

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

КАФЕДРА ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ

ОДОБРЕНО УМС ТФ НИЯУ МИФИ

Протокол № 6

от 23.12.2022 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/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	5	180	64	32	0		16	32	Э
Итого	5	180	64	32	0	16	16	32	

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

Целью изучения студентами учебной дисциплины «Методы расчета на прочность элементов конструкций» является

освоение ими общих теоретических и методических основ расчетов на прочность, практического освоения алгоритмов расчетов простейших конструкций с ориентацией на прочность элементов конструкций ЯЭУ, подготовка к изучению общепрофессиональной дисциплины "Конструирование приборов и установок" и специальных курсов, связанных с расчетами на прочность ЯЭУ в соответствии с квалификационными характеристиками специальностей.

Данная дисциплина участвует в формировании следующих общепрофессиональных компетенций:

- Способность проводить математическое моделирование процессов деформации и разрушения элементов конструкций ЯЭУ на базе стандартных пакетов расчетов напряженно-деформированного состояния.
- Готовность к оперативной оценке безопасности ЯЭУ при обнаружении дефектов технологического или эксплуатационного происхождения в отдельных элементах конструкций ЯЭУ.
- Приобретение навыков и стремлений к усвоению и развитию новых нетрадиционных методов и критериев расчета на прочность поврежденных элементов конструкций ЯЭУ.
- Формирование способности к анализу информационных исходных данных для прочностных расчетов сложных технических систем.
- Умение создавать, анализировать и использовать расчетные схемы элементов конструкций ЯЭУ на стадии проектирования, эксплуатации и вывода их эксплуатации.
- Готовность принять участие в оценке ядерной и радиационной безопасности по фактору истощения прочности при проектировании ЯЭУ на базе существующего анализа сценариев развития проектных аварийных ситуаций.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная учебная дисциплина входит в образовательный модуль профиля подготовки бакалавров...

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин ООП подготовки бакалавра по направлению «Ядерная физика и технология»:

- «Общая физика», разделы «Механика» и «Механика деформируемого твердого тела»;
- «Математический анализ»;
- «Аналитическая геометрия»;
- «Дифференциальные уравнения»;
- «Инженерная графика».

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; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
проектный			
Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и инженерной подготовкой, знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, протекающих в ядерных энергетических установках	Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, 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	ПК-7 [1] - Способен к определению теплотехнические характеристики и конструкционных особенностей теплотехнических систем и оборудования <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-7[1] - Знать теплотехнические характеристики и конструкционные особенностей теплотехнических систем и оборудования; У-ПК-7[1] - Уметь определять теплотехнические характеристики и конструкционных особенностей теплотехнических систем и оборудования; В-ПК-7[1] - Владеть методами определения теплотехнических характеристик и конструкционных особенностей теплотехнических систем и оборудования

	окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики.		
Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и инженерной подготовкой, знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, протекающих в ядерных энергетических установках	Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, 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.	ПК-7.2 [1] - Способен формулировать исходные данные, выбирать и обосновывать научно-технические решения в области проектирования ЯЭУ <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-7.2[1] - Знать основные принципы проектирования ЯЭУ; У-ПК-7.2[1] - Уметь выбирать и обосновывать научно-технические решения в области проектирования ЯЭУ; В-ПК-7.2[1] - Владеть навыками анализа исходных данных для выбора и обоснования научно-технических решений в области проектирования ЯЭУ
Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и	Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-	ПК-8 [1] - Способен разрабатывать производственно-техническую документацию	З-ПК-8[1] - Знать производственно-техническую документацию; У-ПК-8[1] - Уметь

инженерной подготовкой, знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, протекающих в ядерных энергетических установках	физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, 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.	<i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	разрабатывать производственно-техническую документацию; В-ПК-8[1] - Владеть навыками работы с производственно-технической документацией
---	---	--	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры умственного труда (В11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и

	понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)	обще профессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (B15)	Использование воспитательного потенциала дисциплин обще профессионального модуля для: - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники

		безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование исследовательского и критического мышления, культуры умственного труда (В16)	Использование воспитательного потенциала дисциплин "Основы конструирования и САПР", "Курсовой проект: основы конструирования и САПР", "Инженерная и компьютерная графика", "Детали машин и основы конструирования" для формирования навыков владения эвристическими методами поиска и выбора технических решений в условиях неопределенности через специальные задания (методики ТРИЗ, морфологический анализ, мозговой штурм и др.), культуры инженера-разработчика через организацию проектной, в том числе самостоятельной работы обучающихся с использованием программных пакетов.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (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	32/16/0		25	КИ-8	З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7
2	Второй раздел	9-16	32/16/0		25	КИ-16	З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		64/32/0		50		
	Контрольные				50	Э	З-ПК-

	мероприятия за 7 Семестр						7, У- ПК-7, В- ПК-7, 3-ПК- 7.2, У- ПК- 7.2, В- ПК- 7.2, 3-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.
	7 Семестр	64	32	0
1-8	Первый раздел	32	16	0
	Цель расчетов на прочность и жесткость конструкций Требования, применяемые к конструкциям в технике и энергетике.	Всего аудиторных часов		
		12	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
	Переход от конструкции к расчетной схеме составление модели конструкции с точки зрения механики сплошной среды	Всего аудиторных часов		
		10	6	0
		Онлайн		
		0	0	0
	Составление математической модели задачи Выбор метода и инструментария для исследования	Всего аудиторных часов		
		10	6	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	32	16	0
	Составление расчетных схем, систем	Всего аудиторных часов		

	дифференциальных уравнений и методы их численного решения Составление расчетных схем для расчета трубопроводов, сосудов давления, такелажной оснастки.	16	8	0
		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		
		16	8	0
		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 «Методы расчета на прочность элементов конструкций» используются следующие образовательные технологии, помимо обычных лекций и практических (семинарских) занятий с мелом у доски:

- На лекциях используются компьютерные технологии – демонстрация основного содержания лекций с применением презентаций.
- Для выполнения практических занятий студентам рекомендуется использовать Mathcad – для этого открыт свободный доступ к учебному пособию по выполнению курсовой работы в среде Mathcad.
- Для контроля знаний используются как обычные методы, так и компьютерные тестовые технологии в открытой и закрытой форме.

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-7	3-ПК-7	Э, КИ-8

	У-ПК-7	Э, КИ-8
	В-ПК-7	Э, КИ-8
ПК-7.2	З-ПК-7.2	Э
	У-ПК-7.2	Э
	В-ПК-7.2	Э
ПК-8	З-ПК-8	Э, КИ-16
	У-ПК-8	Э, КИ-16
	В-ПК-8	Э, 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 баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении.

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:

Растяжение-сжатие. Статически определимые брус и стержневая система. Статически неопределимые брус и стержневая система.

Растяжение-сжатие. Статически определимые брус и стержневая система. Статически неопределимые брус и стержневая система.

Плоское напряженное состояние. Определение напряжений в произвольных площадках по главным напряжениям. Определение главных напряжений. Анализ деформированного состояния.

Плоское напряженное состояние. Определение напряжений в произвольных площадках по главным напряжениям. Определение главных напряжений. Анализ деформированного состояния.

Кручение. Эпюры крутящих моментов. Расчет на прочность и жесткость. Анализ напряженно-деформированного состояния.

Кручение. Эпюры крутящих моментов. Расчет на прочность и жесткость. Анализ напряженно-деформированного состояния.

Плоский изгиб. Построение эпюр внутренних силовых факторов. Расчет нормальных и касательных напряжений. Расчет на прочность

Плоский изгиб. Построение эпюр внутренних силовых факторов. Расчет нормальных и касательных напряжений. Расчет на прочность

Определение перемещений при изгибе с помощью интеграла Мора

Определение перемещений при изгибе с помощью интеграла Мора

Тонкостенная оболочка

Тонкостенная оболочка. Расчет прочности оболочки, составленной из частей различной формы.

Сложное сопротивление

Сложное сопротивление. Изгиб с кручением.

Косой изгиб. Внецентренное растяжение.

Подготовка к контрольной работе проводится в следующем порядке:

1. Изучение теоретического материала
2. Решение задач
3. Самопроверка по контрольным вопросам

Подготовка к экзамену проводится в следующем порядке:

1. Повторение теоретического материала
2. Решение задач
3. Самопроверка по контрольным вопросам

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

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 так-же при расчете сосудов давления использовать технические теории прочности.

При реализации программы дисциплины «Методы расчета на прочность элементов конструкций» 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 коллоквиум, ответы, при приеме которого позволяют судить об усвоении студентом данного курса, и семестровый контроль;

– 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.

Лабораторный практикум программой не предусмотрен. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов реализуется посредством работы с рекомендуемой литературой.

Контроль: семестровый контроль. Темы:

- расчет бруса при растяжении, кручении. Расчет статически неопределимой стержневой системы.
- расчет бруса при изгибе

Контроль: текущий контроль не предусматривается.

В помощь лектору, а также преподавателям, ведущим практические занятия по курсу «Методы расчета на прочность элементов конструкций» рекомендуется использовать следующие учебные пособия, методические и справочные материалы:

а) ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ И85 Сопротивление материалов Ч.1 , , Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
2. 539.3/.6 С19 Классический курс сопротивления материалов в решениях задач., В.Т.Сапунов, М.: УРСС, 2004
3. 539.3/.6 П33 Сопротивление материалов: учебное пособие для вузов, Е. Н. Пирогов, В. Ю. Гольцев, Москва: МИФИ, 2008
4. ЭИ П33 Сопротивление материалов: учебное пособие для вузов, Е. Н. Пирогов, В. Ю. Гольцев, Москва: МИФИ, 2008
5. 539.3/.6 С23 Сборник задач по сопротивлению материалов: учебное пособие для вузов, ред.: Л. К. Паршин, Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008
6. 539.3 Ф42 Сопротивление материалов: Учебник для вузов, Феодосьев В.И., М.: МГТУ, 2001

б) ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 60.44 Б44 Сборник задач по сопротивлению материалов: Учеб. пособие для вузов, Беяев Н.М., М.: Наука, 1968
2. 539 Е30 Расчет на прочность при динамическом действии нагрузок: Учеб.пособие, Его-ров В.И., М.: МИФИ, 1994
3. 539.3 С54 Лабораторный практикум по курсу "Основы сопротивления материалов и физики прочности": Учеб. пособие, Соболев Н.Д., М.: МИФИ, 1989

в) ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

Специальное программное обеспечение не требуется

4. Формы контроля

Текущий контроль успеваемости проводится в формах: регулярного (во время практических занятий) опроса, контроля решения задач при самостоятельной работе студента, и рубежного контроля (8 и 15 недели семестра). Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен на 7 семестре. Для обеспечения единообразного подхода и объективности в оценке знаний студентов по дисциплине «Методы расчета на прочность элементов конструкций» разработан и утвержден на заседании кафедры Фонд оценочных средств (ФОС), где отражены критерии оценки всех видов текущего контроля, рубежного контроля и промежуточной аттестации. ФОС доступен всем преподавателям и студентам для ознакомления с методикой формирования результирующей оценки по дисциплине «Методы расчета на прочность».

Автор(ы):

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