

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

БЫСТРЫЕ РЕАКТОРЫ (FAST REACTORS)

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.04.01 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
3	4	144	8	24	0		76	0	Э
Итого	4	144	8	24	0	0	76	0	

АННОТАЦИЯ

Основным преимуществом реакторов на быстрых нейтронах является возможность вовлечения в энергетику урана ^{238}U – основного изотопа природного урана. Быстрый реактор может также быть и энергетическим бридером.

В курсе рассматриваются основные физические принципы реакторов на быстрых нейтронах, возможные варианты реализации этой технологии как в существующих, так и в перспективных установках.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основной целью дисциплины «Быстрые реакторы» является освоение студентами физических принципов реакторов на быстрых нейтронах. Рассматриваются также опыт создания реакторов на быстрых нейтронах, существующие установки и перспективные проекты.

Среди задач курса ознакомление студентов:

- с причинами появления концепции реакторов на быстрых нейтронах, возможными вариантами реализации, существующими проектами;
- изучение порядка и методов инженерных расчетов ЯЭУ, в первую очередь перспективных установок поколения 4.
- с местом быстрых реакторов в замкнутом ядерном топливном цикле, состоянием разработок, техническими решениями;
- с проектом «Прорыв», применяемыми в нем подходами к обеспечению безопасности.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная программа соответствует требованиям образовательного стандарта высшего образования национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» по направлению 14.04.02 - Ядерные физика и технологии, «Профессиональный модуль», «Дисциплины по выбору».

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

		опыта)	
научно-исследовательский			
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию	ядерные реакторы, термоядерные и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов и бланкетов термоядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии	ПК-1.1 [1] - Способен рассчитывать и измерять физические характеристики ядерных энергетических установок, проводить гидродинамические и тепловые расчеты в сложных системах <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-1.1[1] - знать методы нейтронно-физических и тепло-гидравлических измерений и расчетов; У-ПК-1.1[1] - уметь выполнять нейтронно-физические и тепло-гидравлические измерения в реакторной установке; В-ПК-1.1[1] - владеть прикладным программным обеспечением
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию	ядерные реакторы, термоядерные и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов и бланкетов термоядерных реакторов, тепловые	ПК-7 [1] - способен использовать и оценивать современные достижения науки и техники для решения профессиональных задач в научно-исследовательской деятельности <i>Основание:</i>	З-ПК-7[1] - знать новые методы совершенствования действующих технологических процессов; ; У-ПК-7[1] - уметь анализировать информационные документы с результатами научных

	измерения и контроль, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии	Профессиональный стандарт: 24.028	исследований;; В-ПК-7[1] - владеть современными пакетами прикладных компьютерных программ
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию	ядерные реакторы, термоядерные и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов и бланкетов термоядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и	ПК-8 [1] - способен владеть расчетно-теоретическими и экспериментальными методами исследования физических процессов, выполнять экспериментальные исследования и проводить обработку, анализ и обобщение полученных результатов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-8[1] - знать типовые методики и номенклатуру выполнения измерений и расчетов процессов; ; У-ПК-8[1] - уметь обрабатывать результаты измерений и анализировать результаты расчетов;; В-ПК-8[1] - владеть методами исследования физических процессов

	математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии		
проектный			
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию	ядерные реакторы, термоядерные и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов и бланкетов термоядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии	ПК-3 [1] - способен владеть основами проектирования и конструирования оборудования <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-3[1] - знать основы компьютерных и информационных технологий ; У-ПК-3[1] - уметь работать с документацией по эксплуатации систем, оборудования, средств измерения, контроля, управления, автоматики, средств вычислительной техники; В-ПК-3[1] - владеть навыками оформления результатов проведенных измерений, расчетов и других работ при проектировании и конструировании оборудования
производственно-технологический			

проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию	ядерные реакторы, термоядерные и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов и бланкетов термоядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии	ПК-9 [1] - способен владеть методами испытания основного оборудования энергетических установок, выполнения технико-экономических расчетов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-9[1] - знать технические характеристики оборудования, порядок ввода и вывода систем в работу; ; У-ПК-9[1] - уметь экономически эффективно эксплуатировать и контролировать техническое состояние оборудования; В-ПК-9[1] - владеть методами контроля, проверок и испытаний систем и навыками выявления неисправностей в работе оборудования
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию	ядерные реакторы, термоядерные и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов и бланкетов термоядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители и	ПК-10 [1] - способен разрабатывать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-10[1] - знать передовой отечественный и зарубежный опыт в области использования атомной энергии; ; У-ПК-10[1] - уметь анализировать информационные документы с результатами научных исследований;;

	материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии		В-ПК-10[1] - владеть опытом разработка предложений по совершенствованию действующих процессов на основе передовых научных достижений
--	---	--	--

4. 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>3 Семестр</i>						
1	Концепция реакторов на быстрых нейтронах. Основные топливные и конструкционные материалы, теплоносители.	1-8	4/12/0	КИ-8 (25)	25	КИ-8	3-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9,

							3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
2	Опыт создания и основные проекты реакторов на быстрых нейтронах.	9-16	4/12/0	КИ-16 (25)	25	КИ-16	3-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		8/24/0		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	Э	3-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10

* – 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>3 Семестр</i>	8	24	0
1-8	Концепция реакторов на быстрых нейтронах. Основные топливные и конструкционные материалы, теплоносители.	4	12	0
1 - 8	Концепция реакторов на быстрых нейтронах. Основные топливные и конструкционные материалы, теплоносители. Поколения ядерных реакторов. Причины, сформировавшие список реакторов поколения IV, цели создания списка развиваемых концепций. Обзор списка технологий реакторов поколения IV. Возникновение концепции реакторов на быстрых нейтронах. Вовлечение в топливный цикл урана 238, внутренняя безопасность. Преимущества использования жидкометаллического теплоносителя в ядерной энергетике. История развития от исследовательских до энергетических реакторов. Ядерное топливо для быстрых реакторов. Двуокись, монокристалл и монокристалл урана. Физико-механические и нейтронно-физические свойства радиационное распухание, совместимость с материалами оболочек твэлов. Основные области практического применения жидких металлов в ядерной энергетике. Сравнительный анализ ядерных, физических, теплофизических и химических свойств теплоносителей основных классов, используемых в атомной энергетике (вода, газы, органические соединения, диссоциирующие газы, легкоплавкие металлы и их расплавы). Свойства лития, натрия, свинца, расплавов Na-K, Pb-Bi, Pb-Li, Pb-Bi-Li. Источники примесей в жидких металлах. Зависимость растворимости примесей в жидких металлах от температуры. Физико-химические свойства соединений примесей с жидкими металлами. Характер взаимодействия жидких металлов с металлическими и неметаллическими примесями. Влияние примесей на физико-химические свойства жидких металлов. Методы контурной очистки («горячая» и «холодная» очистка) жидкометаллических теплоносителей. Меры по обеспечению безопасной эксплуатации жидкометаллических технологических систем. Физико-химические явления при воздействии жидких металлов на твердые металлы в условиях работы ядерных энергетических систем. Обзор свойств основных классов конструкционных материалов и требования к ним. Общие закономерности взаимодействия конструкционных материалов с жидкими металлами. Влияние облучения, наличия градиентов температурных полей, наличия разнородных материалов и механических напряжений на	Всего аудиторных часов		
		4	12	0
		Онлайн		
		0	0	0

	совместимость жидких металлов с конструкционными материалами.			
9-16	Опыт создания и основные проекты реакторов на быстрых нейтронах.	4	12	0
9 - 16	Опыт создания и основные проекты реакторов на быстрых нейтронах. еакторы с натриевым теплоносителем. Возможные варианты реализации концепции. Конструкция и опыт эксплуатации БН 350, БН 600, БН 800, проект БН 1200. Системы безопасности ядерных энергетических реакторов с натриевым теплоносителем на примерах БН 600, БН 800. Опыт аварий. Зарубежные проекты. Обоснование технологии свинцового теплоносителя. Основные преимущества и проблемы, совместимость материалов. Технологии поддержания чистоты теплоносителя в контуре. Существующий опыт исследовательских реакторов. Характеристики и особенности конструкции активной зоны реактора типа Брест. Основные системы безопасности реактора, особенности и режимы работы. Вопросы переработки нитридного топлива. Особенности теплоносителя свинец-висмут по сравнению со свинцовым теплоносителем. Основные преимущества и проблемы, совместимость материалов. Опыт работ, реактор ядерных подводных лодок проекта 645. Принцип модульной компоновки АЭС. Проект СВБР: конструкция активной зоны, теплогидравлический расчет. Преимущества моноблочной компоновки реактора. Основные системы безопасности моноблоков СВБР. Конструкция страховочного корпуса, пассивной системы отвода остаточного тепловыделения. Анализ проектных аварий. Обзор проектов газоохлаждаемых реакторов на быстрых нейтронах с замкнутым топливным циклом: БГР-300, GCFR-300, GCFR-1000, GBR-4. Особенности конструкций активных зон. Соотношение между объемными долями компонентов активных зон. Обзор проектов реакторов малой мощности, концепция «ядерной батарейки».	Всего аудиторных часов		
		4	12	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

ТЕМЫ СЕМИНАРОВ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>3 Семестр</i>
1 - 16	Темы практических занятий 1. Типовая схема открытого и замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ). Связь параметров быстрых реакторов и ЗЯТЦ. 2. Реактор на быстрых нейтронах с внутренней безопасностью. 3. Концепции гетерогенной и гомогенной трансмутации, сравнительный анализ возможностей реализации в различных вариантах реакторов на быстрых нейтронах. 4. Сводка формул и расчет коэффициента теплоотдачи при турбулентном течении теплоносителя с малыми числами Прандтля. Порядок расчета температур в канале реактора с жидкометаллическим теплоносителем. 5. Корреляции для расчета теплоотдачи к потоку натрия, свинца, свинцово-висмутовой эвтектики. Особенности применения формул. 6. Корреляции для расчета теплоотдачи к потоку гелия. 7. Теплообмен при обтекании упаковок шаров. Порядок расчета температур в газохлаждаемом реакторе с шаровой засыпкой ТВЭЛ. 8. Расчет перепада давления в активной зоне. Однофазный теплоноситель. 9. Порядок теплогидравлического расчета активной зоны реактора на быстрых нейтронах.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы курса «Быстрые реакторы» используются различные образовательные технологии. Аудиторные занятия проводятся в интерактивных классах. Особое внимание студентов обращается на дополнительную литературу и интернет-ресурсы, где впоследствии они самостоятельно смогут получать актуальную информацию по читаемым темам, а также брать материал для домашнего задания. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала, а также выполнение домашнего задания.

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)
ПК-1.1	З-ПК-1.1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1.1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1.1	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-10	З-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-16

	У-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-10	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-7	З-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-7	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
ПК-9	З-ПК-9	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-9	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-9	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 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 твердо 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.
--	--	--	---

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Z81 Application of Compact Heat Exchangers For Combined Cycle Driven Efficiency In Next Generation Nuclear Power Plants : A Novel Approach, Zohuri, Bahman. , Cham: Springer International Publishing, 2016
2. ЭИ M29 The Physics of Nuclear Reactors : , Marguet, Serge. , Cham: Springer International Publishing, 2017
3. ЭИ Н 602 Атомная энергетика Мира и России. Состояние и развитие. 1970-2018-2040 (2050) гг : монография, Нигматулин Б.И., Москва: МЭИ, 2020

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. И A67 Application of Stable Lead Isotope Pb-208 in Nuclear Power Engineering and its Acquisition Techniques : , , New York: Nova science publishers, 2013
2. ЭИ N91 Nuclear Fuel Cycle Science and Engineering : , , : Elsevier, 2012
3. ЭИ B75 Nuclear reactor types (learn to read by reading) : учебное пособие для вузов, Смирнова С.Н., Воробьева И.А., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
4. Т 64 Беседы о ядерной энергетике. Физика реакторов и технологии модульных быстрых реакторов с теплоносителем свинец-висмут (для начинающих и не только) : монография, Тошинский Г.И., Москва: Проспект, 2019
5. 621.039 О-75 Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов : Учеб. пособие для вуза, Бать Г.А., М.: Энергоиздат, 1982
6. 621.039 Г55 Разработка быстрых газоохлаждаемых реакторов в России : , Пономарев-Степной Н.Н., Фомиченко П.А., Глушков Е.С., Москва: ИздАТ, 2008
7. 621.039 М33 Техническая физика быстрых реакторов с натриевым теплоносителем : учебное пособие для вузов , Матвеев В.И., Хомяков Ю.С., Москва: Издательский дом МЭИ, 2012
8. 621.039 Н34 Физические основы безопасности ядерных реакторов : учебное пособие, Наумов В.И., Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
9. 621.039 А28 Экологически безупречная ядерная энергетика : , Адамов Е.О., Ганев И.Х., Москва: НИКИЭТ им. Н.А. Доллежалея, 2007

10. ЭИ ЯЗ4 Ядерные технологии: история, состояние, перспективы : учебное пособие для вузов, Андрианов А.А. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

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 домашнее задание. Домашнее задание сдается на 16-ой неделе. Типовой вариант домашнего задания, требования к его выполнению и критерии оценок, приведены в специальном разделе программы и могут корректироваться преподавателем в зависимости от степени усвоения студентами учебного материала в течение семестра. Средством контроля студентов на 8-ой неделе является устный опрос.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

При разработке курса использована современная отечественная и иностранная литература. Чтение лекций и проведение семинарских занятий рекомендуется 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 курса рекомендуется выдать студентам использованные презентации в электронном виде, а также предоставить им доступ к материалам конференций и семинаров по быстрым реакторам.

Для начала необходимо дать общий обзор основных стадий ядерного топливного цикла (открытого и замкнутого) и оценить перспективы реакторов на быстрых нейтронах. После этого делается краткий обзор концепций быстрых реакторов, их сравнение, обзор топливных, конструкционных материалов и теплоносителей. Далее следует последовательно описывать основные принятые концепции быстрых реакторов на примерах конкретных проектов.

Автор(ы):

Лаврухин Алексей Анатольевич, к.ф.-м.н., доцент

Рецензент(ы):

д.ф.-м.н., Тихомиров Георгий Валентинович