

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

КАФЕДРА ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	4	144	32	0	32		26	0	Э
Итого	4	144	32	0	32	16	26	0	

АННОТАЦИЯ

Знакомство с основными понятиями курса, решение задач растяжения-сжатия, кручения, изгиба, напряженного состояния, выполнение расчетов на прочность и жесткость основных элементов конструкций

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Рассматриваются алгоритмы расчетов на прочность сосудов давления, трубопроводов, стержневых систем, валов и балок по допускаемым напряжениям при статическом нагружении на основе анализа напряженно-деформированного состояния. Излагаются расчетные и экспериментальные методы, обеспечивающие выполнение прочностных расчетов. Для стержневых систем, валов и балок рассматриваются алгоритмы расчетов на жесткость, для чего излагаются различные методы расчета перемещений заданных точек анализируемых систем.

Даются представления о физических явлениях и механизмах, отвечающих за прочность, пластичность и трещиностойкость конструкционных материалов.

Излагаются основы методов расчетов на устойчивость, усталость, ползучесть.

Рассматривается влияние на прочность конструкционных материалов температуры, среды и радиационных полей.

Изучение студентами методических основ расчетов на прочность и трещиностойкость, практическое освоение алгоритмов расчетов на прочность простейших конструкций на основе системного подхода к поставленной задаче с ориентацией на прочность элементов конструкций. Подготовка к изучению дисциплины "Конструирование приборов и установок" и специальных курсов, связанных с расчетами на прочность

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин:

- математический анализ, аналитическая геометрия, линейная алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения;
- векторный и тензорный анализ.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции 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
--	---------------------------	--	--

		Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и инженерной подготовкой для проектирования и эксплуатации ядерных установок со знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, ядерной и радиационной безопасности	Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;	ПК-2 [1] - Способен к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-2[1] - Знать методы проведения физического и численного эксперимента, и подготовки соответствующих экспериментальных стендов.; У-ПК-2[1] - Уметь проводить физический и численный эксперимент, подготовить соответствующие экспериментальные стенды; В-ПК-2[1] - Владеть методами проведения физического и численного эксперимента и подготовки соответствующих экспериментальных стендов.
Подготовка специалистов с фундаментальной физико-	Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические	ПК-3 [1] - Способен к участию в исследовании и испытании основного	З-ПК-3[1] - Знать методы проведения исследований и испытаний основного

математической и инженерной подготовкой для проектирования и эксплуатации ядерных установок со знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, ядерной и радиационной безопасности	и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;	оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.032	оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания.; У-ПК-3[1] - Уметь проводить исследования и испытания основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания ; В-ПК-3[1] - Владеть методами проведения исследований и испытаний основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания.
проектный			
Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и инженерной подготовкой для проектирования и эксплуатации ядерных установок со знанием основ нейтронно-	Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл,	ПК-8 [1] - Способен разрабатывать производственно-техническую документацию <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	З-ПК-8[1] - Знать производственно-техническую документацию; У-ПК-8[1] - Уметь разрабатывать производственно-техническую документацию; В-ПК-8[1] - Владеть навыками работы с производственно-

физических и теплофизических процессов, ядерной и радиационной безопасности	системы обеспечения безопасности, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;		технической документацией
---	--	--	---------------------------

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)
Интеллектуальное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры умственного труда (B11)
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (B15)
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (B16)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	16/0/16		25	КИ-8	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8
2	Второй раздел	9-16	16/0/16		25	КИ-16	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/0/32		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	Э	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	32	0	32
1-8	Первый раздел	16	0	16
	Цель расчетов на прочность и жесткость конструкций Требования, применяемые к конструкциям в технике и энергетике.	Всего аудиторных часов		
		4	0	4
		Онлайн		
		0	0	0
	Переход от конструкции к расчетной схеме составление модели конструкции с точки зрения механики сплошной среды	Всего аудиторных часов		
		6	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
	Составление математической модели задачи Выбор метода и инструментария для исследования	Всего аудиторных часов		
		6	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	16	0	16
	Составление расчетных схем, систем дифференциальных уравнений и методы их численного решения Составление расчетных схем для расчета трубопроводов, сосудов давления, такелажной оснастки.	Всего аудиторных часов		
		8	0	8
		Онлайн		
		0	0	0
	Аппроксимация функций и их производных в дифференциальных уравнениях их дискретными значениями. Аппроксимация функций и их производных в дифференциальных уравнениях их дискретными значениями.	Всего аудиторных часов		
		8	0	8
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины используются различные образовательные технологии:

- во время аудиторных занятий занятия проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий;
- для контроля усвоения студентом разделов данного курса используются задания, ответы при приеме которых позволяют судить об усвоении студентом данного курса;
- самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы при выполнении заданий.

Темы практических (семинарских) занятий:

- анализ напряженного и деформированного состояния в точке. Уравнения физического закона;
- задача Сен-Венана;
- плоская задача теории упругости. Решение в действительных переменных;
- плоская задача теории упругости. Решение в комплексных переменных;
- изгиб тонких пластин;
- изгиб симметрично нагруженных цилиндрических оболочек;
- вариационные методы решения задач.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-2	З-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-8	З-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма	Оценка по 4-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка
-------	------------------------------	------------------	--------

баллов			ECTS
90-100	5 – «отлично»	«зачтено»	A
85-89	4 – «хорошо»		B
75-84			C
70-74			D
65-69	3 – «удовлетворительно»		E
60-64			
ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«не зачтено»	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Трудные и важные моменты при изучении материала по темам, на которые необходимо обратить внимание для выполнения практических работ:

1. Растяжение-сжатие. Статически определимые брус и стержневая система. Статически неопределимые брус и стержневая система.
2. Плоское напряженное состояние. Определение напряжений в произвольных площадках по главным напряжениям. Определение главных напряжений. Анализ деформированного состояния.
3. Кручение. Эпюры крутящих моментов. Расчет на прочность и жесткость. Анализ напряженно-деформированного состояния.
4. Плоский изгиб. Построение эпюр внутренних силовых факторов. Расчет нормальных и касательных напряжений. Расчет на прочность.
5. Определение перемещений при изгибе с помощью интеграла Мора.
6. Тонкостенная оболочка.
7. Расчет прочности оболочки, составленной из частей различной формы.
8. Сложное сопротивление.
9. Сложное сопротивление. Изгиб с кручением.
10. Косой изгиб. Внецентренное растяжение.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Методические материалы для преподавателя по освоению дисциплины – это свод указаний, обеспечивающих навигацию преподавателя в процессе преподавания дисциплины, раскрывающих средства, методы, приемы, формы обучения студентов.

Методические материалы нацелены на обеспечение эффективности учебного процесса по освоению дисциплины.

Предлагаемые методические материалы предназначены для преподавателей вне зависимости от этапа обучения для соблюдения преемственности в выборе методов, приемов, форм и средств обучения. При необходимости материалы могут быть дополнены и скорректированы в зависимости от следующих факторов:

- особенностей студентов, входящих в учебную группу;
- условий обучения (например, увеличения часов на самостоятельную работу);
- изменения целей обучения и т.д.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.

При изложении курса, прежде всего, необходимо дать основные понятия силы, напряжения, деформации, перемещения точек твердого тела.

При рассмотрении растяжения, кручения, изгиба необходимо обращать внимание на напряженное состояние в различных точках бруса.

При анализе прочности при изгибе бруса таврового и двутаврового сечений, а также при расчете сосудов давления, использовать технические теории прочности.

Давая задания на выполнение курсовой работы, следует рекомендовать использовать программу для выполнения вычислений и оформления работы.

При реализации программы дисциплины используются различные образовательные технологии:

- во время аудиторных занятий занятия проводятся в форме лекций, лабораторных работ и семинаров;

- для контроля усвоения студентом разделов данного курса используются знания и ответы, при приеме которого позволяют судить об усвоении студентом данного курса;

- самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, соответствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формирует навыки исследовательской работы и ориентирует студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Темы практических (семинарских) занятий:

- расчеты на прочность при одноосном напряженном состоянии и чистом сдвиге;
- расчеты на прочность при сложном напряженном состоянии;
- механические свойства материалов.

При проведении практических занятий следует четко выделять исходные положения/данные, определяющие уравнения, путь решения поставленной задачи, основные математические особенности рассматриваемой задачи, обсуждение полученных результатов решения. При написании формул необходимо показывать четкое соответствие размерностей и типов величин.

Автор(ы):

Осинцев Андрей Вениаминович, к.т.н., доцент