории прочности.	3	-	-	-	10	Контрольная работа №1
4	Сдвиг. Кручение стержней	3	1	2	-	14	Контрольная работа №1
5	Геометрические характеристики сечений	3	-	-	-	10	Контрольная работа №1
6	Плоский изгиб	3	2	2	-	30	Контрольная работа №1
7	Методы определения перемещений	4	1	-	-	15	экзамен
8	Статически неопределимые системы при изгибе	4	1	-	-	25	Контрольная работа №2
9	Сложное сопротивление	4	1	1	2	25	Контрольная работа №2 Защита лаб. работ.
10	Устойчивость сжатых стержней	4	1	1	2	15	Контрольная работа №2 Защита лаб. работ.
11	Концентрация напряжений. Усталостное разрушение	4	-	-	-	10	3 сем. – зачет (4ч.) , 4 сем. – экзамен (9ч.)
12	Тонкостенные оболочки	4	1	-	-	10	Контрольная работа №2

13	Динамическое действие нагрузок	4	-	-	-	10	экзамен
	Итого		12	8	8	211	
	Форма аттестации						Зачет, экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ тем	Тема лекционного занятия	Часы	Краткое содержание	Компетенции
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	2	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
4	Сдвиг. Кручение стержней	1	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
6	Плоский изгиб	2	Внутренние силовые факторы при плоском изгибе. Дифференциальные зависимости между внутренними силовыми факторами. Нормальные напряжения при чистом изгибе.	ПК-4, ПК-16

			Формула Журавского. Распределение напряжений в прямоугольном и двутавровом сечениях при плоском изгибе. Расчет балки на прочность.	
7	Методы определения перемещений	1	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	1	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	1	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	1	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
12	Расчет тонкостенных оболочек.	1	Расчет тонкостенных оболочек по безмоментной теории. Уравнение Лапласа. Примеры расчета тонкостенных сосудов, нагруженных равномерным и гидростатическим давлением.	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.

Раз- дель дисц ипли ны	Ча сы	Тема практического занятия	Краткое содержание	Формируе- мые компетенции
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
4	2	Кручение стержней.	Построение эпюр крутящих моментов и углов закручивания. Расчеты на прочность и жесткость при кручении.	ПК-4, ПК-16
6	2	Определение внутренних сил при изгибе. Расчет на прочность при плоском изгибе	Определение внутренних усилий при плоском изгибе. Построение эпюр. Решение задач по расчету на прочность балок при изгибе.	ПК-4, ПК-16
9	1	Косой изгиб. Внецентренное растяжение и сжатие. Изгиб с кручением	Определение напряжений. Расчет на прочность.	ПК-4, ПК-16
10	1	Устойчивость сжатых стержней	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	Раз- дель дисци- плины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Форми- руемые компетен- ции
1	2	2	Испытание металлов на растяжение	Диаграмма растяжения. Определение характеристик прочности и пластичности материалов.	ПК-4, ПК-16
2	2	2	Испытание материалов на сжатие. Определение характеристик упругости материала.	Определение характеристик прочности при сжатии для пластичных и хрупких материалов. Определение модуля упругости, коэффициента Пуассона и модуля сдвига.	ПК-4, ПК-16
3	9	2	Определение прогибов консольной балки при косом изгибе.	Экспериментальное определение прогибов при косом изгибе.	ПК-4, ПК-16
4	10	2	Испытание стержня на устойчивость при осевом сжатии	Определение критической силы при осевом сжатии стержня. Сравнение теоретических расчетов и экспериментальных данных	ПК-4, ПК-16

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

8. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Раз- дель дисцип- лины	Задания и темы, выносимые на самостоятельную работу	Время на подго- товку, час	Форма СРС	Ком- петенции
1	2	3	4	5	6
1	1	Задачи и содержание курса	7	Подготовка к	ПК-4,

		сопротивления материалов. Основные гипотезы. Классификация внешних сил. Внутренние силы. Понятие о напряжениях. Связь между напряжениями и внутренними силовыми факторами. Понятие о деформациях.		экзамену	ПК-16
1	2	Внутренние силовые факторы при растяжении-сжатии стержня. Определение напряжений. Расчет на прочность при растяжении-сжатии. Расчет статически неопределимых стержневых систем.	30	Выполнение задачи контрольной работы, оформление и подготовка к защите работы	ПК-4, ПК-16
2	3	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.	10	Выполнение задачи контрольной работы, оформление и подготовка к защите работы	ПК-4, ПК-16
3	4	Определение внутренних усилий при кручении. Расчеты на прочность и жесткость при кручении.	14	Выполнение задачи контрольной работы, оформление и подготовка к защите работы	ПК-4, ПК-16
4	5	Статические моменты. Моменты инерции. Моменты инерции простейших фигур. Моменты инерции сечения сложной формы. Изменение моментов инерции при параллельном переносе осей	10	Выполнение задачи контрольной работы, оформление и подготовка к защите работы	ПК-4, ПК-16

		координат. Изменение моментов инерции при повороте осей координат. Главные оси. Главные моменты инерции.			
5	6	Построение эпюр внутренних силовых факторов при плоском изгибе. Расчет балки на прочность.	30	Выполнение задачи контрольной работы, оформление и подготовка к защите работы	ПК-4, ПК-16
6	7	Определение перемещений при изгибе методом начальных параметров. Расчет балки на жесткость.	15	Выполнение задачи контрольной работы, оформление и подготовка к защите работы	ПК-4, ПК-16
7	8	Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях рам. Построение эпюр внутренних сил для плоских рам. Расчет статически неопределимых рам.	25	Выполнение задачи контрольной работы, оформление и подготовка к защите работы	ПК-4, ПК-16
8	9	Косой изгиб. Расчет на прочность. Внецентренное растяжение и сжатие. Расчет на прочность. Изгиб с кручением. Расчет на прочность при изгибе с кручением.	25	Выполнение задачи контрольной работы, оформление и подготовка к защите работы	ПК-4, ПК-16
9	10	Практический метод расчета стержней на устойчивость.	15	Выполнение задачи контрольной работы, оформление и подготовка к защите работы	ПК-4, ПК-16
	11	Основные понятия. Примеры концентраторов напряжений. Способы снижения концентрации напряжений. Понятие об усталостном	10	Подготовка к экзамену	ПК-4, ПК-16

10		разрушении. Виды циклов напряжений. Предел выносливости. Факторы, влияющие на величину предела выносливости. Диаграмма предельных амплитуд.			
11	12	Расчета тонкостенных сосудов, нагруженных равномерным и гидростатическим давлением.	10	Выполнение задачи контрольной работы, оформление и подготовка к защите работы	ПК-4, ПК-16
12	13	Расчет элементов конструкций движущихся с ускорением. Действие ударных нагрузок.	10	Подготовка к экзамену	ПК-4, ПК-16

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 двух контрольных работ и 4 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

Вид работ	Количество работ	Минимальная сумма баллов	Максимальная сумма баллов
Лабораторные работы с оформлением отчета по работе и краткого ответа на вопросы	2	36	60

Контрольная работа	1	24	40
<i>Зачет</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

4 семестр

Вид работ	Количество работ	Минимальная сумма баллов	Максимальная сумма баллов
Лабораторные работы с оформлением отчета по работе	2	12	20
Контрольная работа	1	24	40
Экзамен		<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

10.1 Основная литература

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 рекомендовано использование электронных источников информации:

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:

УНИЦ «КНИТУ»



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>

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. PTC Mathcad Education University Edition
3. Mathematica Professional Version Educational
4. Adobe eLearnig Suite Лицензия AcademicEdition

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 Б1.Б.12 «Сопротивление материалов» составляет 7 часов аудиторных занятий.

В рамках изучения дисциплины «Сопротивление материалов» применяются следующие современные образовательные технологии:

1. технология проблемного обучения;
2. технология визуализации учебной информации (натурные образцы, раздаточные материалы);
3. информационные технологии (использование разработанных на кафедре методических разработок);
4. проводятся выступления/доклады по изучаемым темам с последующей дискуссией.