

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

«30» мая 2022 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 30.05.2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

Направление подготовки:	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Профиль:	Машины и аппараты нефтегазопереработки
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	Заочная
Институт:	Инжиниринговый центр в области химии и технологии энергонасыщенных материалов "Спецхимия"
Факультет:	Инжиниринговый центр в области химии и технологии энергонасыщенных материалов "Спецхимия"
Кафедра-разработчик:	Казанский межвузовский инженерный центр "Новые технологии" федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Казанский национальный исследовательский технологический университет"
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 № 728 от 09.08.2021) по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование для профиля «Машины и аппараты нефтегазопереработки» на основании учебных планов набора обучающихся 2022 года.

Разработчик программы:

Профессор

В.И. Петров

СОГЛАСОВАНО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании Казанского межвузовского инженерного центра "Новые технологии" федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Казанский национальный исследовательский технологический университет", протокол от 23.05.2022 г. № 5.

Директор *Согласовано* А.Ф. Махоткин

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 методам испытаний материалов и конструкций.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Сопротивление материалов» относится к обязательной части ООП и формирует у обучающихся по профилю «Машины и аппараты 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. Информационные технологии
- 3. Начертательная геометрия
- 4. Физика

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

- 1. Основы проектирования
- 2. Теория механизмов и машин
- 3. Технология конструкционных материалов

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-12 Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации;

ОПК-12.1. Знает основные принципы обеспечения надежности технологических машин и оборудования на стадии проектирования, эксплуатации

ОПК-12.2. Умеет применять теоретические знания по обеспечению надежной работы технологических машин и оборудования на стадии их изготовления

ОПК-12.3. Владеет навыками применения цифровых технологий для решения задач повышения надежности технологических машин и оборудования

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать:

основные мероприятия, обеспечивающие надежность элементов машин на стадиях проектирования, изготовления, эксплуатации;

критерии работоспособности деталей машин;

методы назначения коэффициентов запаса прочности, при проведении прочностных расчетов; факторы, влияющие на величину коэффициентов запаса прочности

Уметь:

выполнять проверочные, проектные расчеты, расчеты на допускаемую нагрузку

выявлять концентраторы напряжений и учитывать их влияние на величину фактического коэффициента запаса прочности

Владеть:

методами расчетов типовых элементов механических приводов на статическую прочность и на сопротивление усталости с применением цифровых технологий

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.	Основные понятия сопротивления материалов	3	2				16	Контрольная работа
	Итого по семестру	3	2				16	
1.	Центральное растяжение-сжатие	5	1	2	1	1	20	Лабораторная работа; Экзамен
2.	Кручение круглых стержней	5	1		1	0,5	25	
3.	Плоский изгиб	5	1	1	1	0,5	30	
4.	Сложное сопротивление	5	1	1	1	0,5	30	
5.	Энергетические методы определения перемещений	5	1		1	0,5	30	
6.	Выносливость элементов конструкций	5	1		1	1	34	
	Итого по семестру	5	6	4	6	4	169	Контрольная работа, Экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
1.	Основные понятия сопротивления материалов	2	Основные задачи сопротивления материалов. Реальный объект и расчетная схема.	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
2.	Центральное растяжение-сжатие	1	Напряжения в поперечном сечении. Напряжения по наклонным площадкам. Условие прочности при растяжении-сжатии	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
3.	Кручение круглых стержней	1	Кручение валов прямоугольного поперечного сечения	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
4.	Плоский изгиб	1	Внутренние силовые факторы при плоском изгибе. Нормальные напряжения в поперечном сечении балки	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
5.	Сложное сопротивление	1	Косой изгиб. Внецентренное	ОПК-12.1

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
			растяжение (сжатие).	ОПК-12.2 ОПК-12.3
6.	Энергетические методы определения перемещений	1	Потенциальная энергия деформации в общем случае нагружения бруса. Теорема Кастильяно	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
7.	Выносливость элементов конструкций	1	Усталостные разрушения элементов конструкций	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
	ВСЕГО	8		

6. Содержание практических/семинарских занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
1.	Центральное растяжение-сжатие	2	Расчет на прочность стержневых систем при растяжении-сжатии	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
2.	Плоский изгиб	1	Определение внутренних сил при изгибе. Построение эпюр	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
3.	Сложное сопротивление	1	Изгиб с кручением. Расчет на прочность	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
	ВСЕГО	4		

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
1.	Центральное растяжение-сжатие	1	Испытание металлов на растяжение	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
2.	Кручение круглых стержней	1	Определение характеристик упругости материалов	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
3.	Плоский изгиб	1	Испытание балки при изгибе	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
4.	Сложное сопротивление	1	Определение прогибов консольной балки при косом изгибе»	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
5.	Энергетические методы определения перемещений	1	Экспериментальное определение напряжений при внецентренном сжатии»	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
6.	Выносливость элементов конструкций	1	Испытание стержня на устойчивость при осевом сжатии»	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
	ВСЕГО	6		

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Основные гипотезы сопротивления материалов. Классификация внешних сил. Физические основы возникновения внутренних сил в материалах	16	подготовка к контрольной работе	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
2.	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.	20	подготовка к лабораторной работе	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
3.	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	25	подготовка к лабораторной работе	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
4.	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	30	подготовка к лабораторной работе	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
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.	30	подготовка к лабораторной работе	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
6.	Обобщенная сила и обобщенное перемещение. Метод Максвелла-Мора. Способ Верещагина. Теоремы взаимности работ и перемещений.	30	подготовка к лабораторной работе	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
7.	Предел усталости. Усталость материалов. Предел выносливости. Диаграммы усталости. Расчеты на прочность при повторнопеременными напряжениями	34	подготовка к лабораторной работе, подготовка к экзамену	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
	ВСЕГО	185		

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Основные гипотезы сопротивления материалов. Классификация внешних сил. Физические основы возникновения внутренних сил в материалах	0,5	проверка контрольной работы	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
2.	Деформации. Закон Гука. Упругие и прочностные свойства материала. Условие прочности при растяжении-сжатии. Три типа прочностных расчетов.	0,5	прием лабораторной работы	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
	Простейшие статически неопределимые системы. Учет собственного веса стержня. Брус равного сопротивления. Потенциальная энергия деформации.			
3.	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	0,5	прием лабораторной работы	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
4.	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	0,5	прием лабораторной работы	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
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.	0,5	прием лабораторной работы	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
6.	Обобщенная сила и обобщенное перемещение. Метод Максвелла-Мора. Способ Верещагина. Теоремы взаимности работ и перемещений.	0,5	прием лабораторной работы	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
7.	Предел усталости. Усталость материалов. Предел выносливости. Диаграммы усталости. Расчеты на прочность при повторнопеременными напряжениями	1	прием лабораторной работы, прием экзамена	ОПК-12.1 ОПК-12.2 ОПК-12.3
	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			
Контрольная работа	1	6	12
Лабораторная работа	6	30	48
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 «Сопротивление материалов» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Количество экземпляров
С.Г. Сидорин, Сопротивление материалов [Электронный ресурс] учебное пособие: Казань : Отечество, 2020	http://ft.kstu.ru/ft/Sidorin-Soprotivlenie_materialov_UP_2020.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
А. . Александров, В. . Потапов, Б. . Державин, Сопротивление материалов [Учебник] учеб. для студ. вузов: М. : Высш. шк., 2004	40 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
В.Б. Логвинов, В.А. Волосухин, Сопротивление материалов. Лабораторные работы [Прочее] ВО - Бакалавриат: Москва : Издательский Центр РИОР, 2019	http://new.znaniy.com/go.php?id=1023251 Режим доступа: по подписке КНИТУ

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
Г. Н. Карпов, Краткий курс лекций по технической механике (классическая механика и сопротивление материалов) [Прочее] курс лекций (лекция): Москва Берлин : Директ-Медиа, 2020	http://doi.org/10.23681/578228 Режим доступа: по подписке КНИТУ
Атаров Н.М., под ред., Варданян Г.С., Горшков А.А., Леонтьев А.Н., Сопротивление материалов (с примерами решения задач) [Прочее] Учебное пособие: Москва : КноРус, 2020	https://www.book.ru/book/933623 Режим доступа: по подписке КНИТУ
Е. Ю. Асадулина, Сопротивление материалов. Практикум [Электронный ресурс] Учебное пособие: Челябинск, Саратов : Южно-Уральский институт управления и экономики, Ай Пи Эр Медиа, 2019	http://www.iprbookshop.ru/81495.html 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 «Znaniy.com»: Режим доступа: <http://znaniy.com/>
5. ЭБС Университетская библиотека онлайн: Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
6. ЭБС IPR SMART: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
7. ЭБС BOOK.ru : Режим доступа: <https://www.book.ru/>
8. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>

11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Базы данных

Wiley Online Library: <https://onlinelibrary.wiley.com/>

Springer Nature: <https://link.springer.com/>

zbMath : <https://zbmath.org/>

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, в том числе отечественного производства, 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

Категория ПО Наименование Лицензионный договор, соглашение

САПР Аскон Компас 3D v14

Научное ПО Gaussian G09W Full Version

САПР Altair Hyperworks

ПО для коллективной работы Microsoft Teams

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

- доска учебная настенная, экран настенный, проектор;
- столы, стулья для обучающихся, стол, стул для преподавателя.

Оборудование учебных аудиторий для проведения практических и лабораторных занятий:

- 1) Посадочные места по количеству обучающихся;
- 2) Рабочее место преподавателя;
- 3) Комплект учебно- методической документации
- 4) Лабораторные установки

Технические средства обучения:

- 1) Персональный компьютер с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ
- 2) Проекционный экран;
- 3) Мультимедийный проектор;
- 4) Доска;
- 5) Колонки.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:

- комплект учебной мебели;

- 11 персональных компьютеров;

с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ.

13. Образовательные технологии

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

- работа в малых группах;
- 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;
- обсуждение и разрешение проблем («мозговой штурм», ПОПС- формула, «дерево решений», «анализ казусов», «переговоры и медиация», «лестницы и змейки»);