

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)  
 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
 высшего образования  
 «Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
 (НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

« 14 » апреля 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.О.24 СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль/программа «Машины и аппараты химических производств»

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная/очно-заочная/заочная

Факультет механический

Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП

Курс, семестр 2,4/3,5/2,3

	очная		Очно-заочная		заочная	
	Часы	Зачетные единицы	Часы	Зачетные единицы	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5	9	0,25	6	0,16
Практические занятия	18	0,5	18	0,5	8	0,22
Лабораторные занятия	18	0,5	18	0,5	4	0,11
Контроль самостоятельной работы	36	1	45	1,25	12	0,33
Самостоятельная работа	54	1,5	63	1,75	141	3,92
Форма аттестации (часы на контроль)	36	1	27	0,75	9	0,25
Всего	180	5	180	5	180	4.85

Нижнекамск, 2021 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (приказ Минобрнауки России № 227 от 12 марта 2015 г.) по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсо-сберегающие процессы в химической технологии, биотехнологии и нефтехимии» на основании учебного плана набора обучающихся 2020 года набора.

Разработчик программы:  
Ст.преп. каф. МАХП



Ф.М. Алмакаева

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП  
Протокол от 10.03.2021, № 7.

Заведующий кафедрой МАХП



И.А. Сабанаев

## **1. Цели освоения дисциплины**

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины Б1.О.24 «Сопротивление материалов» являются

а) формирование базовых знаний о методах расчета современных машин и аппаратов химических и нефтехимических производств на прочность, жесткость, устойчивость;

б) освоение методов расчетов элементов машин и механизмов, работающих под действием статических и динамических нагрузок.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы**

Дисциплина Б1.О.24 «Сопротивление материалов» относится к обязательной части учебного плана и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения технологической, научно-исследовательской и проектной деятельности.

Для успешного освоения дисциплины Б1.О.24 «Сопротивление материалов» бакалавр по направлению подготовки 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.О.12 Математика
- б) Б1.О.13 Физика
- с) Б1.О.18 Инженерная графика
- д) Б1.О.22 Материаловедение
- е) Б1.О.23 Технология конструкционных материалов

Дисциплина Б1.О.24 «Сопротивление материалов» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Б1.В.08 Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
- б) Б1.В.09 Технология машиностроения
- с) Б1.О.26 Детали машин
- д) Б1.О.30 Динамика и прочность машин
- е) Б1.В.10 Машины и аппараты химических производств
- ф) Б1.В.08 Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли
- г) Б1.О.31 Надежность технологического оборудования
- х) Б1.В.05 Проектирование современного технологического оборудования химических и нефтехимических производств
- и) Б1.В.16 Монтаж и ремонт технологического оборудования
- й) Б1.В.17 Инновационные технологии и техника в химическом аппаратостроении
- к) Б2.В.01(П) Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика).

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.О.24 «Сопротивление материалов» могут быть использованы при прохождении учебной, производственной, и преддипломной практик и выполнении выпускных квалификационных работ бакалавра по направлению подготовки 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

## **2. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

### **ОПК 2.1**

Знает математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

### **ОПК 2.2**

Умеет использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

### **ОПК 2.3**

Владеет математическими, физическими, физико-химическими, химическими методами для решения задач профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

#### **знать:**

основополагающие понятия и методы расчетов на прочность и жесткость элементов механических систем и области их применения; основные виды нагрузок (сжатие, растяжение, изгиб, кручение, сдвиг); порядок расчета деталей оборудования химической промышленности.

#### **уметь:**

выполнять расчеты на прочность, жесткость и долговечность узлов и деталей технологического оборудования при простых видах нагружения, а также простейшие кинематические расчеты движущихся элементов этого оборудования.

#### **владеть:**

методами механики применительно к расчетам процессов химической технологии; методиками расчета запаса прочности, устойчивости и надежности типовых конструкций в условиях производственных нагрузок навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности.

#### 4. Структура и содержание дисциплины Б1.О.24 «Сопротивление материалов»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

##### Очная

№ п п	Раздел дисциплин ы	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточ ной аттестации по разделам
			Лекц ии	Практичес кие занятия	Лаборатор ные работы	КС Р	СР С	
1	Сопротивле ние материалов		18	18	18	36	54	РГР Лабораторн ая работа
		Форма аттестации						экзамен

##### очно-заочная

№ п п	Раздел дисциплин ы	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточ ной аттестации по разделам
			Лекц ии	Практичес кие занятия	Лаборатор ные работы	КС Р	СР С	
1	Сопротивле ние материалов		9	18	18	45	63	РГР Лабораторн ая работа
		Форма аттестации						экзамен

##### заочная

№ п п	Раздел дисциплин ы	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточ ной аттестации по разделам
			Лекц ии	Практичес кие занятия	Лаборатор ные работы	КС Р	СР С	
1	Сопротивле ние материалов	5	6	8	4	12	143	Контрольна я работа Лабораторн ая работа
		Форма аттестации						экзамен

### 5. Содержание лекционных занятий по темам (очная/очно-заочная/заочная)

№ тем	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенций
1	Простое сопротивление	2/1/1	Основные понятия и определения	Внешние и внутренние силы. Внутренние силовые факторы. Определение вида деформации. Метод сечений. Эпюры продольной, поперечных сил, изгибающих и крутящего моментов. Внутренние силовые факторы при плоском поперечном изгибе. Понятие о деформации и напряжении.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3		2/1/0	Осевое растяжение – сжатие	Деформация растяжения и сжатия. Коэффициент Пуассона. Закон Гука. Модуль упругости. Определение перемещений. Расчет на жесткость. Испытание материалов. Механические	

				свойства материалов. Допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности, основные факторы, влияющие на величину коэффициента запаса прочности, расчет на прочность.	
4	Сложное сопротивление	1/0/0	Теория напряженного и деформированного состояния. Теории прочности.	Понятие о напряженном состоянии в точке. Виды напряженных состояний. Назначение теорий прочности. Понятие об эквивалентном напряжении. Расчетные формулы для одного, наиболее распространенного случая плоского напряженного состояния по разным теориям прочности.	
5		1/1/1	Сдвиг и кручение		
6		4/2/0	Плоский изгиб	Расчет на прочность при изгибе. Напряженное	

				<p>состояние при плоском поперечном изгибе. Перемещения при изгибе. Расчет на жесткость. Балки равного сопротивления. Рессоры. Примеры расчетов на прочность и жесткость простейших деталей машин, работающих на изгиб.</p>	<p>ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК2.-3</p>
7		4/2/ 2	Сложное сопротивление	<p>Виды сложных сопротивлений. Косой изгиб. Нахождение нейтральной оси при косом изгибе и опасных точек. Условие прочности. Определение прогибов при косом изгибе. Внецентровое растяжение (сжатие). Определение положения нулевой линии. Условие прочности. Изгиб с кручением. Составление расчетных уравнений на</p>	



				прочность. Общий случай сложного сопротивления	
8		2/2/ 1	Энергетические методы определения перемещений	Потенциальная энергия деформации в простейших случаях действия нагрузок. Примеры определения прогибов и углов поворота энергетическими методами.	
9		2/0/ 1	Устойчивость элементов конструкций	Понятие об устойчивости и критической силе. Влияние способа закрепления концов стержня на величину критической силы. Критические напряжения. Расчеты сжатых деталей машин на устойчивость.	

#### **6. Содержание практических занятий(очная/очно-заочная/заочная)**

Целью проведения практических занятий является приобретение студентами навыков проектирования элементов оборудования, выбора расчетных моделей механических систем, освоение прочностных расчетов, изучение общих принципов проектирования и конструирования, построения моделей и алгоритмов расчетов типовых изделий машиностроения с учетом их главных критериев работоспособности.

№ тем ы	Раздел дисциплины	Час ы	Тема практического занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенци
---------------	----------------------	----------	----------------------------------	-----------------------	--

					й
1	Простое сопротивлени е	1/1/0	Расчетная модель. Модель прочностной надежности: модели формы, материала, нагрузки и разрушения	Построение расчетных схем реальных объектов. Типы опор. Уравнения статики. Определение опорных реакций	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК -23
2		2/2/0	Внутренние силовые факторы при растяжении- сжатию, кручении, плоском изгибе	Построение эпюр внутренних силовых факторов при растяжении- сжатию, кручении, плоском изгибе	
3		2/2/0	Расчеты на прочность и жесткость при растяжении (сжатию)	Стержень. Стержневая система. Расчеты (проектный, проверочный, определение допускаемых нагрузок) на основе условий прочности и жесткости	
4		2/2/0	Геометрически е характеристики поперечных сечений	Математически е определения геометрических характеристик плоских фигур. Жесткость поперечного сечения бруса.	
5		2/2/2	Сдвиг и кручение	Расчеты элементов конструкций, работающих в	

	Сложное сопротивлени е			условиях чистого сдвига и кручения	
6		3/3/2	Изгиб	Расчеты на прочность и жесткость при изгибе	
7		4/4/4	Энергетические методы определения деформаций	Расчеты на жесткость с применением интеграла Мора и способ Верещагина	
8		2/2/0	Устойчивость сжатых элементов	Расчеты на устойчивость продольно нагруженных стержней	

### 7. Содержание лабораторных занятий (очная/очно-заочная/заочная)

Цель – формирование реальных представлений о прикладной механике в различных условиях деформирования, получение навыков обработки и анализа результатов испытаний при определении механических характеристик материалов и проверке теоретических положений курса.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Час ы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенци й
1	Простое сопротивлени е	2/2/0	Ознакомление с техникой безопасности, инструктаж	Знакомство с лабораторией, оборудованием. Ознакомление с техникой безопасности, инструктаж	
		4/4/0	Исследование деформации растяжения	Экспериментально е определение зависимости между внешними силами, действующими по оси образца, и его удлинением	

				вплоть до разрыва; изучение параметров, характеризующих прочность и пластичность материала образца; освоение методики испытаний на продольное (центральное) растяжение-сжатие	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК - 2.3
		4/4/4	Исследование положения главных осей составного сечения	Экспериментально-теоретическое определение положения ГЦО составного сечения	
		4/4/4	Определение перемещений энергетическим и способами	Опытная проверка замеров и расчетов прогиба и угла поворота	
2	Сложное сопротивление	4/4/0	Опытная проверка расчета сжатых стержней на устойчивость	Изучение явления потери устойчивости при осевом сжатии гибких стержней и опытное определение критической силы	

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры А101 без специального оборудования.

#### 8. Самостоятельная работа(очная/очно-заочная/заочная)

п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенций
1.	Расчет конструкций на растяжение, сжатие, сдвиг.	4/4/14	Изучение теоретического материала,	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК - 2.3
2.	Расчет стержней на кручение и изгиб.	8/8/44		

3.	Геометрические характеристики поперечных сечений. Определение положения центра тяжести составного сечения	12/12/14	выполнение РГР и КР	
4.	Сложное сопротивление	10/16/25		
5.	Энергетические методы определения перемещений	6/10//15		
6.	Устойчивость элементов конструкций	7/7/15		
7.	Расчет на прочность при повторно-переменных нагрузках	7/10/15		

### 8.1 Контроль самостоятельной работы(очная/очно-заочная/заочная)

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1.	Расчет конструкций на растяжение, сжатие, сдвиг.	6/6/2	Проверка РГР и КР, отчета по лаб.раб.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК - 2.3
2.	Расчет стержней на кручение и изгиб.	6/6/2		
3.	Геометрические характеристики поперечных сечений. Определение положения центра тяжести составного сечения	6/10/2		
4.	Сложное сопротивление	6/9/2		
5.	Энергетические методы определения перемещений	6/9/2		
6.	Устойчивость элементов конструкций	6/6/2		

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

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

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	4/4/2	6/6/9	10/10/15
РГР	1/1/0	6/12/0	10/20/0
Контрольная работа	1/0/1	6/0/18	10/0/30
Экзамен	1	24/24/24	40/40/40
Итого:		60/60/60	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. 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	Кол-во экз.
Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебник / В.А. Волосухин, В.Б. Логвинов, С.И. Евтушенко.-5е изд. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 543 с.- Режим доступа: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=390023">http://znanium.com/bookread2.php?book=390023</a> по паролю.- ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium» после регистрации IP-адреса НХТИ
Прикладная механика[Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Т. Батиенков, В.А. Волосухин, С.И. Евтушенко [и др.]. — М. : РИОР : ИНФРА-М, 2017. — 2-е изд., доп. и перераб. — 339 с. + Доп. материалы Режим доступа <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=792243">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=792243</a> по паролю.- ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium» после регистрации IP-адреса НХТИ

Соболев А.Н., Некрасов А.Я., Схиртладзе А.Г., Бровкина Ю.И. Прикладная механика: в 2 ч. Часть 1. Основы расчета, проектирования и моделирования механизмов: учебник / А.Н. Соболев, А.Я. Некрасов, А.Г. Схиртладзе, Ю.И. Бровкина. — М.: КУРС: ИНФРА-М, 2017. — 224 с. <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=550572">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=550572</a> по паролю.- ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium» после регистрации IP-адреса НХТИ
Сабанаев, И.А. Техническая механика. Лабораторный практикум: учебное пособие /НХТИ; И.А. Сабанаев, Ф.М. Алмакаева, М.А. Закиров. – Нижнекамск: Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ». 2015 – 61 с.	15 экз.
Алмакаева, Ф.М. Расчеты на прочность и жесткость при изгибе: Учебное пособие/НХТИ; Ф.М. Алмакаева, И.А. Сабанаев – Нижнекамск: Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «КНИТУ». 2017 – 95 с.	43 экз.

#### 11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
Сабанаев, И.А. Лабораторный практикум по прикладной механике: учебное пособие/ НХТИ; И.А. Сабанаев, Ф.М. Алмакаева, М.А. Закиров. -Нижнекамск: НХТИ, 2011.-100 с.	45 экз.
Эрдеди, А.А. Техническая механика:/А.А. Эрдеди, Н.А. Эрдеди.-2-е изд., стер.-М.: Академия,2015.-528 с.	5 экз .

#### 11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины рекомендуется использование следующих электронных источников информации:

1. ЭБС «Znanium.com» – Режим доступа: <http://znanium.com>
2. ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>
3. ЭБС Университетская библиотека онлайн : <http://biblioclub.ru>

#### 11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Справочник инженера – механика <https://www.technosphera.ru/lib/book/23>

Согласовано:

Зав. отделом  
по библиотечному обслуживанию



В.Я. Тарасова

## 12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

№ кабинета, название	Перечень основного оборудования в учебных кабинетах
101 Лаборатория сопротивления материалов	Прибор для определения характеристик – 1 шт., Универсальная испытательная машина МУП – 1 шт., Установка для исследования – 3 шт., Разрывная машина – 3 шт., Машина для определения динамической вязкости – 1 шт., Компьютер – 2 шт., комплект демонстрационных материалов «Сопротивление материалов» (205 folies). <b>Программное обеспечение:</b> Windows7, MicrosoftOffice 2007, АнтивирусКасперскогоWindowsXP, MicrosoftOffice 2007, АнтивирусКасперского
112 Аудитория для проведения лекционных занятий	Оверхэд – проектор - 1 шт., Рулонный настенный экран - 1 шт., Токарно-винторезный станок – 1шт.
111 Кабинет для самостоятельной работы студентов, групповых и индивидуальных консультаций	Компьютер, подключенные к сети «Интернет». <b>Программное обеспечение:</b> WindowsXP, MicrosoftOffice 2007, АнтивирусКасперского
Электронный читальный зал (кабинет для самостоятельной работы студентов, групповых и индивидуальных консультаций)	Оснащение помещения столы; стулья; персональные компьютеры с выходом в Интернет; принтер; сканер; ксерокс

## 13. Образовательные технологии

В процессе проведения аудиторных занятий применяются следующие образовательные технологии обучения (в интерактивных формах):

Тема	Вид занятия	Интерактивная форма	часы
------	-------------	---------------------	------



Осевое растяжение - сжатие.	Лекция	Работа с наглядными пособиями (комплект демонстрационных материалов по курсу СМ: фолии, плакаты, модели, таблицы, образцы)	1/1/1
	Лабораторное занятие	Работа с элементами исследования	1/1/1
	Практическое занятие	Разбор конкретной прикладной задачи	1/1/1
Расчетные модели геометрической формы, материала и предельного состояния.	лекция	Работа с наглядными пособиями (комплект демонстрационных материалов по курсу СМ: фолии, плакаты, модели, таблицы, образцы)	1/0/0
	Практическое занятие	Разбор конкретной прикладной задачи	2/0/0
Энергетические методы определения перемещений	лекция	Работа с наглядными пособиями (комплект демонстрационных материалов по курсу СМ: фолии, плакаты, модели, таблицы, образцы)	1/0/0
	Лабораторное занятие	Работа с элементами исследования	2/0/0
	Практическое занятие	Разбор конкретной прикладной задачи	1/1/1
Устойчивость элементов конструкций	лекция	Работа с наглядными пособиями (комплект демонстрационных материалов по курсу СМ: фолии, плакаты, модели, таблицы, образцы)	1/0/0
	Практическое занятие	Разбор конкретной прикладной задачи	1/0/0
			12/6/6