МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Саровский физико-технический институт -
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Теоретической и экспериментальной механики»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФТФ, член корр. РАН, д.ф.-м.н.

_____ **А.К. Чернышев**

« ____ » _____ **2023 г.**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Сопротивление материалов

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	15.03.03 Прикладная механика
Наименование образовательной программы	Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Программа одобрена на заседании кафедры

Зав. кафедрой ТиЭМ,

д.т.н., доцент

протокол № _____ от _____ 2023 г.

_____ **А.Л. Михайлов**

« ____ » _____ **2023 г.**

г. Саров, 2023 г.

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ТиЭМ, д.т.н., доцент

А.Л. Михайлов

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ТиЭМ, д.т.н., доцент

А.Л. Михайлов

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ТиЭМ, д.т.н., доцент

А.Л. Михайлов

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ТиЭМ, д.т.н., доцент

А.Л. Михайлов

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоёмкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/КП	Форма(ы) контроля, экс./защ./ЗсО/	Интерактивные часы
3	32	3	108	16	16	16	24	-	Э 36	12
4	32	4	144	16	16	16	60	-	Э 36	12
ИТОГО	64	7	252	32	32	32	84	-	72	24

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Соппротивление материалов» обеспечивает не только нормативно-методическую базу освоения обучающимися универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 «Прикладная механика», с квалификацией выпускника бакалавр, но и высокую профессиональную конкурентоспособность выпускников и их востребованность для решения актуальных задач у потребностей регионального и Всероссийского рынка труда, с учетом перспектив его развития.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Соппротивление материалов» являются:

- ✓ изучение студентами принципов сопротивления конструкционных материалов, принципов статических расчетов конструкций и их элементов,
- ✓ овладение методами построения и исследования механико-математических моделей типовых элементов конструкций,
- ✓ формирование устойчивых навыков по применению инженерных методов расчета типовых элементов конструкций и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость.

Задачи дисциплины:

- ✓ изучение основных законов и принципов дисциплины «Соппротивление материалов», теоретических основ инженерных методов расчета типовых элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.
- ✓ формирование умения составлять модели прочностной надежности типовых элементов, на основе этих моделей проводить рациональный выбор материала и размеров элементов конструкций.
- ✓ умение оценивать прочностные свойства и деформативную способность материалов и элементов конструкций.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Индекс дисциплины: Б1.О.16

Дисциплина «Соппротивление материалов» относится к основной части общепрофессионального модуля бакалавриата 15.03.03 Прикладная механика.

Для успешного изучения и освоения дисциплины «Сопротивление материалов» студенты должны знать основные положения высшей математики, физики, начертательной геометрии, владеть навыками работы на ПК.

Освоение дисциплины «Сопротивление материалов» необходимо для изучения дисциплин: «Строительная механика машин», специальные дисциплины.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Ожидается, что в результате освоения дисциплины студент приобретет следующие компетенции:

Универсальные компетенции (УК)

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>З-УК-1 Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа</p> <p>У-УК-1 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников</p> <p>В-УК-1 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач</p>

Общепрофессиональные компетенции (ОПК)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.	<p>З-ОПК-1 Знать физические основы механики, физику колебаний и волн, молекулярную физику и термодинамику, электричество и магнетизм, оптику, атомную и ядерную физику, методы математического анализа</p> <p>У-ОПК-1 Уметь на практике применять знание физических законов к решению учебных, научных и научно-технических задач; находить аналогии между различными явлениями природы и техническими процессами</p> <p>В-ОПК-1 Владеть методами проведения физического эксперимента математической обработки полученных результатов, их анализировать и обобщать их; составлять отчет о своей работе с анализом результатов</p>

Профессиональные компетенции (ПК)

в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Тип задачи профессиональной деятельности: расчетно-экспериментальный с элементами научно-исследовательской деятельности			
выполнение расчетно-экспериментальных работ в области прикладной механики с помощью экспериментально оборудованного для проведения механических испытаний	физико-механические процессы и явления, машины, конструкции, приборы и аппаратура и другие объекты современной техники различных подразделений РФЯЦ-ВНИИЭФ, которые для своего изучения и решения требуют разработки и применения экспериментальных методов исследования, математических и компьютерных моделей, основанных на законах механики.	ПК-4 Способен проводить расчет отдельных узлов и агрегатов изделий <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт «32.004. Специалист по прочностным расчетам авиационных конструкций»	3-ПК-4 Знать методику расчета отдельных узлов на статическую прочность; основы теории пластичности; основы теории ползучести; основы взаимозаменяемости; основы теории проведения измерений при экспериментальных работах; основы материаловедения; основы механики разрушения; основы теории колебаний У-ПК-4 Уметь проводить расчеты на прочность различных типов конструкций: балочных, ферменных, оболочек, соединений элементов конструкции; выполнять расчеты на прочность методом конечного элемента по готовым расчетным моделям с применением специализированных программных комплексов; анализировать результаты расчета, полученные методом конечного элемента; применять инструментарий: пользоваться стандартным программным обеспечением при оформлении документации и инженерных расчетов; пользоваться программным обеспечением для расчетов на прочность В-ПК-4 Владеть подготовкой исходных данных для расчетов; проведением расчетов на прочность конструкций агрегатов; проведением расчетов устойчивости элементов конструкций; анализом результатов расчета

1. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 кредитов, 252 часов.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел *
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы			
			32	32	32			
3, 4 семестр								
1	Статика. Основные понятия и аксиомы статики. Система сходящихся сил.		2	2	4	Контр. работа/ устный опрос	Контр. работа/ устный опрос	
2	Теория моментов.		2	2		Выдача РПР № 1	Контр. работа/ устный опрос	
3	Система произвольно расположенных сил		2	2		Контр. работа/ устный опрос	Устный опрос	
4	Пространственная система сил. Центр тяжести.		2	2		Контр. работа/ устный опрос	Контр. работа/ устный опрос	
5	Принципы сопротивления материалов при статическом нагружении. Введение. Основные понятия. Метод сечений. Внутренние усилия		2	2		Контр. работа/ устный опрос	Сдача и защита РПР № 1	
6	Центральное растяжение-сжатие. Напряжения и деформации. Закон Гука. Механические свойства		4	4	4	Выдача РПР № 2	Контр. работа/ устный опрос	

	материалов. Расчет на прочность и жесткость							
7	Геометрические характеристики плоских сечений		2	2		Контр. работа/ устный опрос	Устный опрос	
8	Сдвиг и кручение		2	2		Контр. работа/ устный опрос	Контр. работа/ устный опрос	
9	Прямой изгиб. Напряжения и деформации при изгибе. Расчет на прочность. Перемещения при изгибе.		2	2	4	Контр. работа/ устный опрос	Сдача и защита РПР № 2	
10	Сложное сопротивление. Косой изгиб. Расчет на прочность балки при косом (сложном) изгибе.		4	4	4	Выдача РПР № 3	Контр. работа/ устный опрос	
11	Внецентренное растяжение-сжатие. Ядро сечения. Расчет на прочность.		2	2	4	Контр. работа/ устный опрос	Устный опрос	
12	Устойчивость. Динамическое действие нагрузок Устойчивость сжатого стержня. Задача Эйлера. Практический расчет сжатого стержня.		4	4	4	Контр. работа/ устный опрос	Сдача и защита РПР №3	
13	Динамическое действие нагрузки. Удар.		2	2	4	Контр. работа/ устный опрос	Устный опрос	
...	Экзамен							0 - 50
	СРС – 44 час							100

4.1. Содержание разделов дисциплины.

Раздел 1. Статика.

1.1. Введение. Основные понятия. Аксиомы статики. Связи и их реакции. Система сходящихся сил. Уравнения равновесия.

1.2. Теория моментов. Момент силы относительно точки и оси. Пара сил. Сложение пар. Условие равновесия системы пар сил.

1.3. Система произвольно расположенных сил. Приведение сил к центру. Главный вектор и главный момент. Уравнения равновесия. Равновесие сочлененной системы тел.

1.4. Пространственная система сил. Уравнения равновесия. Система параллельных сил. Центр параллельных сил. Центр тяжести тела.

Раздел 2. Принципы сопротивления материалов при статическом нагружении.

2.1. Введение. Основные понятия. Схематизация форм элементов, свойств материалов. Основные принципы сопротивления материалов. Внешние и внутренние силы. Метод сечений. Внутренние усилия.

2.2. Центральное растяжение-сжатие. Продольная сила. Нормальные напряжения. Линейное напряженное состояние. Деформации. Закон Гука. Механические свойства материалов. Характеристики прочности. Прочностная модель типовых элементов. Расчет на прочность. Перемещения и деформации. Расчет на жесткость. Эпюры продольных сил, нормальных напряжений, линейных перемещений.

2.3. Геометрические характеристики плоских сечений. Моменты инерции. Геометрические характеристики составных сечений. Стандартные сечения.

2.4. Сдвиг. Напряженное состояние чистый сдвиг. Практический расчет элементов, работающих на сдвиг. Кручение. Крутящий момент. Касательное напряжение. Угловые деформации и перемещения. Закон Гука при сдвиге. Расчет на прочность и жесткость.

2.5. Прямой изгиб. Внутренние усилия: поперечная сила, изгибающий момент, эпюры. Напряжения и деформации при изгибе. Прочностная модель элементов при изгибе. Расчет на прочность. Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Метод Мора

Раздел 3. Сложное сопротивление

3.1. Понятие о сложном сопротивлении. Косой изгиб. Внутренние усилия. Нормальное напряжение. Нулевая линия в поперечном сечении балки. Опасные точки. Расчет на прочность при косом изгибе. Перемещения.

3.2. Внецентренное растяжение – сжатие. Внутренние усилия. Нормальное напряжение в поперечном сечении стержня. Нулевая линия. Опасные точки. Расчет на прочность. Ядро сечения.

Раздел 4. Устойчивость. Динамическое действие нагрузок.

4.1. Устойчивость сжатого стержня. Задача Эйлера. Критическая сила. Пределы применимости формулы Эйлера. Гибкость стержня. Формула Ясинского. Практический расчет сжатого стержня.

4.2. Динамическое действие нагрузки. Расчет элементов, движущихся с постоянным ускорением. Ударное действие нагрузки. Динамический коэффициент. Расчет на прочность при ударе.

Практические занятия:

Практические занятия являются формой индивидуально-группового обучения. Целью практических занятий является закрепление теоретического материала на основе решения соответствующих задач и рассмотрения примеров расчета на прочность и жесткость типовых элементов конструкций.

Темы практических занятий

№ п/п	Учебно-образовательный модуль (раздел) Цели практических занятий	Наименование занятия
1	Раздел 1. Цель: Изучение основных понятий и определений статики, аксиом, связей и их реакций. Овладение навыками проектирования сил на оси координат и определения момента сил относительно точки и оси. Научить определять реакции связей одного и нескольких тел, составлять уравнения равновесия при действии на тело различных систем сил.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проектирование силы на ось. Система сходящихся сил. 2. Произвольная плоская система сил. Уравнения равновесия. 3. Равновесие сочлененной системы тел. 4. Произвольная пространственная система сил. Уравнения равновесия.
2	Раздел 2. Цель: Изучение основных принципов сопротивления материалов. Овладение навыками составления прочностной модели типовых элементов конструкций при различных видах статической нагрузки. Освоение методов расчета на прочность типовых элементов конструкций.	<ol style="list-style-type: none"> 5. Метод сечений. Растяжение–сжатие. Определение продольной силы, построение эпюры N. 6. Нормальное напряжение при растяжении–сжатии. Условие прочности. Виды расчета на прочность. Выбор рациональных сечений. 7. Перемещения и деформации при растяжении–сжатии. Эпюры перемещений. Расчет стержня на жесткость. 8. Геометрические характеристики плоских сечений. Центр тяжести. Моменты инерции.

		<p>9. Кручение. Крутящий момент. Касательное напряжение при кручении. Расчет на прочность .</p> <p>10. Прямой изгиб. Внутренние усилия, эпюры.</p> <p>11. Напряжения в поперечном сечении балки при изгибе. Методы расчета на прочность.</p> <p>12. Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Методы определения перемещений, метод Мора.</p>
3	<p>Раздел 3.</p> <p>Цель:</p> <p>Изучение принципа независимости действия сил применительно к сложному сопротивлению. Усвоение методов расчета на прочность типовых элементов конструкций при совместном действии нескольких внутренних усилий. Оценка действия нескольких факторов нагрузки.</p>	<p>13. Косой (сложный) изгиб. Определение внутренних усилий. Построение эпюр.</p> <p>14. Опасное сечение. Построение нулевой линии. Расчет на прочность.</p> <p>15. Внецентренное растяжение-сжатие. Внутренние усилия. Нормальное напряжение. Построение нулевой линии. Расчет на прочность.</p> <p>Построение ядра сечения.</p>
4.	<p>Раздел 4.</p> <p>Цель:</p> <p>Изучение основных положений теории устойчивости. Усвоение методов расчета на устойчивость сжатого стержня.</p> <p>Изучение теории ударного взаимодействия тел. Освоение методов расчета прямого стержня при ударной нагрузке.</p>	<p>16. Определение критической силы в зависимости от гибкости стержня. Формула Эйлера, формула Ясинского.</p> <p>17. Расчет на устойчивость с использованием коэффициента продольного изгиба.</p> <p>18. Расчет стержня на прочность при ударной нагрузке. Динамический коэффициент.</p>

Расчетно-проектировочные работы

Расчетно-проектировочные работы являются формой индивидуальной самостоятельной работы студентов и предназначены для углубленного освоения соответствующих тем дисциплины «Сопротивление материалов».

Темы расчетно-проектировочных работ:

1. Расчетно-проектировочная работа № 1. Определение реакций опор балок, рам, составной конструкции.
2. Расчетно-проектировочная работа № 2. Расчет прямых стержней на прочность при растяжении-сжатии, кручении и прямом изгибе.
3. Расчетно-проектировочная работа № 3. Сложное сопротивление: косой изгиб, внецентренное сжатие. Устойчивость сжатого стержня.

Лабораторные работы :

Лабораторные работы выполняются на **Лабораторном стенде по Сопротивлению Материалов (кафедра ОТДиЭ, корпус 3 ауд.120)** был разработан с использованием технологии виртуальных инструментов компании National Instruments. Он предназначен для использования в качестве учебного оборудования при проведении лабораторно- практических занятий по некоторым основным разделам теории Сопротивления Материалов.

Программное обеспечение лабораторного курса обладает простым и доступным интерфейсом пользователя и разработано на основе графического языка программирования LabView. Контрольно-измерительное оборудование стенда основано на программируемой платформе NI PXI, предназначенной для сбора данных и управления.

Все инструкции по сборке лабораторной системы и производству электрических соединений описаны в Руководстве. Соответствующие главы методических указаний по выполняемым работам включены в разделы помощи программного обеспечения, позволяя студенту ознакомиться с теоретическими материалами без отрыва от выполнения практического занятия. Полученные опытным путем данные могут быть сохранены в файле формата MS EXCEL для автономной работы, разбора и оценки результатов работы преподавателем. Каждый из этих файлов имеет 2 листа: "Преподаватель" и "Студент". Лист "Студент" содержит экспериментально полученные данные и формулы, которые будут использоваться студентами для расчетов. Лист "Преподаватель" содержит те же экспериментально полученные данные вместе с расчетными и может быть скрыт. Для этого необходимо изменить файлы в подпапке \TEMPLATES\ папки, в которую была инсталлирована система (по умолчанию \User\Public\Strength of Materials PXI\data\TEMPLATES\ на системном диске Вашего компьютера).

Лабораторный стенд разработан в качестве инструмента для проведения учебных лабораторных практических занятий по Сопротивлению Материалов.

Лабораторная система, основанная на учебном стенде и контрольно-измерительном оборудовании National Instruments (NI PXI), обеспечивает возможность проведения следующих лабораторных работ:

- 1 Определение модуля упругости первого рода и коэффициента Пуассона
- 2 Исследование напряженного состояния при внецентренном растяжении стержня
- 3 Исследование напряженного состояния в стержне большой кривизны под действием диаметрально растягивающих сосредоточенных сил
- 4 Определение модуля сдвига стержня при простом кручении
- 5 Исследование напряженно-деформационного состояния в тонкостенном трубчатом образце при простом кручении
- 6 Исследование плоско-напряженного состояния тонкостенного трубчатого образца при простом кручении
- 7 Исследование напряженно-деформированного состояния плоской рамы. Проверка теоремы взаимности работ.
- 8 Исследование распределения нормальных напряжений по поперечному сечению пластины, расслабленной круглым концентратором.
- 9 Исследование статически неопределимой консольной балки, шарнирно опертой в некоторой точке, находящейся под действием сосредоточенной силы, приложенной к концу балки.
10. Исследование напряженно-деформированного состояния консольной балки при косом изгибе
11. Экспериментальное определение положения центра изгиба и величины секторальных нормальных напряжений при стесненном кручении
12. Исследование устойчивости центрального сжатого стержня, шарнирно закрепленного в двух концах, по методу Саусвелла
13. Исследование распределения напряжений в поперечном сечении консольной балки при чистом изгибе
14. Исследование напряженно-деформированного состояния консольной балки, нагруженной сосредоточенной силой
15. Исследование напряженного состояния равномерно нагруженной круглой сплошной пластины заземленной по контуру
16. Исследование напряженного состояния длинной цилиндрической оболочки, жестко закрепленной по двум противоположным торцам и находящейся под действием внутреннего давления

Студент работает с программным обеспечением, запускаемым на персональном компьютере, запуская выбранную лабораторную работу из главного меню программы. Перед началом работы студент должен зарегистрироваться, введя свои имя и фамилию, группу. После завершения лабораторной работы эти данные могут быть сохранены вместе с результатами проведенных экспериментов и могут быть использованы для оценки.

В программном обеспечении имеются инструкции по подготовке системы к проведению всех лабораторных работ. Студент может ознакомиться с инструкциями, представленными в формате PDF, нажав кнопку Меню -> Описание с лицевой панели каждой лабораторной работы. Все измеренные данные отображаются на экране.

Результаты проведенных лабораторных работ могут быть сохранены в файле в формате MS EXCEL для автономной работы, разбора и оценки результатов работы преподавателем. Сохраненный файл включает все полученные опытным путем результаты, дату проведения опыта, и данные о студенте (имя, фамилия, группа)

Самостоятельная работа студентов:

Целью самостоятельной работы студентов является формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Самостоятельная работа заключается в изучении содержания тем дисциплины по конспектам, учебникам и дополнительной литературе, в подготовке к практическим занятиям, к текущим и рубежным контролям, рейтингам и экзамену, в выполнении и оформлении расчетно-проектировочных работ.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов:

1. Методические пособия для выполнения расчетно-проектировочных работ.
2. Методические пособия для решения задач по разделам дисциплины.

Рекомендуемый перечень тем семинарских занятий:

Все темы рассчитаны на двухчасовые занятия.

1. Геометрические характеристики плоских фигур (определение центра тяжести, главных центральных осей, главных центральных моментов инерции для сложных фигур с осью симметрии и несимметричных фигур).
2. Построение эпюр внутренних силовых факторов при растяжении (сжатии) и кручении.
3. Построение эпюр изгибающих моментов, поперечных и продольных сил в балках при изгибе и расчет балок на прочность по нормальным напряжениям.
4. Прочностные расчеты при растяжении (сжатии)
5. Прочностные расчеты при изгибе.
- 6 Прочностные расчеты при кручении

7. Анализ напряженного состояния в точке тела.
8. Расчет на прочность при сложном напряженном состоянии.
9. Расчет статически определимых плоских рам.
10. Расчет статически неопределимых систем методом сил.
11. Расчет на усталостную прочность.
12. Расчет толстостенных труб и оболочек вращения.
13. Поверочный и проектировочный расчеты на устойчивость.
14. Динамические задачи.

Рекомендуемый перечень тем домашних работ (заданий):

1. Расчет на прочность при растяжении.
2. Определение геометрических характеристик поперечного сечения бруса
3. Расчет статически неопределимых систем при растяжении.
4. Расчет валов на прочность и жесткость при кручении.
5. Расчет на прочность балок при изгибе.
6. Расчет на прочность бруса при сложном напряженном состоянии.
7. Исследование сложного напряженно-деформированного состояния окрестности точки деформируемого твердого тела
8. Определение напряжений в многослойной трубе.
9. Расчет на прочность при динамических нагрузках.
10. Расчет продольно сжатых стержней на устойчивость.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Данная программа включает изучение основных разделов дисциплины «Сопротивление материалов». Она реализуется в форме лекций, практических занятий, лабораторных занятий, расчетно-проектировочных работ, консультаций, в форме самостоятельной работы студентов, заключающейся в проработке материалов лекционного курса, подготовке к лабораторным работам, выполнении домашних заданий.

В рабочую программу курса сопротивления материалов включаются основные вопросы статики, динамики и кинематики.

При отборе материала необходимо обеспечить целостность курса и изложить в нем основные идеи, понятия и методы сопротивления материалов.

При преподавании дисциплины методически целесообразно в каждом разделе курса выделить наиболее важные моменты и акцентировать на них внимание студентов.

Календарно-тематические планы занятий составляются на каждый семестр на основе рабочей программы курса, и они содержат календарный план проведения лекций, практических занятий, сроки сдачи домашних заданий и расчетно-проектировочных работ.

В плане проведения практических занятий указываются темы каждого практического занятия. По каждой теме следует указать те задачи, которые как типовые рекомендуется решить преподавателю, и те, которые должны быть решены студентами самостоятельно.

Лекция является одним из основных источников знаний, так как она содержит в себе информацию в обобщенном и законченном виде, и в этом заключается ее важное познавательное значение.

К методике чтения лекций необходимо предъявлять следующие требования: доступность и последовательность изложения, выделение главного, связь нового материала с ранее изученной тематикой.

При чтении лекции по курсу сопротивления материалов лектору постоянно приходится делать на доске математические выкладки. Стремясь быстрее записать эти выкладки в конспект, некоторые студенты в процессе записи не вникают в сущность полученных лектором зависимостей. Поэтому рекомендуется на лекциях излагать только принципиальные вопросы вывода используемых соотношений и более подробно объяснять применение этих соотношений при расчетах на прочность. Наиболее трудоемкие вопросы вывода расчетных соотношений студенты должны изучать самостоятельно. Основное внимание следует уделить практическим вопросам применения теоретического материала.

В начале лекционного курса лектор должен указать и охарактеризовать основную литературу, выделив при этом учебник как обязательное руководство, подчеркнув, что лекция и учебник служат основой для самостоятельной работы студентов.

Несмотря на то, что конспектирование лекции активизирует мыслительный процесс и является совершенно обязательным, нельзя ориентировать студентов на изучение курса по конспекту, который не может заменить собой учебника.

Переноса некоторые вопросы на самостоятельное изучение, нужно обязательно своевременно проверить, усвоили ли студенты этот материал, используя для этого различные формы проверки.

Качество и глубина усвоения студентами курса сопротивления материалов всецело зависят от их систематической работы в семестре по изучению теоретического материала и от полученных ими навыков в решении задач. Поэтому в самостоятельную работу студентов в семестре должны входить изучение теоретического материала курса по учебнику, ознакомление с методикой и особенностью решения примеров, приведенных в учебниках, выполнение индивидуальных заданий (расчетно-проектировочных работ).

Преподавателю, ведущему практические занятия, необходимо проверять подготовку студента к каждому занятию. Тогда студенты приучаются регулярно изучать теоретический материал и со вниманием разбирать примеры, решенные в учебнике; таким образом, учебник становится для них совершенно необходимым пособием в учебе.

Контроль изучения студентами теории должен также осуществляться и при защите ими заданий.

Прием домашних заданий осуществляется в рамках часов, запланированных на прием домашних заданий, и при проведении консультаций, семинаров и лабораторных работ.

Студент, не сдавший домашнее задание и лабораторные работы, к экзамену не допускается, его ответ на экзамене оценивается неудовлетворительно без опроса по теории.

Перед сдачей экзаменов студент должен представить преподавателю тетрадь семинарских занятий с решенными задачами, разбираемыми на этих занятиях и задававшимися на дом.

Если студент в установленные сроки не представлял решенные им задачи, то прием задач производится на консультации перед экзаменом или во время экзамена.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ориентация на тактические образовательные технологии, являющиеся конкретным способом достижения целей образования в рамках намеченной стратегической технологии.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости:

- а) решение задач по изучаемой теме на практических занятиях;
- б) устный или письменный опрос студентов во время занятий по изучаемому материалу;
- в) контроль выполнения этапов расчетно-проектировочных работ в заданные сроки;

Оценочные средства для промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины:

Экзаменационные билеты

Билет № 1

1. Внутренние силовые факторы в стержне при центральном растяжении-сжатии. Нормальная сила, дифференциальная зависимость ее от внешней нагрузки, нормальные напряжения в поперечных сечениях. Гипотеза плоских сечений. Продольные и поперечные деформации,

коэффициент Пуассона. Закон Гука при одноосном растяжении-сжатии. Перемещения поперечных сечений стержня и его удлинение. Потенциальная энергия деформации.

2. Критерии предельных состояний (прочности). Теория наибольших нормальных напряжений. Теория наибольших относительных удлинений. Теория максимальных касательных напряжений. Теория удельной потенциальной энергии изменения формы. Теория Мора.

3. Задача.

Билет № 2

1. Экспериментальное определение механических характеристик материалов при центральном растяжении-сжатии. Диаграмма условная и истинная. Механические характеристики материала. Пластические и хрупкие материалы. Закон разгрузки и повторного нагружения.

2. Понятие статически неопределимой системы. Расчет статически неопределимой системы при действии внешней нагрузки. Температурные напряжения. Монтажные усилия.

3. Задача.

Билет № 3

1. Изменение моментов инерции при параллельном переносе и повороте осей координат. Главные оси и главные моменты инерции. Моменты инерции простых фигур.

2. Определение перемещений при изгибе. Интегрирование дифференциального уравнения упругой линии.

3. Задача.

Билет № 4

1. Виды изгиба стержня. Внутренние силовые факторы и дифференциальные зависимости при прямом поперечном изгибе.

2. Определяющие уравнения теории расчета осесимметричных толстостенных труб. Задача Ламе. Расчет толстостенной трубы, нагруженной внутренним (внешним) давлением.

3. Задача.

Билет № 5

1. Нормальные напряжения при чистом изгибе.

2. Понятие потери устойчивости для идеального стержня. Критическая сила. Задача Эйлера. Пределы применимости формулы Эйлера.

3. Задача.

Билет № 6

1. Нормальные и касательные напряжения при прямом поперечном изгибе. Формула Журавского.

2. Основные этапы расчета статически неопределимых систем. Необходимые и лишние связи. Эквивалентная и основная системы. Канонические уравнения метода сил. Коэффициенты канонических уравнений.

3. Задача.

Билет № 7

1. Явление сдвига. Чистый сдвиг. Анализ напряженного состояния при чистом сдвиге. Связь между модулями упругости первого и второго рода и коэффициентом Пуассона.

2. Расчет тонкостенных осесимметричных оболочек по безмоментной теории.

3. Задача.

Билет № 8

1. Внутренние силовые факторы при кручении. Классификация поперечных сечений стержней. Кручение стержня (бруса) круглого поперечного сечения.

2. Определение перемещений при изгибе. Энергетический способ определения перемещений. Пример определения перемещений консольной балки в точке приложения сосредоточенной силы.

3. Задача.

Билет № 9

1. Напряженное состояние в точке тела. Тензор напряжений. Компоненты вектора полного напряжения на произвольной площадке, проходящей через данную точку. Главные площадки и главные напряжения.

2. Теорема о взаимности работ. Теорема Кастельяно. Метод Мора. Правило Верещагина. Пример определения линейного и углового перемещений в точке приложения сосредоточенной силы на конце консольной балки.

3. Задача.

Билет № 10

1. Эллипсоид напряжений. Экстремальные касательные напряжения и площадки их действия. Круговая диаграмма Мора. Классификация напряженных состояний.

2. Понятие удара. Механические процессы, сопровождающие удар. Техническая теория удара. Удар по системе без учета массы системы. Удар по системе, масса которой сосредоточена в точке удара. Приведение массы системы в точку удара.

3. Задача.

Билет № 11

1. Деформированное состояние в точке тела. Тензор деформаций. Аналогия между напряженным и деформированным состояниями.

2. Явление усталости. Цикл напряжений и предел выносливости. Кривые усталости. Влияние различных факторов на предел выносливости. Диаграммы предельных напряжений. Определение запасов прочности при циклическом нагружении.

3. Задача.

Билет № 12

1. Обобщенный закон Гука для изотропного материала. Удельная потенциальная энергия деформации, энергии изменения объема и формы.

2. Полная кривая усталости. Малоцикловая усталость.

3. Задача.

Билет № 13

1. Косой изгиб.

2. Эллипсоид напряжений. Круговая диаграмма напряжений (Круги Мора).

3. Задача.

Билет № 14

1. Определение перемещений при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой линии и его интегрирование. Универсальное уравнение упругой линии.

2. Плоское напряженное состояние.

3. Задача.

Билет № 15

1. Внецентренное растяжение –сжатие. Ядро сечения.

2. Потенциальная энергия деформации при сложном напряженном состоянии.

3. Задача.

Билет № 16

1. Эллипсоид напряжений. Экстремальные касательные напряжения и площадки их действия. Круговая диаграмма Мора. Классификация напряженных состояний.

2. Основные этапы расчета статически неопределимых систем. Необходимые и лишние связи. Эквивалентная и основная системы. Канонические уравнения метода сил. Коэффициенты канонических уравнений.

3. Задача.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Основная литература:

1. Дарков А.В., Шпиро Г.С. Сопротивление материалов.-М.: Высшая школа, 1989.-622с.

2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. - М.: изд. МГТУ, 1999. -591с..

3. Степин П.А. Сопротивление материалов - М.: ИНТЕГРАЛ-ПРЕСС, 1997.-320 с.
4. Кочетов В.Т., Кочетов М.В., Павленко А.Д. Сопротивление материалов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004.- 544 с.
5. Миролубов И.Н. и др. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов - М: Высшая школа, 1985. -399 с
6. Алтуфьев Б.А. и др. Сборник задач по сопротивлению материалов с теорией и примерами.- М.: Физматлит, 2003.- 632с.
7. Ицкович Г.М., Минин Л.С., Винокуров А.И Руководство к решению задач по сопротивлению материалов - М.: Высшая школа, 1999. -592 с.
8. Ф.З.Алмазов, С.И.Арсеньев, Н.А.Курицын, А.М.Мишин. Расчетные и курсовые работы по сопротивлению материалов. С.Петербург, М, Краснодар, 2005.
9. Л. С. Минин и др. Расчетные и тестовые задания по сопротивлению материалов. М., Высшая школа, 2003.
10. Лабораторный практикум по курсу « Сопротивление материалов» .Руководство пользователя. Компания National Instruments. 2015 г.

б) Дополнительная литература:

1. Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П. Сопротивление материалов. - М.: Высшая школа, 2004.- 560 с.
2. Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов - М.: Изд. МАИ, 1994.-511 с.
3. Долинский Ф.В., Михайлов М.Н. Краткий курс сопротивления материалов -М.: Высшая школа, 1988. -437 с.
4. Заславский Б.В. Краткий курс сопротивления материалов М.: Машиностроение, 1986.-328 с.
5. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. - М.: Физматлит Наука, 1979. -744 с.
6. Ю.Тимошенко С.П., Гере Дж. Механика материалов. - М.: Мир, 1976. 669 с.
7. Лихарев К.К., Сухова Н.А. Сборник задач по курсу Сопротивление материалов - М.: Машиностроение, 1980. -224 с.
8. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. - М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1954.- 856 с.
9. Буланов Э.А. Решение задач по сопротивлению материалов. - М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2005.- 207 с.
10. Писаренко Г.С. и др. Сопротивление материалов. - Киев, Высшая школа, 1986.
11. Вольмир А.С. и др. Сборник задач по сопротивлению материалов. М.: Наука, 1984.
- 12 Миролубов И.Н. и др. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов- М.: Высшая школа, 1985.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории СарФТИ, лабораторное оборудование кафедр ОТДиЭ ФИТЭ и ТиЭМ ФТФ СарФТИ и уникальные установки ИФВ РФЯЦ-ВНИИЭФ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению 15.03.03 Прикладная механика.

Программу составил: доцент кафедры ТиЭМ, к.ф-м.н., доцент

М.А. Сырунин

Рецензент: заведующий кафедрой ТиЭМ, д.т.н., доцент

А.Л. Михайлов