

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ ЯДЕРНЫХ
РЕАКТОРОВ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/423-573.1

от 20.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ПРОБЛЕМЫ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

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./КСР/КП
8	2	72	15	15	0	42	0	3
Итого	2	72	15	15	0	42	0	

АННОТАЦИЯ

Курс направлен на формирование знаний в области технологий, физико-технических процессов, вопросов безопасности, экономического анализа всех стадий ядерного топливно-энергетического комплекса (ЯТЭК), включающего в том числе ядерный топливный цикл (ЯТЦ) и ядерную энергетику (ЯЭ), и системного понимания процессов, происходящих в ядерном топливно-энергетическом комплексе. Понимание и оценка того, что ЯТЭК – это система, и решение, принятое в отношении поведения величины какого-либо параметра на одной из стадий ЯТЭК, обязательно приведет к пересмотру стратегии поведения в отношении других параметров на этой и других стадиях ЯТЭК, что, в конечном счете, изменит поведение и экономическую эффективность всего ЯТЭК. Знание данной дисциплины необходимо в процессе работы над магистерской диссертацией, а также при практической работе выпускников по специальности.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины состоит в том, чтобы ввести студентов в круг понятий, представлений, моделей и методов, используемых в задачах ядерной науки и техники. Знание данной дисциплины необходимо в процессе работы над научно-исследовательской работой, диссертацией, а также при практической работе выпускников на предприятиях атомной отрасли.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Содержание программы дисциплины представляет собой развитие полученных ранее знаний в области физико-технических наук. В ней используются основные понятия, концепции, представляющие собой теоретическую базу выпускников. Для успешного освоения курса необходимо изучение следующих дисциплин:

1. Высшая математика (дифференциальное и интегральное исчисление).
2. Аналитическая геометрия (системы координат, векторы).
3. Математический анализ (ряды Тейлора, поверхностные интегралы, градиент, дивергенция).
4. Обыкновенные дифференциальные уравнения.
5. Уравнения математической физики.
6. Общая физика.
7. Общая химия.
8. Теоретическая механика.
9. Теория машин и механизмов.
10. Технология металлов.
11. Сопротивление материалов.

Изучение дисциплины студентам знать основные проблемы ядерной энергетики; их системную связь с проблемами других отраслей народного хозяйства; критерии принятия решений и модели анализа этих проблем. Студенты должны уметь применять модели, изучаемые в курсе, к решению практических задач ядерной энергетики.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции ОПК-2 [1] – Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач в сфере ядерной энергетики и технологий	Код и наименование индикатора достижения компетенции З-ОПК-2 [1] – Знать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач У-ОПК-2 [1] – Уметь формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач В-ОПК-2 [1] – Владеть навыками формулирования целей и задач исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач
--	--

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
экспертный			
Оценка соответствия предлагаемого решения достигнутому мировому уровню	Атомный ледокольный флот Атомные электрические станции Плавучая АЭС Сфера научных исследований в области ядерной физики и технологий	ПК-8 [1] - способен оценить перспективы развития ядерной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно - исследовательских работах <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.009, 24.078	З-ПК-8[1] - Знать принятые технологии и перспективы развития различных типов реакторов; основные тепловые, гидравлические и нейтронно-физические процессы, протекающие в ядерных энергетических установках ; У-ПК-8[1] - Уметь применять полученные знания к решению практических задач связанных с организацией ядерного топливного цикла и проектированием ядерных энергетических установок.; В-ПК-8[1] - Владеть методами инженерных расчетов ядерных энергетических установок и обеспечения конкурентоспособности ядерной энергетики при

			учете всех затрат топливного цикла.
--	--	--	-------------------------------------

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.

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
----------	---	--------	---	---	----------------------------------	---	---------------------------------------

* – 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:

Обозна чение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
------------	---------------------------	---------------	--------------------	---------------

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозна чение	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

Предусматривается использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. В рамках учебного курса предусмотрены посещения семинаров, проводимых в НИЦ “Курчатовский институт”.

В курсе предусмотрен разбор конкретных ситуаций (решение прикладных проблемных задач ядерной энергетики “мозговым штурмом”) в сочетании с самостоятельной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков:

1. Пример оптимизации ядерного топливно-энергетического комплекса (ЯТЭК). Графическое решение, дающее рыночное равновесие всех подсистем ЯТЭК.
2. Финансовое управление ЯТЭК, как акционерного общества. Котировка акций.
3. Роль цены плутония как множителя Лагранжа.

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)
ОПК-2	З-ОПК-2	З, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-2	З, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-2	З, КИ-8, КИ-15
ПК-8	З-ПК-8	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-8	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-8	З, КИ-8, КИ-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 вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 –	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает
60-64			

			неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
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.

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

Ядерная отрасль является динамично развивающимся высокотехнологичным сектором современной экономики, который имеет свое информационное поле (интернет-пространство). Самостоятельное изучение студентами информационного поля расширит кругозор и позволит сформировать собственный взгляд на проблемы использования ядерной энергии в мирных целях.

Научно-деловой портал «Атомная энергия 2.0» – самое крупное и наиболее посещаемое в России и странах СНГ прогрессивное цифровое СМИ атомной отрасли, выходящее в сотрудничестве со многими научно-производственными, деловыми, государственными, образовательными, общественными и экологическими организациями с 2008 года.

<http://www.atomic-energy.ru> - полное название сайта. Много информации по различным аспектам проектов ядерных энергетических установок, технологий ядерного топливного цикла, экономики ядерной энергетики.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

В помощь лектору, а также преподавателям, ведущим практические занятия по курсу «Проблемы ядерной энергетики» рекомендуется использовать следующие учебные пособия, методические и справочные материалы.

В качестве основной литературы:

1. Кесслер Г. Ядерная энергетика: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 264 с.
2. Камерон И. Ядерные реакторы: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 320 с.
3. Бартоломей Г.Г., Бать Г.А., Байбаков В.Д., Алхутов М.С. Основы теории и методы расчета ядерных реакторов: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. Г.А. Батя. – М.: Энергоиздат, 1982. – 512 с.
4. Справочник по ядерной энерготехнологии. Пер. с англ./ Ф. Ран, А. Адамантиадес, Дж. Кентон, Ч. Браун; Под ред. В.А. Легасова. □ М.: Энергоатомиздат, 1989. – 752 с.
5. Машиностроение. Энциклопедия/ Ред. совет: К.В. Фролов и др. М.: Машиностроение/ Машиностроение ядерной техники. Т. IV-25. В 2-х кн. Е.О. Адамов, Ю.Г. Драгунов, В.В. Орлов и др. Под общ. ред. Е.О. Адамова. 2005. – 960 с.
6. Голубев Б.П. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений: Учебник для вузов/ Под ред. Е.Л. Столяровой. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 464 с.
7. Гусев Н.Г., Машкович В.П., Суворов А.П. Защита от ионизирующих излучений. Том I. Физические основы защиты от излучений: Учебник для вузов. Под общей редакцией Н.Г. Гусева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Атомиздат, 1980. – 461 с.
8. Гусев Н.Г., Машкович В.П., Суворов А.П., Ковалев Е.Е. Защита от ионизирующих излучений. В 2-х т. Том 2. Защита от излучений ядерно-технических установок: Учебник для вузов. Под общей редакцией Н.Г. Гусева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.
9. Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции: Учебник для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИздАТ, 1994. – 296 с.
10. Зорин В.М. Атомные электростанции: учебное пособие. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 672 с.
11. Бескоровайный Н.М., Калинин Б.А., Платонов П.А., Чернов И.И. Конструкционные материалы ядерных реакторов: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 704 с.
12. Герасимов В.В., Монахов А.С. Коррозия реакторных материалов. – М.: ЦНИИАтоминформ, 1994. – 160 с.
13. Синев Н.М. Экономика ядерной энергетики: Основы технологии и экономики производства ядерного топлива. Экономика АЭС: Учеб. пособие для вузов – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 480 с.
14. Коровин Ю.А., Муроков В.М. Современные проблемы ядерной энергетики. Учебное пособие по курсу “Современные проблемы ядерной энергетики”. – Обнинск: ИАТЭ, 2006. – 224 с.
15. Шевелёв Я.В., Клименко А.В. Эффективная экономика ядерного топливно-энергетического комплекса. – М.: РГГУ, 1996. □ 736 с.

16.Клименко А.В. Математическая модель оптимизации энергосистемы и ее применение. Монография. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. □ 292с.

Для повышения интереса студентов к изучению материала курса желательно нацелить их на самостоятельное изучение информационного поля (интернет-пространства) ядерных проблем и исследований.

Главная задача состоит в ознакомлении студентов с основными ядерными процессами, и проблемами (еще не решенными задачами) атомной науки и техники. Важной частью курса является обсуждение физико-технических, технологических, безопасностных, экономических, экологических проблем, связанных с использованием ядерной энергии.

Особое внимание следует заострить на системном характере всех проблем ядерной энергетики и ее ЯТЦ. Любую проблему ядерного топливно-энергетического комплекса (ЯТЭК) нужно рассматривать в системе, в которой следует выделять важные связи с другими областями знаний (и отраслями народного хозяйства и мирового хозяйства), наработками, достижениями и недостатками в этих областях (и хозяйствах). Эти связи могут порождать или усиливать проблемы для ЯТЭК. Например, при ликвидации Чернобыльской аварии в 1986 году срочно заменяли ненадежное оборудование, и среди него – отсекающие задвижки для 3-го блока. Задвижки делались по спецзаказу и срочно, на заводе прошли тщательную проверку. После их установки перед пуском решили их еще раз перепроверить. Оказалось, все, кроме одной, с дефектами. Так смежные отрасли создали проблему для ядерной энергетики. Задвижки, конечно, были вторично заменены. Об этом случае писали в газетах.

Также важно показать место ядерной энергетики и ее ЯТЦ в среде конкурирующих технологий. Далеко не все говорит в пользу ядерной энергетики. Однако, следует напоминать студентам-физикам, что человечество не откажется от освоения ядерной энергии по простой причине: в ядре вещества сосредоточена самая большая удельная энергия на 1 грамм вещества. Люди пробуют ее взять. Дело это оказалось не простым. Пока пробуют взять ядерную энергию с помощью реакции деления. И здесь еще много работы. Ведь построенные и проектируемые реакторы деления далеки от совершенства. Много проблем. Поэтому нужно исследовать, проектировать, строить и набираться опыта освоения ядерной энергии. Для этого и изучается курс «Проблемы ядерной энергетики».

Желательно лекционный материал дополнять примерами из истории ядерной науки и техники, в которых в процессе постановки и решения задач возникали проблемы, нередко неожиданно, однако проблемы эти преодолевались. И решения находились обычно очень простые.

Автор(ы):

Куликов Геннадий Генрихович, к.ф.-м.н.