

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

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ ЗАМКНУТОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
УСТАНОВОК

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.04.02 Ядерные физика и технологии

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
1	4	144	32	48	0		28	0	Э
Итого	4	144	32	48	0	0	28	0	

АННОТАЦИЯ

Дисциплина посвящена подготовке студентов к решению инженерных задач, связанных проектированием современных и перспективных ядерных энергетических установок. Изучается ряд вопросов, составляющих базу для анализа и теплогидравлического расчета ЯЭУ.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является подготовка студентов к решению инженерных задач, связанных проектированием современных и перспективных ядерных энергетических установок. Изучается ряд вопросов, составляющих базу для анализа и теплофизического расчета ЯЭУ.

Среди задач курса:

- изучение принятых технологий и перспектив развития различных типов реакторов.
- ознакомление с основными тепловыми и гидравлическими процессами, протекающими в ЯЭУ.
- ознакомление с системами безопасности современных и перспективных ЯЭУ.
- формирование способности у студентов применять полученные знания к решению практических задач, связанных с проектированием ЯЭУ.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная программа соответствует требованиям образовательного стандарта высшего образования национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» по направлениям 14.04.01 - Ядерные энергетика и теплофизика и 14.04.02 - Ядерные физика и технологии

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-2 [1] – Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	З-УК-2 [1] – Знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами У-УК-2 [1] – Уметь: разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла В-УК-2 [1] – Владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта
УК-5 [1] – Способен анализировать и учитывать	З-УК-5 [1] – Знать: закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур;

разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия У-УК-5 [1] – Уметь: понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия В-УК-5 [1] – Владеть: методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия
УК-6 [1] – Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	З-УК-6 [1] – Знать: методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения У-УК-6 [1] – Уметь: решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности В-УК-6 [1] – Владеть: технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик
УКЦ-1 [1] – Способен решать исследовательские, научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде	З-УКЦ-1 [1] – Знать современные цифровые технологии, используемые для выстраивания деловой коммуникации и организации индивидуальной и командной работы У-УКЦ-1 [1] – Уметь подбирать наиболее релевантные цифровые решения для достижения поставленных целей и задач, в том числе в условиях неопределенности В-УКЦ-1 [1] – Владеть навыками решения исследовательских, научно-технических и производственных задач с использованием цифровых технологий

4. 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>1 Семестр</i>						
1	Ядерная энергетика в России и в мире. Энергооборудование АЭС. Тепловыделение в ТВЭЛ.	1-8	16/24/0	СК-8 (25)	25	СК-8	3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2, 3-УК-5, У-УК-5, В-УК-5, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1
2	Порядок расчета канала реактора с однофазным теплоносителем. Системы безопасности различных типов реакторов.	9-15	16/24/0	СК-15 (25)	25	КИ-15	3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2, 3-УК-5, У-УК-5, В-УК-5, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		32/48/0		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	Э	3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2, 3-УК-5, У-УК-5, В-УК-5, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1

* – 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
СК	Семестровый контроль
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	32	48	0
1-8	Ядерная энергетика в России и в мире. Энергооборудование АЭС. Тепловыделение в твэл.	16	24	0
1 - 8	Ядерная энергетика в России и в мире. Энергооборудование АЭС. Тепловыделение в твэл. Принятые технологии, история и перспективы развития различных типов реакторов. Топливные и конструкционные материалы ядерной энергетики, конструирование твэл. Тепловые схемы атомных электростанций. Определение коэффициентов полезного действия термодинамических циклов АЭС. Задачи теплопроводности в тепловыделяющих элементах ядерных реакторов: плоская, сферическая и цилиндрическая геометрии.	Всего аудиторных часов		
		16	24	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Порядок расчета канала реактора с однофазным теплоносителем. Системы безопасности различных типов реакторов.	16	24	0
9 - 15	Порядок расчета канала реактора с однофазным теплоносителем. Системы безопасности различных типов реакторов. Расчет температуры теплоносителя, оболочки твэл и максимальной температуры топливной композиции в реакторе с теплоносителем с постоянными физическими свойствами. Порядок расчета перепада давления в канале, запаса до кризиса теплоотдачи. Принципы и критерии обеспечения безопасности. Описание систем безопасности и систем, важных для безопасности, сценарии основных проектных и запроектных аварий для использующихся и перспективных ЯЭУ.	Всего аудиторных часов		
		16	24	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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы курса используются различные образовательные технологии. Аудиторные занятия проводятся в интерактивных классах. Особое внимание студентов обращается на интернет ресурсы, где впоследствии они самостоятельно смогут

получать актуальную информацию по читаемым темам. Для контроля усвоения студентами разделов данного курса используются тестовые технологии, то есть специальный банк вопросов в открытой и закрытой форме. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала, а также выполнение двух домашних заданий.

6. 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)
УК-2	З-УК-2	Э, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-УК-2	Э, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-УК-2	Э, СК-8, КИ-15, СК-15
УК-5	З-УК-5	Э, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-УК-5	Э, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-УК-5	Э, СК-8, КИ-15, СК-15
УК-6	З-УК-6	Э, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-УК-6	Э, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-УК-6	Э, СК-8, КИ-15, СК-15
УКЦ-1	З-УКЦ-1	Э, СК-8, КИ-15, СК-15
	У-УКЦ-1	Э, СК-8, КИ-15, СК-15
	В-УКЦ-1	Э, СК-8, КИ-15, СК-15

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
75-84		C	
70-74		D	

			вопрос.
65-69			Оценка «удовлетворительно»
60-64	3 – «удовлетворительно»	Е	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.
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ 3-47 Лабораторный практикум "Инженерные расчеты и проектирование ядерных установок" : учебно-методическое пособие, Зевякин А.С., Соболев А.В., Данилов П.А., Москва: НИЯУ МИФИ, 2021
2. ЭИ Д 36 Тепломассообмен : учебное пособие, Дерюгин В. В., Уляшева В. М., Васильев В. Ф., Санкт-Петербург: Лань, 2021

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Н22 Handbook of generation IV nuclear reactors / : , , : Woodhead Publishing, 2016
2. ЭИ М29 The Physics of Nuclear Reactors : , Marguet, Serge. , Cham: Springer International Publishing, 2017
3. 621.039 К77 Инженерные расчеты ядерных реакторов : , Шевелев Я.В., Крамеров А.Я., М.: Энергоатомиздат, 1984
4. 621.039 С74 Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике Т.1 Теплогидравлические процессы в ЯЭУ, , Москва: ИздАТ, 2010
5. 621.039 Т34 Теплообмен в ядерных энергетических установках : учеб. пособие для вузов, Петухов Б.С. [и др.], М.: МЭИ, 2003
6. ЭИ Н34 Физические основы безопасности ядерных реакторов : учебное пособие, Наумов В.И., Москва: НИЯУ МИФИ, 2013

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

С целью приобретения и развития навыков самостоятельной работы при решении различных задач студентам предлагается в течение семестра выполнить два домашних задания. Первое домашнее задание выдается на 4-й неделе семестра и принимается на 8-й неделе. Второе домашнее задание выдается на 10-й неделе и принимается на 15-й неделе. Примеры домашних заданий, приведены в специальном разделе программы и могут корректироваться преподавателем в зависимости от степени усвоения студентами учебного материала в течение семестра.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ:

Дисциплина посвящена подготовке студентов к решению инженерных задач расчета ядерных энергетических установок на основе строгих научных методов. При построении дисциплины учтено, что студенты имеют входные компетенции. При разработке курса использована современная отечественная и иностранная литература.

Первая часть порядку расчета канала реактора с кипящим, некипящим теплоносителем, или теплоносителем сверхкритических параметров. Знания, полученные студентами при изучении различных дисциплин, применяются к решению задач характерных для ядерных энергетических установок. Чтение лекций и проведение семинарских занятий рекомендуется проводить в интерактивных классах. Сложные и многочисленные расчеты не должны затенять сути излагаемых методов, поэтому рекомендуется широко использовать системы символьной математики. То же относится ко второй части курса, где излагаются методы обоснования безопасности.

В третьей части курса описываются системы безопасности различных типов реакторов. В процессе преподавания здесь рекомендуется широко использовать презентации, а сами занятия проводить в интерактивных классах. Особое внимание студентов следует обратить на интернет ресурсы, где впоследствии они самостоятельно смогут получать актуальную

информацию по читаемым темам. В конце изучения этой части рекомендуется выдать студентам использованные презентации в электронном виде.

Для закрепления теоретического материала дисциплина содержит большое количество задач для самостоятельного решения и контрольные вопросы (банк тестовых заданий) для проверки знаний. Для проверки и закрепления практических навыков студентам предлагается выполнить индивидуальное домашнее задание, а также два теста.

Результатом изучения дисциплины должно стать развитие способности студентов к решению инженерных задач на основе строгих научных методов.

Автор(ы):

Лаврухин Алексей Анатольевич

Рецензент(ы):

Тихомиров Г.В.