

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
КАФЕДРА КИБЕРНЕТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИИКС

Протокол № 8/1/2024

от 28.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК
(ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ)

Направление подготовки
(специальность)

[1] 01.03.02 Прикладная математика и информатика

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
8	3	108	12	12	12		45	0	Э
Итого	3	108	12	12	12	12	45	0	

АННОТАЦИЯ

Курс посвящен изучению методов и средств обеспечения безопасного обращения с ядерными материалами на предприятиях ядерного топливного цикла.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются изучение методов анализа и оптимизации систем безопасного обращения с ядерными материалами. Дать студентам представление об опасности ядерных материалов с точки зрения ядерной, радиационной безопасности, 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 успешного освоения дисциплины необходимы знания основ общей физики, общей химии, атомной физики, высшей математики (дифференциальное и интегральное исчисление), аналитической геометрии (системы координат, векторы), линейной алгебры (линейные пространства, операторы), математического анализа (ряды Тейлора, градиент, дивергенция), обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений математической физики (кинетическое уравнение Больцмана), технической термодинамики, основ физической теории ядерных реакторов, основ материаловедения применительно к ядерному топливному циклу.

Данная дисциплина является базовой для изучения спецкурсов по направлениям: Математическое моделирование ядерных энергетических установок; Методы анализа уязвимости и оптимизации систем безопасного обращения с ядерными материалами (в том числе, «Компьютеризированные системы учета и контроля ядерных материалов»). Знания материалов данного курса необходимо при выполнении НИРС, подготовки выпускной квалификационной работы, а также при практической работе выпускников по специальности «Прикладная математика и информатика».

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

научно-исследовательский			
анализ и математическое моделирование физических процессов	системы ядерно-энергетического комплекса	ПК-1.1 [1] - способен применять цифровые методы обработки информации <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	З-ПК-1.1[1] - знать методы и алгоритмы компьютерной обработки информации; У-ПК-1.1[1] - уметь обоснованно выбирать алгоритмы при обработке данных; В-ПК-1.1[1] - владеть навыками использования компьютера и/или реализации алгоритмов обработки информации в программном обеспечении
анализ и математическое моделирование физических процессов	системы ядерно-энергетического комплекса	ПК-1.1 [1] - способен применять цифровые методы обработки информации <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	З-ПК-1.1[1] - знать методы и алгоритмы компьютерной обработки информации. ; У-ПК-1.1[1] - уметь обоснованно выбирать алгоритмы при обработке данных. ; В-ПК-1.1[1] - владеть навыками использования компьютера и реализации алгоритмов обработки информации в программном обеспечении.
анализ и математическое моделирование физических процессов	системы ядерно-энергетического комплекса	ПК-3 [1] - Способен осуществлять целенаправленный поиск в сети Интернет и других источниках информации о научных достижениях в области прикладной математики , а также о современных программных средствах, относящихся к предмету исследований <i>Основание:</i>	З-ПК-3[1] - знать основные референтные базы данных научных публикаций, поисковые системы научной литературы;; У-ПК-3[1] - уметь осуществлять поиск научной литературы с использованием существующих поисковых систем и референтных баз данных;;

		Профессиональный стандарт: 24.078	В-ПК-3[1] - владеть навыками поиска научной литературы;
производственно-технологический			
разработка математического, программного и алгоритмического обеспечения для анализа и моделирования физических процессов	математические модели процессов в сложных технических системах	ПК-4 [1] - Способен использовать современные языки и методы программирования, комплексы прикладных компьютерных программ, современную вычислительную технику, многопроцессорные вычислительные системы при решении производственных и научно-исследовательских задач в области прикладной математики и информатики <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001	З-ПК-4[1] - знать современные языки и технологии программирования, комплексы прикладных компьютерных программ; ; У-ПК-4[1] - уметь разрабатывать наукоемкое программное обеспечение с использованием современных языков программирования ; В-ПК-4[1] - владеть навыками проведения математического моделирования физических процессов с использованием существующих и разработанных программных комплексов

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и

		практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (В21)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических

		задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными

		и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
--	--	--

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>8 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	6/6/6	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-4, У-ПК-4, В-ПК-4
2	Часть 2	9-15	6/6/6	КИ-15 (25)	25	КИ-15	3-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		12/12/12		50		
	Контрольные мероприятия за 8 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-4, У-ПК-4, В-ПК-4

* – 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>8 Семестр</i>	12	12	12
1-8	Часть 1	6	6	6
1 - 8	Часть 1 Специальное обращение с ядерными материалами. Анализ уязвимости ядерных материалов на разных объектах ядерного топливного цикла. Постатейный анализ закона об использовании атомной энергии. Нормативные основы безопасного обращения с ядерными материалами. Федеральные правила НП-030-19. Принцип категоризации ядерных материалов. Понятие учетной категории ядерных материалов. Основы государственного учета ядерных материалов. Принципы материального баланса ядерных материалов. Основные понятия системы материального баланса ядерных материалов. Физическая инвентаризация ядерных материалов.	Всего аудиторных часов		
		6	6	6
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Часть 2	6	6	6
	Часть 2 Баланс ядерных материалов. Критерии выполнения баланса. Виды измерения ядерных материалов. Методы измерения ядерных материалов. Внутригосударственные передачи ядерных материалов. Международные передачи ядерных материалов. Руководящие принципы ядерного экспорта. Информационные системы учета и контроля ядерных материалов.	Всего аудиторных часов		
		6	6	6
		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 ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>8 Семестр</i>
1 - 4	Лабораторная работа 1 Подтверждающие и выборочные измерения ЯМ при их учете и контроле.
5 - 9	Лабораторная работа 2 Подведение баланса ядерных материалов.
10 - 14	Лабораторная работа 3 Процедуры передачи ядерных материалов.

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>8 Семестр</i>
1 - 2	Тема 1 Правовое регулирование обращения с ядерными материалами в РФ.
3 - 4	Тема 2 Проблемы ядерного нераспространения и пути их решения.
5 - 6	Тема 3 Концепция категоризированных гарантий.
7 - 8	Тема 4 Уязвимость урана на разных стадиях ядерного топливного цикла.
9 - 10	Тема 5 Влияние человеческого фактора на безопасность обращения с ЯМ.
11 - 12	Тема 6 Подтверждающие и выборочные измерения ЯМ при их учете и контроле.
13 - 14	Тема 7 Подведение баланса ядерных материалов.
15	Тема 8 Активные и пассивные ядерные материалы.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс базируется на сочетании и совмещении теоретической и практической подготовки студентов в рамках единых занятий. В начале занятий в форме лекции даются теоретические основы и описываются методы решения задачи, а затем в форме семинара проводится закрепление пройденного материала посредством решения задач, оценки различных вариантов решений, а также совместного обсуждения изученных приемов.

В рамках данного курса проводится серия лабораторных работ, состоящая в выполнении ряда заданий по ходу изучения дисциплины в компьютерных классах кафедры, оборудованных новейшей вычислительной техникой с последующей защитой лабораторных работ.

Теоретический материал курса представлен в виде текста лекций.

Практические задания и темы лабораторных работ разработаны для выработки навыков практического применения методов безопасного обращения с ядерными материалами.

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-1.1	З-ПК-1.1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1.1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1.1	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-4	З-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-4	Э, 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 – «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 –	F	Оценка «неудовлетворительно»

	«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:

1. ЭИ F97 Fundamentals of nuclear materials physical protection, control and accountability : textbook for higher school students, Geraskin N.I. [и др.], Moscow: NRNU "MEPhI", 2011
2. ЭИ Н34 Физические основы безопасности ядерных реакторов : учебное пособие, Наумов В.И., Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
3. 621.039 Ф 50 Физические основы замкнутого (Th-233 U-235 U-238 U-Pu)-цикла (эффективное топливоиспользование, нераспространение, обезвреживание РАО) : , Гераскин Н.И. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2017

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 06 М12 МАГАТЭ : , Адамов Е.О. [и др.], М.: Грин Лон, 1997
2. 623 Я34 Ядерное нераспространение : учеб. пособие для вузов, Пшакин Г.М. [и др.], М.: МИФИ, 2004
3. 623 Я34 Ядерное нераспространение Т.1 , , М.: ПИР - Центр полит. иссл., 2002
4. 623 Я34 Ядерное нераспространение Т.2 , , М.: ПИР - Центр полит. иссл., 2002

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

1. Компьютерный класс ()

2. Проектор

3. Доступ в Интернет ()

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Значительная часть содержания лекционного материала по этой дисциплине «Математическое обеспечение ядерных энергетических установок (дополнительные главы)» подкрепляется практическими и лабораторными занятиями. Подготовка к выполнению практических занятий и лабораторных работ является важнейшей частью учебного процесса и должна производиться в соответствии с графиком их исполнения и рекомендациями преподавателей.

Важную роль в понимании материалов курса играют нормативные внутригосударственные и международные документы. Наиболее эффективным направлением самостоятельной работы студентов – слушателей курса было бы опережающее лекционный курс ознакомление с содержанием этих документов.

Ниже приведены некоторые дополнительные ссылки на литературные источники по излагаемому на лекциях материалу.

Рекомендуемые ссылки

1 621.039

О-75 Основы учёта, контроля и физической защиты ядерных материалов [Текст] / ред. : Э. Ф. Крючков. - Москва : МИФИ, 2007. - 543 с. - (Библиотека ядерного университета). - ISBN 978-5-7262-0869-5.

2 621.039

М54 Методы и процедуры учета и контроля ядерных материалов [Текст] : Лаб.практикум: Учеб.пособие для вузов. - М. : МИФИ.

Ч.1 : Стогов Ю.В.,Поляков А.А. Организация планирования и проведения физической инвентаризации,определение массы ЯМ,программа применения устройств индикации вмешательства. - [Б. м.], 2002. - 112 с. - ISBN 5-7262-0442-5

3 621.039

С50 Смирнов, В.Е. Методы и процедуры учета и контроля ядерных материалов [Текст] / Смирнов В.Е. - М. : МИФИ, 2002. - 68 с. - ISBN 5-7262-0417-4

4 621.039

М54 Методы и процедуры учета и контроля ядерных материалов [Текст] : Лаб. практикум: Учеб. пособие для вузов. - М. : МИФИ. Ч.2 : Смирнов В.Е. Применение штрих кодов в подсистеме автоматизированного сбора данных по ЯМ. – [Б. м.], 2002. – 128 с. – ISBN 5-7262-0442-5

5 Основные правила учета и контроля ядерных материалов. НП-030-19. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии

6 Методические рекомендации по проведению физической инвентаризации ядерных материалов на ядерных установках и пунктах хранения ядерных материалов. РБ-026-04. Федеральная служба по атомному надзору. Руководство по безопасности

7 Требования к организации зон баланса материалов. НП-081—07. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии.

8 ОСТы 95 10556, 7, 8 –2000. УИВ. Основные положения, ТУ

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Пояснения преподавателям к изложению курса

«Математическое обеспечение ядерных энергетических установок (дополнительные главы)»

Тема 1. Специальное обращение с ядерными материалами. Анализ уязвимости ядерных материалов на разных объектах ядерного топливного цикла.

Обеспечение безопасного с точки зрения общества и окружающей среды использования ядерных материалов (ЯМ) является главной проблемой в развитии мировой ядерной энергетики. Для общества безопасное использование ЯМ подразумевает исключительно мирное их использование. В существующем мире последнее условие не является очевидным и требует со стороны мирового сообщества целенаправленных действий с целью его обеспечения. Данную проблему принято называть проблемой ядерного нераспространения. Специальное обращение с ЯМ представляет собой совокупность мер и средств для обеспечения ядерного нераспространения. Основу этих мер и средств составляют учет и контроль ядерных материалов. В России специальному обращению с ЯМ всегда уделялось большое внимание. Политическая и экономическая перестройка в стране в последнее десятилетие привела к значительному пересмотру отношения ко всей системе специального обращения с ЯМ. Рассматривается эволюция системы специального обращения с ЯМ, связанная с экономической и политической перестройкой общества.

Темы 2-4. Специальное обращение с ядерными материалами. Анализ уязвимости ядерных материалов на разных объектах ядерного топливного цикла. Нормативные основы безопасного обращения с ядерными материалами. Федеральные правила НП-030-19.

Принятие закона Российской Федерации “Об использовании атомной энергии” создало принципиальную правовую основу для развития и функционирования СФЗУК ЯМ. Главная идея, которой пронизан этот документ заключается в обеспечении условий безопасного использования атомной энергии, включая безопасное использование ЯМ. Этот закон предписывает создание в России системы государственного учета и контроля ЯМ и обеспечение физической защиты ядерных установок и ядерных материалов. Госкорпорация «Росатом» с участием заинтересованных министерств и ведомств в 1997 году разработана Федеральная целевая программа “Разработка и внедрение Системы государственного учета и контроля ядерных материалов”, направленная на обеспечение оперативного получения достоверной информации о фактическом количестве и перемещениях ЯМ на предприятиях РФ, а также предотвращение возможности их потерь. В рамках программы разрабатываются новые и уточняются действующие нормативные документы, регламентирующие вопросы учета и контроля ЯМ. Темы посвящены анализу законодательных и нормативных документов, принятых в Российской Федерации и определяющих условия развития и функционирования систем УиК ЯМ.

Тема 5. Принцип категоризации ядерных материалов. Понятие учетной категории ядерных материалов.

Тема посвящена изложению концепции СУиК ЯМ как единой системы нормативно-правовых, организационных и инженерно-технических мер и средств, направленных на обеспечение национальных гарантий нераспространения. Обеспечение ядерного

нераспространения достигается с помощью совокупности мер различного характера. В основе построения систем учета и контроля ядерных материалов лежит концепция категоризированных гарантий. Эта концепция заключается в обеспечении различных уровней учета, контроля и защиты ЯМ в зависимости от категории материала. Максимальный уровень защиты и контроля обеспечивается тем ЯМ, потеря, кража либо переключение которых может нанести наибольший урон национальной безопасности, здоровью людей или окружающей среде, т.е. материалам высшей категории.

Тема 6. Основы государственного учета ядерных материалов. Принципы материального баланса ядерных материалов.

Тема посвящена ознакомлению с основными понятиями государственного учета и контроля ядерных материалов, описанию процедур учета ЯМ. Учет ЯМ подразумевает: категоризацию и идентификацию ЯМ для того, чтобы понять какой представлен материал; измерение ЯМ для того, чтобы знать сколько материала представлено; документирование всех данных о ЯМ и операций с ними для обеспечения полного знания о ЯМ. Система учета ЯМ должна описывать и документировать все изменения в инвентарном количестве ЯМ, обеспечивать полные данные об инвентарных количествах ЯМ, находящихся в зоне баланса в любой требуемый момент времени; помогать отслеживать несанкционированные действия с ними; фальсификацию данных о ЯМ, потери либо наличие избыточных ЯМ. Система учета должна позволять генерировать отчетную информацию о ЯМ для внутреннего и внешнего использования. В рамках темы разъясняются основные принципы, лежащие в основе системы материального баланса.

Тема 7. Основные понятия системы материального баланса ядерных материалов.

Дается определение учета ядерных материалов и его реализации.

Госучет ЯМ представляет собой получение, сбор и анализ информации о наличных количествах и потоках ЯМ. Госучет осуществляется путем сплошного непрерывного документального учета измеренных параметров ЯМ при всех операциях (технологических, хозяйственных) с ЯМ, а также проверки ее соответствия фактическому наличию (подведение баланса).

Разъясняются понятия наличных количеств – это ЯМ, имеющиеся в наличии и потоков ЯМ – передаваемые ЯМ.

Определение ЯМ в информационном пространстве. Для этого надо сделать две вещи:

- Поименовать ЯМ (идентифицировать);
- Охарактеризовать ЯМ (путем измерений).

Понятие партии ЯМ - некоторое количество материала в балк- или штучной форме, состав которого определен единым набором результатов измерений.

Разъясняются свойства партии ЯМ. То есть партия ЯМ включает либо однородный материал (балк-форма), либо однотипные изделия (штучная форма).

Подробно анализируются параметры партии ЯМ.

Рассмотрены две формы ЯМ. Анализируется идентификация и измерение ЯМ в штучной и балк-форме.

Излагается идеология главных учетных процедур для определения наличных количеств и потоков ЯМ.

Тема 8. Физическая инвентаризация ядерных материалов.

В рамках темы анализируется процедура физической инвентаризации ядерных материалов. Определение фактически наличных ЯМ в ЗБМ. Регламентация подготовки и

проведения физической инвентаризации. Начальные физические инвентаризации. Проблема кадров.

Тема 9. Баланс ядерных материалов. Критерии выполнения баланса.

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.

Темы 10-12. Виды измерения ядерных материалов. Методы измерения ядерных материалов.

В рамках системы измеряемого материального баланса ЯМ основными операциями для получения исходной информации о партиях ЯМ являются идентификация объектов и измерения параметров партии. Рассматривается применение баркодной технологии для идентификации ЯМ. Эта технология позволяет радикальным образом снизить затраты труда по идентификации ЯМ. Приводится описание основных видов и методов измерений, применяемых для целей учета и контроля ЯМ. Отмечается важность вопросов контроля качества измерений ЯМ.

Темы 13-14. Внутригосударственные передачи ядерных материалов. Международные передачи ядерных материалов. Руководящие принципы ядерного экспорта.

Тема посвящена изложению основных вопросов, связанных с передачей ядерных материалов в соответствии с правилами учета системы измеряемого материального баланса ЯМ. Одной из основных учетных процедур является процедура передачи ЯМ. При передачах ЯМ возникает разница между данными отправителя и теми данными о количестве передаваемого материала, которые получает при его измерении получатель. Существование этой разницы является мерой неопределенности наших знаний о ЯМ и определяется теми погрешностями в системах измерений, которые используются отправителем и получателем. У нас в стране ситуация такова: до последнего времени существовавшей бухгалтерской системой учета ЯМ этот факт практически полностью игнорировался, а рассогласование данных списывалось через стандарты технологических потерь. Эта неестественная ситуация с передачей материалов снимается в рамках вводимой системы измеряемого материального баланса ЯМ. Анализируется документ INFCIRC/254 «Руководящие принципы ядерного экспорта».

Тема 15. Информационные системы учета и контроля ядерных материалов.

Тема посвящена информационной системе учета ядерных материалов. Анализируется структура информационных систем на уровнях государства, эксплуатирующей организации, зоны баланса ЯМ. Рассмотрены элементы информационных систем, приводятся основные формы учета ЯМ. Значительное внимание уделено вопросам компьютеризации учета и контроля ЯМ как одной из главных тенденций развития, отвечающих современным потребностям безопасного использования ЯМ. Рассматриваются причины компьютеризации, модели учета операций с ЯМ, архитектура используемых компьютерных сетей, примеры компьютеризированных систем учета и контроля ЯМ.

Автор(ы):

Глебов Василий Борисович, к.т.н.