

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 ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ ЯДЕРНЫХ
РЕАКТОРОВ

ОДОБРЕНО УМС ФБИУКС

Протокол № 24/08

от 22.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ УЧЕТА, КОНТРОЛЯ И ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 38.04.02 Менеджмент

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
4	2-3	72-108	8	22	0		42-78	0	3
Итого	2-3	72-108	8	22	0	0	42-78	0	

АННОТАЦИЯ

Изложены основные методы интегрирования подсистем ФЗ, способы их реализации в существующих системах, основные производители и системы используемые на ядерных объектах РФ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания дисциплины состоит в том, чтобы познакомить студентов с основами учета, контроля и защиты ядерных материалов, используемыми на различных предприятиях ядерного топливного цикла. Дать студентам представление об опасности ядерных материалов с точки зрения обеспечения нераспространения ядерного оружия, об основных методах и современном состоянии систем учета, контроля и защиты ядерных материалов.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

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

Общая физика, Общая химия, Атомная физика, высшая математика (дифференциальное и интегральное исчисление), Аналитическая геометрия (системы координат, векторы), Линейная алгебра (линейные пространства, операторы), Математический анализ (ряды Тейлора, поверхностные интегралы, градиент, дивергенция), Обыкновенные дифференциальные уравнения, Теория функций комплексного переменного (преобразование Лапласа, Фурье), Уравнения математической физики, Теоретическая физика (кинетическое уравнение Больцмана, распределение газов), Физическая теория ядерных реакторов, Материалы ядерных реакторов.

Данная дисциплина является необходимой для изучения дальнейших программ дисциплин, "Методика проектирования систем физической защиты", «Компьютеризированные системы учета и контроля ЯМ», а также при выполнении научно-исследовательской работы, ВКР и при практической работе.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 [1] – Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	З-УК-1 [1] – Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации У-УК-1 [1] – Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации В-УК-1 [1] – Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками

	постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий
--	--

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
научно-исследовательский			
Коммерциализация разработок и внедрение результатов научно-технических исследований в реальный сектор экономики, включая глобальные рынки ядерной энергетики.	Процессы управления организациями различных организационно-правовых форм; Процессы государственного, корпоративного и муниципального управления; Научно-исследовательские процессы; Инновационные процессы.	ПК-2.1 [1] - Способен оценивать и прогнозировать развитие инновационных технологий в области ядерного топливного цикла двухкомпонентной ядерной энергетики <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	З-ПК-2.1[1] - Знать: Порядок и методы проведения патентных исследований; Экономика ядерного топливного цикла; Порядок разработки и оформления отчетной документации по результатам выполненных исследований; У-ПК-2.1[1] - Уметь: Проводить патентные исследования; Оценивать научно-технический уровень достигнутых результатов; Производить сравнительный анализ; В-ПК-2.1[1] - Владеть навыками: Анализ и обобщение результатов выполненных научно-технических исследований и разработок; Внедрение результатов научно-технических исследований и проектных разработок; Подготовка

			публикаций, составление заявок на изобретения с подчиненным персоналом
организационно-управленческий			
Разработка системы управления и обеспечения устойчивого и безопасного функционирования и развития объектов атомной энергетики.	Процессы управления организациями различных организационно- правовых форм; Процессы государственного, корпоративного и муниципального управления; Научно- исследовательские процессы; Инновационные процессы.	ПК-2.2 [1] - Способен к разработке системы управления ядерными инцидентами, аварийным планированием и реагированием. <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.035	З-ПК-2.2[1] - Знать: Общие положения обеспечения безопасности объектов использования атомной энергии; Нормы и правила экологической, пожарной, радиационной и ядерной безопасности атомной станции.; У-ПК-2.2[1] - Уметь: Организовывать работу структурных подразделений и деятельность подчиненного персонала; Руководить действиями персонала в условиях аварийной нестатной ситуации, экстремальных природных и других внешних воздействий на атомную станцию.; В-ПК-2.2[1] - Владеть навыками: Организация работы персонала при возникновении нестатных ситуаций на объектах использования атомной энергии; Обеспечение устойчивого и безопасного функционирования и развития объектов атомной энергетики; Обеспечение соблюдения правил ядерной и

			радиационной безопасности, правил физической защиты ядерных установок, радиационных источников, пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ.
информационно-аналитический			
Анализ управленческих решений и оценка экономической эффективности и рисков проектов сооружения объектов использования атомной энергии	Процессы управления организациями различных организационно-правовых форм; Процессы государственного, корпоративного и муниципального управления; Научно-исследовательские процессы; Инновационные процессы.	ПК-2.3 [1] - Способен анализировать и обосновывать решения в области ядерного страхования и правового регулирования поставками ядерных материалов. <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.090, Анализ опыта: По согласованию с заказчиком образовательной программы Трудовая функция: «Выполнение деятельности в области анализа управленческих решений и оценки экономической эффективности и рисков проектов сооружения ОИАЭ»	З-ПК-2.3[1] - Знать: Нормативные правовые акты, регламентирующие инвестиционно-строительную деятельность; Методы идентификации рисков проекта сооружения ОИАЭ; Методы учета налоговых платежей в сметах при формировании стоимости проектов сооружения ОИАЭ.; У-ПК-2.3[1] - Уметь: Идентифицировать риски проекта сооружения ОИАЭ; Находить и анализировать информацию, необходимую для подготовки ведомостей объемов работ для использования их при установлении стоимостных показателей проекта сооружения ОИАЭ.; В-ПК-2.3[1] - Владеть навыками: Сбор информации о факторах рисков проекта сооружения ОИАЭ; Идентификация стоимостных рисков в зоне своей ответственности.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Прак- т. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>4 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	4/11/0		25	КИ-8	3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, 3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-2.3, У-ПК-2.3, В-ПК-2.3, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1
2	Часть 2	9-15	4/11/0		25	КИ-15	3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, 3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-2.3, У-ПК-2.3, В-ПК-2.3, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1
	<i>Итого за 4 Семестр</i>		8/22/0		50		
	Контрольные мероприятия за 4 Семестр				50	3	3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, 3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-2.3, У-ПК-2.3, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-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
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>4 Семестр</i>	8	22	0
1-8	Часть 1	4	11	0
1	Проблема ядерного нераспространения. Специальное обращение с ядерными материалами. Проблема ядерного нераспространения и пути ее решения. Эволюция системы специального обращения с ЯМ, связанная с экономической и политической перестройкой общества.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Нормативно-правовые аспекты обращения с ядерными материалами. Нормативно-правовые основы развития и функционирования систем учета, контроля и физической защиты ядерных материалов (системы УК и ФЗ ЯМ) в Российской Федерации.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Концепция категоризированных гарантий. Концепция категоризированных гарантий. Принцип эшелонированной защиты. Интеграция подсистем УК и ФЗ. Системный подход к проектированию систем УК и ФЗ ЯМ.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Особенности учета ЯМ. Основные понятия системы измеряемого материального баланса ядерных материалов. Идентификация и характеристика ЯМ. Связь с системой бухгалтерского учета ЯМ.	Всего аудиторных часов		
		0	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Информационные системы учета ядерных материалов. Информационные системы учета ядерных материалов. Государственный уровень и уровень эксплуатирующей организации. Требования к качеству знаний о ЯМ. Учетная и отчетная информация. Информационная безопасность.	Всего аудиторных часов		
		0	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Идентификация ядерных материалов. Идентификация ядерных материалов в системе учета и контроля. Метки ЯМ. Их роль и устойчивость к воздействию внешней среды. Автоматизация идентификации ЯМ.	Всего аудиторных часов		
		0	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Измерения ядерных материалов. Измерения ЯМ в целях их учета и контроля. Подтверждающие измерения ЯМ. Условия применения выборочных измерений. Примеры определения объема	Всего аудиторных часов		
		0	1	0
		Онлайн		
		0	0	0

	выборки.			
8	Неразрушающий анализ ЯМ. Неразрушающие методы анализа ЯМ. Применение в учете и контроле ЯМ. Автоматизация измерений ЯМ.	Всего аудиторных часов		
		0	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Часть 2	4	11	0
9	Разрушающий анализ ЯМ. Разрушающий анализ ЯМ. Область применения в учете ЯМ. Программа контроля качества измерений.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Передача ЯМ. Процедуры передачи ядерных материалов. Разница отправитель-получатель. Критерий соответствия данных измерений. Специфика международных передач ЯМ. Физическая инвентаризация ядерных материалов. Определение фактически наличных ЯМ в ЗБМ. Регламентация подготовки и проведения физической инвентаризации. Начальные физические инвентаризации. Проблема кадров.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Баланс ЯМ. Баланс ядерных материалов и его интерпретация. Вид ЯМ. Межбалансовый период. Определением инвентаризационной разницы и ее погрешности с последующим статистическим анализом значимости инвентаризационной разницы. Примеры подведения баланса ЯМ и оценки значимости получаемой инвентаризационной разницы.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Компьютеризация СУиК ЯМ. Компьютеризация учета и контроля ядерных материалов. Причины компьютеризации. Необходимое программное обеспечение. Базовое программное обеспечение для компьютеризированных СУиК ЯМ. Примеры современных компьютеризированных СУиК ЯМ. Требования, предъявляемые к компьютеризированным СУиК ЯМ отраслевым стандартом ОСТ 95 10537-97 (Росатом РФ). Направления в решении проблемы информационной безопасности.	Всего аудиторных часов		
		0	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Внутригосударственный контроль ядерных материалов. Государственный контроль в надзорной форме. Организационные меры и технические средства контроля ЯМ на предприятиях. Атрибутивные признаки ЯМ. Наблюдение и сохранение. Условия эффективного контроля ЯМ.	Всего аудиторных часов		
		0	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Международный контроль ядерных материалов. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ). Система гарантий МАГАТЭ. Условия осуществления гарантий МАГАТЭ. Эффективность мер гарантий.	Всего аудиторных часов		
		0	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Физическая защита ядерных материалов. Основные понятия физической защиты ЯМ. Потенциальные угрозы и модели вероятных нарушителей.	Всего аудиторных часов		
		0	1	0
		Онлайн		

	Подсистемы и технические средства обнаружения и оценки ситуации. Система управления доступом.	0	0	0
16	Физические барьеры. Физические барьеры и силы ответного реагирования. Организационные мероприятия.	Всего аудиторных часов		
		0	1	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 дисциплины используются различные образовательные технологии – занятия проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий. Используются тестовые технологии, то есть специальный банк вопросов в открытой и закрытой форме, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данного курса. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к тестам, а так же 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-2.1	З-ПК-2.1	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2.1	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2.1	З, КИ-8, КИ-15
ПК-2.2	З-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-15
ПК-2.3	З-ПК-2.3	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2.3	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2.3	КИ-8, КИ-15

УК-1	З-УК-1	З, КИ-8, КИ-15
	У-УК-1	З, КИ-8, КИ-15
	В-УК-1	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 – <i>«отлично»</i>	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 – <i>«хорошо»</i>	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 – <i>«удовлетворительно»</i>	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 – <i>«неудовлетворительно»</i>	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 Л 94 Безопасность технологических процессов и оборудования : учебное пособие, Добролюбова М. Ф. [и др.], Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. ЭИ О-75 Основы учёта, контроля и физической защиты ядерных материалов : учебное пособие для вузов, , Москва: МИФИ, 2007
3. ЭИ Т38 Технические аспекты ядерного нераспространения : учебное пособие для вузов, Гераскин Н.И. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
4. 621.039 Т38 Технические аспекты ядерного нераспространения : учебное пособие для вузов, Гераскин Н.И. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 М43 Безопасность исследовательских ядерных установок (в сотрудничестве с МАГАТЭ) : тезисы докладов, 2017
2. 623 Я34 Ядерное нераспространение : учеб. пособие для вузов, Пшакин Г.М. [и др.], М.: МИФИ, 2004

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

Задания для самостоятельных занятий:

1. Правовое регулирование обращения с ядерными материалами в РФ.
2. Проблемы ядерного нераспространения и пути их решения.
3. Уязвимость урана на стадии разделения изотопов.
4. Стандарт защищенности отработанного ядерного топлива.
5. Повышение защищенности свежего ядерного топлива.
6. Влияние человеческого фактора на безопасность обращения с ЯМ.
7. Подтверждающие и выборочные измерения ЯМ при их учете и контроле.
8. Подведение баланса ядерных материалов.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина знакомит студентов с требованиями к реакторным материалам, с их структурой и свойствами, с влиянием на них эксплуатационных факторов. По окончании изучения дисциплины студенты должны уметь обосновано выбирать оптимальные конструкционные и топливные материалы для ядерного реактора заданного типа, иметь представление о перспективных материалах.

Полученные знания будут необходимы для более глубокого понимания студентами, специализирующимися в дальнейшем на нейтронно-физических и тепло-гидравлических расчетах ядерных энергетических установок, процессов, явлений и, в особенности, факторов ограничивающих работоспособность элементов активных зон ядерных реакторов.

Автор(ы):

Глебов Василий Борисович, к.т.н.