

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

Строительная механика машин

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	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/КП	Форма(ы) контроля, экс./зач./ЗсО/	Интерактивные часы
5	32	3	108	16	32	-	60	-	Зач	8
6	32	3	108	16	32	-	33	-	Э	8
ИТОГО	64	6	216	32	64	-	93	-	27	16

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Строительная механика машин» обеспечивает не только нормативно-методическую базу освоения обучающимися 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

Целью дисциплины является изучение методов расчета на прочность статически определимых и статически неопределимых систем, находящихся под действием внешних нагрузок.

По завершению освоения данной дисциплины студент способен и готов:

- ✓ использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического и компьютерного моделирования в теоретических и расчетно-экспериментальных исследованиях;
- ✓ владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией;
- ✓ быть способным выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;
- ✓ быть готовым выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям);
- ✓ составлять описания выполненных расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации.

Задачами дисциплины являются:

- ✓ познакомить обучающихся с задачами расчета на прочность сложных стержневых систем, возникающими в процессе проектирования объектов современной техники;
- ✓ освоить методы расчета на прочность статически определимых и статически неопределимых конструкций, представляющих собой стержневые системы и находящихся в условиях сложного нагружения;
- ✓ научить вырабатывать рекомендации при проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности по отношению к внешним нагрузкам.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Индекс дисциплины: Б1.О.18

Дисциплина относится к дисциплинам базовой части профессионального цикла основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры» направления 150303 Прикладная механика.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Сопротивление материалов», «Теория упругости» и «Программные системы инженерного анализа».

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы, изучении дополнительных глав «Строительной механики машин», а также программы магистерской подготовки «Динамика и прочность машин».

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

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

Общепрофессиональные компетенции (ОПК)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.	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 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 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
--	--

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 экспериментального оборудования 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 __ 6 __ кредитов, 216 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	64	---			
5, 6 семестр								
1	Структурный анализ стержневых систем		4	10		Тест: структурный анализ	Контр. работа/ устный опрос	
2	Расчет статически определимых стержневых систем		6	12		Тест: расчет стат. неопр. систем	Контр. работа/ устный опрос	
3	Расчет статически неопределимых стержневых систем		6	12		Контрольная работа	Контр. работа/ устный опрос	
4	Алгоритмизация расчетов. Вариационные методы		6	12		Тест: численные методы расчета	Контр. работа/ устный опрос	
5	Деформации стержней при изгибе		6	12		Подготовка презентации	Контр. работа/ устный опрос	
6	Оболочки, оболочки вращения. аналитические и численные методы расчета оболочек		6	10		Контрольная работа	Контр. работа/ устный опрос	
...	Экзамен							0 - 50
	СРС – 93 час.							

4.1. Содержание дисциплины.

1. Структурный анализ стержневых систем. Предмет строительной механики. Стержень, стержневая система, пластина, оболочка как расчетные схемы конструкций. Классификация стержневых систем. Структурный анализ стержневых систем. Кинематический анализ плоских и пространственных стержневых систем. Мгновенно изменяемые системы. Методы определения степени статической неопределимости плоских и пространственных стержневых систем.
2. Расчет статически определимых стержневых систем. Методы определения усилий в статически определимых системах. Статический и кинематический методы. Теория плоских статически определимых ферм. Фермы, оптимальные по критерию материалоемкости. Элементы теории арок. Арки, оптимальные по критерию материалоемкости. Теория линий и функций влияния. Статический и кинематический методы построения линий влияния. Применение линий влияния.
3. Расчет статически неопределимых стержневых систем. Общие теоремы и вариационные принципы строительной механики машин. Приложение общих теорем для определения перемещений в стержневых системах. Формула Максвелла-Мора. Метод сил. Расчет по методу сил многопролетных неразрезных балок. Уравнение трех моментов. Метод перемещений. Сравнение метода сил и метода перемещений. Комбинированный и смешанный методы.
4. Алгоритмизация расчетов стержневых систем. Вариационные методы. Матричные алгоритмы расчета статически неопределимых стержневых систем по методам сил и перемещений. Матричная форма формулы Максвелла-Мора. Вариационные методы строительной механики и их приложение к расчету стержней и стержневых систем. Методы Ритца и Бубнова-Галеркина. Метод конечных элементов и его особенности применения к расчету стержневых систем.
5. Деформации упругих стержней при изгибе. Дифференциальное уравнение изгиба стержней. Фундаментальная система решений Коши. Применение метода начальных параметров для интегрирования уравнения стержней. Матричная форма метода начальных параметров. Случай нескольких участков интегрирования. Изгиб стержней на упругом основании. Функции Крылова. Численные методы интегрирования дифференциального уравнения изгиба стержней. Метод прогонки.
6. Оболочки, оболочки вращения. аналитические и численные методы расчета оболочек. Оболочки. Определения. Криволинейные координаты на поверхности. Понятие о кривизнах, главных кривизнах. Главные координаты на поверхности. [4] , п.6,7,8. Основные гипотезы теории оболочек. Безмоментные оболочки вращения. Вывод разрешающих уравнений. Общая теория круговой цилиндрической оболочки при симметричной нагрузке. Вывод основных зависимостей. Общее решение основного дифференциального уравнения. понятие о краевом

эффекте. Расчеты длинных и коротких оболочек. Расчеты цилиндрических оболочек переменной толщины. Особенности применения пакета COSMOS при расчете оболочек. Осесимметричные и неосесимметричные задачи

Практические занятия:

1. Структурный анализ стержневых систем.
2. Определение усилий в статически определимых стержневых системах.
3. Методы расчета статически неопределимых стержневых систем.
4. Алгоритмизация расчетов статически неопределимых стержневых систем.
5. Определение перемещений в стержнях и стержневых системах при изгибе.

2. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекционные занятия проводятся в традиционной форме, а также с использованием презентаций. Презентации лекций содержат стержневые модели конструкций с иллюстрацией их расчетов с использованием ЭВМ.

Практические занятия проводятся в традиционной форме, а также в компьютерном классе, где студенты осваивают алгоритмизацию численных методов расчета на прочность статически определимых и статически неопределимых стержневых систем.

Самостоятельная работа включает подготовку к тестам и контрольной работе, выполнение задания на курсовой проект, подготовку презентации к защите курсового проекта.

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

Для текущего контроля успеваемости используются различные виды тестов, контрольная работа, устный опрос.

Аттестация по дисциплине – экзамен.

Оценка за освоение дисциплины, определяется как среднеарифметическое оценки за контрольные работы, тесты и оценки, полученной на защите проекта.

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Литература:

а) основная литература:

1. Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1986. – 544 с.
2. Окопный Ю.А., Радин В.П., Чирков В.П. Механика материалов и конструкций. – М.: Машиностроение, 2002. – 436 с.

б) дополнительная литература:

1. Воронцов А.Н., Трифонов О.В. Вычислительные методы в механике материалов и конструкций. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 80 с.
2. Благонядежин В.Л. Расчет статически неопределимых систем. – М.: Издательство МЭИ, 1997. – 96 с.

Электронные образовательные ресурсы:

а) лицензионное программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

вычислительная система расчета строительных конструкций MikroFE

б) другие:

система инженерных и научных расчетов MATLAB

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие компьютерного класса и учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для представления презентаций лекций.

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: преподаватель кафедры ТиЭМ

Е.М Порошин

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

А.Л. Михайлов