


УТВЕРЖДАЮ

Директор ФТИ

 О.Ю. Долматов  
«22» 06 2015 г.

**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)**

**МЕТОДЫ И ПРОЦЕДУРЫ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Направление (специальность) ООП 14.03.02 Ядерные физика и технологии

Номер кластера (для унифицированных дисциплин) \_\_\_\_\_

Профиль(и) подготовки (специализация, программа) Безопасность и  
нераспространение ядерных материалов

Квалификация (степень) бакалавр

Базовый учебный план приема 2015 г.

Курс 4 семестр 8

Количество кредитов 6

Код дисциплины Б1.ВМ5.3.10

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения	
Лекции, ч		44
Практические занятия, ч		22
Лабораторные занятия, ч		22
Аудиторные занятия, ч		88
Самостоятельная работа, ч		128
ИТОГО, ч		216

Вид промежуточной аттестации ЭКЗАМЕН в 8 семестре

Обеспечивающее подразделение

Кафедра физико-энергетических установок ФТИ

Заведующий кафедрой ФЭУ

 О.Ю. Долматов

Руководитель ООП

 О.Ю. Долматов

Преподаватели

 А.В. Годовых

2015 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФТИ

\_\_\_\_\_ О.Ю. Долматов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)**

**МЕТОДЫ И ПРОЦЕДУРЫ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Направление (специальность) ООП 14.03.02 Ядерные физика и технологии

Номер кластера (для унифицированных дисциплин) \_\_\_\_\_

Профиль(и) подготовки (специализация, программа) Безопасность и нераспространение ядерных материалов

Квалификация (степень) бакалавр

Базовый учебный план приема 2015 г.

Курс 4 семестр 8

Количество кредитов 6

Код дисциплины Б1.ВМ5.3.10

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	44
Практические занятия, ч	22
Лабораторные занятия, ч	22
Аудиторные занятия, ч	88
Самостоятельная работа, ч	128
ИТОГО, ч	216

Вид промежуточной аттестации ЭКЗАМЕН в 8 семестре

Обеспечивающее подразделение

Кафедра физико-энергетических установок ФТИ

Заведующий кафедрой ФЭУ \_\_\_\_\_ О.Ю. Долматов

Руководитель ООП \_\_\_\_\_ О.Ю. Долматов

Преподаватели \_\_\_\_\_ А.В. Годовых

2015 г.

## **1. Цели освоения дисциплины (модуля)**

В результате освоения дисциплины бакалавр приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей Ц1, Ц3, Ц5 основной образовательной программы 14.03.02 «Ядерные физика и технологии» (профиль подготовки – Безопасность и нераспространение ядерных материалов) и необходимые для научно-исследовательской, проектной, производственно-технологической и организационно-управленческой деятельности бакалавра:

- формирование знаний и умений в рамках государственной системы учета и контроля ядерных материалов;
- освоение теоретических, инженерных и методологических вопросов при организации хранения, эксплуатации и перемещений ядерных материалов в пределах одного или нескольких ядерных объектов.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП**

Дисциплина относится к специальным дисциплинам профессионального цикла. Она непосредственно связана с дисциплинами естественнонаучного и математического цикла. Для успешного освоения дисциплины необходимо изучение следующих курсов (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

- Математика;
- Физика;
- Химия;
- Основы технологий ядерно-топливного цикла
- Введение в ядерную физику;
- Физическая и ядерная безопасность;
- Материалы ядерных энергетических установок;
- Правовые основы нераспространения ядерных материалов;
- Введение в безопасность и нераспространение ядерных материалов.

Содержание разделов дисциплины (модуля) «Методы и процедуры учета и контроля ядерных материалов» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ):

- Физическая защита ядерных объектов;
- Физико-химические методы анализа ядерных материалов.

### 3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины (модуля) направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р1	3.1.1	Основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации.	У.1.1.	Самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство.	В.1.1.	Обобщения, анализа, восприятия информации, постановки цели и выбора путей ее достижения.
			У.1.2.	Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях.	В.1.2.	Работы с компьютером как средством управления информацией
Р2			У.2.1.	Логически верно, аргументировано и ясно, строить устную и письменную речь. Критически оценивать свои достоинства и недостатки,		
			У.2.2	наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков.		
Р7	3.7.1.	Основных законов естественнонаучных дисциплин	У.7.1.	Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	В.7.1.	Математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
Р8	3.8.1.	Основных методов защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.	У.8.1.	Проводить оценку ядерной и радиационной безопасности, воздействия на окружающую среду.	В.8.1.	Обслуживания технологического оборудования и соблюдения технологической дисциплины.
	3.8.2.	Стандартов,	У.8.2.	Осуществлять		

Результаты обучения	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
	3.8.3.	технических условий, требований безопасности и других нормативных документов.  Способов организации защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия	У.8.3.	контроль за соблюдением экологической безопасности, техники безопасности, норм и правил производственной санитарии, пожарной, радиационной и ядерной безопасности, норм охраны труда.  Понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе.		Осуществления патентного поиска.
	3.8.4.	Основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны				
P13	3.13.1.	Методов стандартизации и сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	У.13.1.	Подготовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа.	В.13.1.	Использования научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования, современных компьютерных технологий и базы данных в своей предметной области
P15	3.15.1.	Методов организации рабочих мест, их технического оснащения, размещения технологического оборудования.	У.15.1.	Составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, планы, сметы, заявки на материалы, оборудование).	В.15.1.	Составления инструкций по эксплуатации оборудования и разработки программ испытаний.
	3.15.2.	Основных правил	У.15.2.	Проводить		

Результаты обучения	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
		приемки и ввода в эксплуатацию оборудования.		установленную отчетность по утвержденным формам		

В результате освоения дисциплины (модуля) «Методы и процедуры учета и контроля ядерных материалов» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

**Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

№ п/п	Результат
P1	Демонстрировать культуру мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения; стремления к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства; владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыки работы с компьютером как средством управления информацией; способность работы с информацией в глобальных компьютерных сетях.
P2	Способность логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь; критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков.
P7	Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
P8	Владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий; И быть готовым к оценке ядерной и радиационной безопасности, к оценке воздействия на окружающую среду, к контролю за соблюдением экологической безопасности, техники безопасности, норм и правил производственной санитарии, пожарной, радиационной и ядерной безопасности, норм охраны труда; к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям, требованиям безопасности и другим нормативным документам; за соблюдением технологической дисциплины и обслуживанию технологического оборудования ; и к организации защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия; и понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны).
P13	Уметь готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа; использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и базы данных в своей предметной области; и выполнять работы по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов;
P15	Способность к приемке и освоению вводимого оборудования, составлению инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний; к составлению технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на

материалы, оборудование), а также установленной отчетности по утвержденным формам; и к организации рабочих мест, их техническому оснащению, размещению технологического оборудования.
---

## **4. Структура и содержание дисциплины**

### **4.1. Содержание разделов дисциплины**

#### **Раздел 1. Основные принципы организации Государственной системы учета и контроля ЯМ**

*Введение в учет и контроль (УиК) ядерных материалов (ЯМ). Предприятия ядерно-топливного цикла и специальное обращение с ЯМ. Место УиК в системе физической защиты, учета и контроля ЯМ. Особенности становления системы УиК ЯМ в Российской Федерации. Система материального баланса.*

*Нормативно-правовая база, обеспечивающая функционирование системы учета и контроля в Российской Федерации. Система Государственного учета и контроля ядерных материалов. Федеральная информационная система. Принципы учета и контроля ядерных материалов в соответствии с ОПУК: основная концепция.*

#### **Раздел 2. Ключевые моменты организации УИК**

*Ключевые положения Основных правил учета и контроля (ОПУК) ядерных материалов. Принципы учета и контроля ядерных материалов в соответствии с ОПУК: элементы, процедуры и методики. Принцип категоризации ЯМ. Понятия физической инвентаризации, инвентаризационной разницы, зоны баланса материалов. Учетная и отчетная документация эксплуатирующих организаций.*

*Взаимодействие систем учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов и ядерных материалов. Отличия систем учета и контроля. Сравнение НП-030-05 и НП-030-12.*

#### **Раздел 3. Организация физических инвентаризаций**

*Система материального баланса. Разновидности физических инвентаризаций (ФИ). Выбор конкретного вида ФИ. Планирование ФИ. Последовательность и содержание этапов планирования ФИ.*

*Физическая инвентаризация (ФИ) как основная процедура УиК ЯМ. Разновидности физических инвентаризаций. Выбор конкретного вида ФИ. Планирование ФИ. Последовательность и содержание этапов планирования ФИ.*

Перечень лабораторных работ по разделу 3:

Модуль 1: Физическая инвентаризация.

Лабораторная работа - Планирование и проведение ФИ.

#### **Раздел 4. Контрольные измерения**

*Цели контрольных измерений (КИ). Составные части системы КИ. Аналитические методы контроля измерений. Контроль измерений массы. Стратегия пробоотбора. Контроль объема. Опыт осуществления КИ.*

Перечень лабораторных работ по разделу 4:

Модуль 1: Физическая инвентаризация.

Лабораторная работа - Определение массы образцов ядерных материалов методом взвешивания.

### **Раздел 5. Средства контроля доступа**

*Средства контроля доступа (СКД) в системе УиК ЯМ. Меры наблюдения и пломбы. Технические средства и организационные мероприятия для осуществления санкционированного доступа к ЯМ. Системы наблюдения за ЯМ. Состав автоматизированных систем и их назначение.*

*Пломбы в СКД. Цели применения пломб. Требования к пломбам. Типы и классификация пломб. Способы обхода и недостатки пломб. Факторы, влияющие на выбор пломб. Программа организации применения пломб. Эффективность применения пломб. Изменение длительности периодов проведения физических инвентаризаций в зависимости от использования разных комбинаций СКД.*

Перечень лабораторных работ по разделу 5:

Модуль 2: Средства контроля доступа.

Лабораторная работа - Применение средств контроля доступа в системе учета и контроля ядерных материалов.

### **Раздел 6. Организация ЗБМ на ЯО**

*Особенности различных элементов ядерно-топливного цикла с точки зрения процесса нераспространения и систем учета и контроля ЯМ. Технологические процессы и вид ЯМ участвующих в них. Особенности учета и контроля и проведения физических инвентаризаций в зависимости от этапа ЯТЦ. Влияние СУиК ЯМ на производственный процесс ЯО. Функционирование УиК на производстве.*

*Организация ЗБМ. Участки хранения и производственные участки. Потoki ядерных материалов (и радиоактивных отходов) и ключевые точки измерений. Применение средств контроля доступа и процедур учета и контроля в различных зонах ядерного объекта на всех этапах передвижения ядерного материала.*

### **Раздел 7. Технологии автоматизированного сбора данных в системах УиК ЯМ**

*Понятие автоматизированного сбора данных (АСД). Цели и задачи. Технологии АСД, их сравнение. Анализ требований и возможность применения в системах УиК ЯМ. Требования автоматизации систем УиК в нормативно-правовой*



*документации. Ограничения накладываемые на систему АСД со стороны УиК ЯМ. Сбор данных как ключевая задача УиК ЯМ.*

*Штрих-кодовая технология в УиК ЯМ. Отличительные особенности от иных систем АСД.*

*Элементы системы АСД, построенной на штрих-кодовой технологии. Основы считывания штрих-кодов. Классификация кодов по типам и области применения. Используемые коды и символы. Изготовление и нанесение штрих-кодов.*

Перечень лабораторных работ по разделу 7:

Модуль 3: Системы автоматического сбора и обработки данных.

Лабораторная работа - Штриховое кодирование в учете и контроле ЯМ

### **Раздел 8. Интеграция систем УиК и ФЗ ЯМ**

*Цели и методы системы физической защиты (СФЗ). Взаимодействие элементов систем УиК и ФЗ. ЗБМ и организация зонирования на ЯО. Функционирование единой системы ФЗ, УиК ЯМ.*

### **Раздел 9. Эффективность системы УиК ЯМ**

*Методики оценки эффективности. Критерии оценки эффективности в УиК ЯМ. Методы оценки эффективности физических инвентаризаций.*

### **Раздел 10. Компьютеризированные системы УиК ЯМ**

*Понятие компьютеризированных систем УиК ЯМ. Компоненты компьютеризированных систем УиК ЯМ. Базовое программное обеспечение. Системы управления базами данных (СУБД). Современные информационные технологии. Классификация ЯО и требования к компьютеризированным системам УиК. Разработка компьютеризированных систем УиК.*

*Разработка программного обеспечения (ПО) для нужд систем УиК ЯМ. Анализ требований. Этапы проектирования и создания ПО. Требования к функциям ПО, вводимым данным, пользовательскому интерфейсу. Проверка и подтверждение пригодности ПО.*

Перечень лабораторных работ по разделу 10:

Модуль 3: Системы автоматического сбора и обработки данных.

Лабораторная работа - СУБД в компьютеризированных СУИК ЯМ.

### **Раздел 11. Защита информации в системе УиК ЯМ**

*Информация, циркулирующая в системах УиК ЯМ. Принципы классификации информации в системе УиК. Требования к системе защиты информации по классам*

*систем УиК. Требования по сертификации и аттестации систем защиты информации от несанкционированного доступа по классам систем УиК.*

## **6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **6.1. Виды и формы самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работе бакалавров с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме магистерской диссертации,
- выполнении домашних и индивидуальных заданий,
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- подготовке к экзамену.

Творческая самостоятельная работа включает:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации;
- анализе научных публикаций по определенной теме исследований,
- анализе статистических и фактических материалов по заданной теме, проведении расчетов.

### **6.3. Контроль самостоятельной работы**

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль студентов и контроль со стороны преподавателей.

Реализуется в виде промежуточного контроля два раза в семестр. В контрольные работы входят теоретические вопросы, разобранные на лекционных занятиях, а также вопросы, подлежащие самостоятельному изучению, и защита индивидуальных заданий.

## **7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины**

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Контрольные работы	1, 2, 7, 8, 13, 15
Рефераты	1, 2, 7, 8, 13, 15

Коллоквиумы	1, 2, 7, 8, 13, 15
Экзамен	1, 2, 7, 8, 13, 15

*(выполнение и защита лабораторных работ и практических заданий, защита индивидуальных заданий, презентации по тематике исследований во время проведения конференц-недели, результаты участия студентов в научной дискуссии, тестирование, экзамен и др.)*

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролирующих мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств<sup>1</sup>) (с примерами).

### **Вопросы входного контроля**

1. Какие материалы относятся к ядерным?
  - a. Содержащие делящиеся вещества либо способные их воспроизвести;
  - b. Содержащие уран-235 либо плутоний;
  - c. Материалы, испускающие ионизирующее излучение.
2. На каком основании ведется учет и контроль ядерных материалов в РФ?
  - a. По инициативе администрации ядерного объекта;
  - b. По требованию Ростехнадзора;
  - c. По закону об использовании атомной энергии.
3. Чем определяется категория ядерных материалов?
  - a. Количеством ЯМ;
  - b. Качеством ЯМ;
  - c. Формой продукта, содержащего ЯМ;
  - d. Количеством разбавителя;
  - e. Типом ЯМ.
4. Требуется ли измерения в учете и контроле ЯМ?
  - a. Нужны;
  - b. Не обязательны;
  - c. Совсем не нужны.
5. Какие формы ЯМ Вам известны?
  - a. Шестигранные;
  - b. Балк-форма;
  - c. Круглые;

---

<sup>1</sup> Элементы фонда оценивающих средств:

- вопросы входного контроля;
- контрольные вопросы, задаваемых при выполнении и защитах лабораторных работ;
- контрольные вопросы, задаваемые при проведении практических занятий,
- вопросы для самоконтроля;
- вопросы тестирований;
- вопросы, выносимые на экзамены и зачеты и др.

- d. Очехлованные изделия.
6. Чем учетные измерения отличаются от подтверждающих?
- Выполняются по правилу двух лиц;
  - Заносятся в учетные документы;
  - Более трудоемкие.
7. Когда делают выборочные измерения ядерных материалов?
- Если ЯМ находятся под охраной;
  - Если работы ведутся с необлученным ЯМ;
  - Если состояние ЯМ не изменялось и использовались средства контроля доступа.
8. Что такое партия ЯМ?
- Группа изделий, сформированная для отправки на другое предприятие;
  - ЯМ, находящиеся в одной зоне баланса материалов;
  - ЯМ, параметры которого определены на основе единого комплекса измерений.
9. Зачем нужна зона баланса материалов?
- Для более удобной работы;
  - Чтобы вести учет и подводить баланс на основе результатов измерения ЯМ;
  - Для упрощения ведения документации.
10. Может ли ЗБМ состоять из двух отдельных частей?
- Может включать любое конечное число отдельных частей;
  - Может в исключительных случаях;
  - Не может.
11. Чем система измеряемого материального баланса отличается от бухгалтерской?
- Рекомендована МАГАТЭ;
  - Более простая;
  - Учитывает статистическую природу данных;
  - Любой ЯМ подлежит регулярному измерению.
12. Каким образом подводят баланс ЯМ?
- Измеряют весь материал;
  - Проверяют измерениями паспортные данные учетных единиц;
  - Находят разницу между зарегистрированным и наличным количеством ЯМ.
13. Что такое атрибутивные признаки?
- Данные, определяющие наличие/отсутствие какого либо свойства ЯМ;
  - Качественное описание объекта, содержащего ЯМ;
  - Основные данные о ЯМ, заносимые в учетные документы.
14. Почему существует разница отправитель – получатель?

- a. Из-за недостаточной профессиональной подготовки лиц, проводящих измерения ЯМ;
- b. Из-за неопределенности в результатах измерений параметров ЯМ;
- c. Из-за потерь ЯМ при транспортировке;
- d. Из-за ошибок, встречающихся в документах.

15.Связаны ли между собой системы учета и контроля ЯМ и физической защиты ЯМ?

- a. Они функционируют отдельно;
- b. Они составляют единую систему;
- c. Они взаимодействуют друг с другом.

16.Нужна ли компьютеризация учета и контроля ЯМ?

- a. Можно всегда обойтись без компьютеров;
- b. Необходима на крупных объектах с материалами в балк-форме;
- c. Способствует своевременной и безошибочной обработке информации.

### **Вопросы и задачи текущего контроля**

#### **Вопросы для 1-ого коллоквиума.**

1. Назначение ОПУК и область их применения
2. Принципы государственного учета и контроля ядерных материалов
3. Материалы, подлежащие учету и контролю
4. Категории ядерных материалов
5. Зоны баланса материалов
6. Ключевые точки измерения
7. Основные положения программы применения пломб
8. Программа измерений в ЗБМ
9. Оформление передач ядерных материалов
- 10.Процедуры передачи ядерных материалов
- 11.Вид и объем подтверждающих измерений
- 12.Документирование данных, полученных в результате измерений
- 13.Документирование получений/отправлений ядерных материалов
- 14.Оценка расхождений данных отправителя и получателя
- 15.Действия в аномальных ситуациях
- 16.Система предварительных уведомлений о передачах ядерных материалов
- 17.Цели инвентаризации
- 18.Процедуры инвентаризации
- 19.Частота инвентаризаций
- 20.Организация инвентаризации, включая планирование
- 21.Критерии обнаружения аномалий в учете и контроле ядерных материалов
- 22.Учетные документы в подсистеме УиК ЯМ
- 23.Отчетные документы в подсистеме УиК ЯМ
- 24.Специальные отчеты в подсистеме УиК ЯМ

25. Учет и контроль ЯМ в организации.
26. Системы наблюдения за ядерными материалами
27. Назначение пломб
28. Требования к пломб, места установки
29. Факторы, влияющие на выбор пломб
30. Типы пломб
31. Петлевые пломбы
32. Способы обхода пломб
33. Основные недостатки пломб
34. Программа организации применения пломб
35. Составляющие стоимости внедрения программы пломб
36. Ежедневные административные проверки

### **Вопросы для 2-ого коллоквиума.**

1. Подсистема автоматического сбора данных (АСД)
2. Проблема «человеческого фактора» и автоматизации сбора данных в подсистеме УиК ЯМ
3. Основные элементы системы АСД
4. Характеристики кодирующих символов
5. Основные характеристики считывателей
6. Характеристики кода «39»
7. Характеристики и назначение кода «PDF417»
8. Оптимизация системы использования штрихкодов
9. Этикетки бирки
10. Параметры наиболее распространенных кодов
11. Аппаратура для подсистемы АСД.
12. Функционирование единой системы ФЗ, УиК ЯМ.
13. Методики оценки эффективности.
14. Оценка эффективности физических инвентаризаций.
15. Компоненты компьютеризированных систем УиК ЯМ.
16. Базовое программное обеспечение для УиК ЯМ.
17. Классификация ЯО и требования к компьютеризированным системам УиК. Основные требования к ПО УиК ЯМ. Анализ требований.
18. Этапы проектирования и создания ПО.
19. Требования к функциям ПО, вводимым данным, пользовательскому интерфейсу.
20. Проверка и подтверждение пригодности ПО.
21. Информация, циркулирующая в системах УиК ЯМ подлежащая защите информации.
22. Принципы классификации информации в системе УиК.
23. Требования к системе защиты информации по классам систем УиК.

24. Требования по сертификации и аттестации систем защиты информации от несанкционированного доступа по классам систем УиК.

Текущий контроль освоения дисциплины осуществляется при выполнении контрольных тестовых заданий, включающих вопросы и задачи, разобранные на лекционных занятиях, и вопросы, подлежащие самостоятельному изучению.

### **Задачи для самостоятельного решения (примеры)**

#### **1. Определение категории ядерных материалов.**

*Определить категорию имеющихся материалов, если в зоне баланса материалов содержится:*

**1.1.** Свежих ТВС активной зоны исследовательского реактора. Решетка реактора состоит из 16 ТВС, каждая ТВС содержит 90%-ый уран в виде сплава урана и алюминия. В одной ТВС находится 300г урана-235;

**1.2.** Свежих ТВС легководного энергетического реактора в количестве 1/3 от полной загрузки реактора (в качестве топлива используется диоксид урана с обогащением 4,4%, одна ТВС содержит 19кг урана-235. Всего в реакторе 160 ТВС. Общая загрузка реактора 80 тонн диоксида);

**1.3.** Одной свежей ТВС исследовательского реактора;

**1.4.** Одной облученной ТВС исследовательского реактора;

**1.5.** Металлических отходов, содержащих 250г плутония и контейнер с диоксидом плутония весом нетто 6,5кг;

**1.6.** Природного урана массой 450кг.

#### **2. Применение выборочных измерений ЯМ.**

**2.1.** Пусть ЯМ находится в двух хранилищах. В одном хранилище осуществлялись приемка и отправка материалов, в то время как во втором - никаких действий над ЯМ не проводилось.

Требуется ли при проведении физической инвентаризации (и, соответственно, подтверждающих измерений) проверять второе хранилище, при условии, что к нему применялись СКД?

**Решение:** В случае наличия СКД к ЯМ, непрерывность знаний о них обеспечивается путем выборочного контроля ядерных материалов.

То есть не весь ЯМ проходит подтверждающие измерения, а только некоторая выборка. Объем выборочных подтверждающих измерений должен быть таким, чтобы обеспечить заданную доверительную вероятность обнаружения аномалии.

Аномалия определяется исходя из следующих значений пороговых количеств ЯМ:

А) для категорий 1, 2 и 3 пороговые количества составляют:

- 3кг – для плутония, урана-233;
- 8кг – для урана-235.

Б) для урана с обогащением менее 20% (категория 4) пороговое количество составляет 70кг по урану-235.

Далее в таблице приведены требуемые значения вероятностей обнаружения недостачи/излишка этих пороговых количеств в зависимости от применяемых средств контроля доступа.

Объем применения СКД к ядерному материалу	Вероятность обнаружения, %, не менее	
	Для категорий 1, 2, 3	Для категории 4
Только одна пломба	50	30
Только одна система наблюдения	50	30
Одновременно <b>два</b> вида разнообразных СКД	25	9
Одновременно <b>n</b> видов разнообразных СКД	$100 * (0.5)^n$	$100 * (0.3)^n$

2.2. Определить объем выборок, если ядерные материалы представлены в форме очехлованных изделий.

**Решение:** Если ядерные материалы представлены в форме очехлованных изделий, целостность которых обеспечена их конструкцией, то для этих материалов также применяются выборочные подтверждающие измерения. Объем выборок определяется аналогично материалам с устройствами индикации вмешательства.

3. Определение объема выборочных подтверждающих измерений.

3.1. Пусть имеется совокупность однотипных изделий  $N = 1200$ , содержащих по 320г урана-235 (пороговое значение  $M = 8$ кг).

Какое количество элементов должно быть проверено в ходе подтверждающих измерений, если вероятность  $\beta$  обнаружения аномалий должна быть не менее 50%?

**Решение:** Примем, что количество переключенных элементов  $x$  в выборке  $n$  является случайной величиной и распределяется по гипергеометрическому закону. Тогда объем выборки определяется соотношением:

$$n = N * (1 - \alpha^{\frac{m}{M}}), \alpha = 1 - \beta,$$

где  $m$  – масса урана-235 в изделии.



Если условие  $(M/m) \ll N$  (т.е. рассматриваются относительно крупные элементы) выполняется, то объем измерений во время инспекции:

$$n = 1200 * (1 - 0,5^{\frac{4}{100}}) \approx 33.$$

Таким образом, видно, что объем выборочных измерений сокращается во много раз по сравнению с исходным количеством измерений ЯМ, если принятое пороговое количество значительно больше массы элемента, а вероятность достижения цели заметно меньше единицы.

**3.2.** Пусть имеется совокупность однотипных изделий  $N = 1000$ , содержащих по 80г плутония (пороговое значение  $M = 8\text{кг}$ ).

Какое количество элементов должно быть проверено в ходе подтверждающих измерений, если вероятность  $\beta$  обнаружения аномалий должна быть не менее 90%?

## Вопросы и задания промежуточной аттестации по дисциплине

(примеры)

### Экзаменационный билет № 8

по дисциплине: **Методы и процедуры учета и контроля ядерных материалов**

Институт ФТ

Курс 4, Семестр 8

#### ВОПРОСЫ:

1. Категории ядерных материалов.
2. Меры контроля доступа к ядерным материалам
3. Определить категорию имеющихся материалов, если в зоне баланса материалов содержится:

свежих ТВС легководного энергетического реактора в количестве 1/3 от полной загрузки реактора (в качестве топлива используется диоксид урана с обогащением 4,4%, одна ТВС содержит 19кг урана-235. Всего в реакторе 160 ТВС. Общая загрузка реактора 80 тонн диоксида).

## Экзаменационный билет № 14

по дисциплине: *Методы и процедуры учета и контроля ядерных материалов*

Институт ФТ

Курс 4, Семестр 8

### ВОПРОСЫ:

1. Организация инвентаризации включая планирование.
2. Проблема «человеческого фактора» и автоматизация сбора данных в СУИК ЯМ.
3. Определение объема выборочных подтверждающих измерений.

Пусть имеется совокупность однотипных изделий  $N = 1200$ , содержащих по 320г урана-235 (пороговое значение  $M = 8\text{кг}$ ). Какое количество элементов должно быть проверено в ходе подтверждающих измерений, если вероятность  $\beta$  обнаружения аномалий должна быть не менее 50%?

### Вопросы выходного контроля

1. Назначение ОПУК и область их применения
2. Принципы государственного учета и контроля ядерных материалов
3. Материалы, подлежащие учету и контролю
4. Категории ядерных материалов
5. Зоны баланса материалов
6. Ключевые точки измерения
7. Основные положения программы применения пломб
8. Программа измерений в ЗБМ
9. Оформление передач ядерных материалов
10. Процедуры передачи ядерных материалов
11. Вид и объем подтверждающих измерений
12. Документирование данных, полученных в результате измерений
13. Документирование получений/отправлений ядерных материалов
14. Оценка расхождений данных отправителя и получателя
15. Действия в аномальных ситуациях
16. Система предварительных уведомлений о передачах ядерных материалов
17. Цели инвентаризации
18. Процедуры инвентаризации
19. Частота инвентаризаций
20. Организация инвентаризации, включая планирование

21. Критерии обнаружения аномалий в учете и контроле ядерных материалов
22. Учетные документы в подсистеме УиК ЯМ
23. Отчетные документы в подсистеме УиК ЯМ
24. Специальные отчеты в подсистеме УиК ЯМ
25. Учет и контроль ЯМ в организации.
26. Системы наблюдения за ядерными материалами
27. Назначение пломб
28. Требования к пломбам, места установки
29. Факторы, влияющие на выбор пломб
30. Типы пломб
31. Петлевые пломбы
32. Способы обхода пломб
33. Основные недостатки пломб
34. Программа организации применения пломб
35. Составляющие стоимости внедрения программы пломб
36. Ежедневные административные проверки
37. Подсистема автоматического сбора данных (АСД)
38. Проблема «человеческого фактора» и автоматизации сбора данных в подсистеме УиК ЯМ
39. Основные элементы системы АСД
40. Характеристики кодирующих символов
41. Основные характеристики считывателей
42. Характеристики кода «39»
43. Характеристики и назначение кода «PDF417»
44. Оптимизация системы использования штрихкодов
45. Этикетки бирки
46. Параметры наиболее распространенных кодов
47. Аппаратура для подсистемы АСД.
48. Функционирование единой системы ФЗ, УиК ЯМ.
49. Методики оценки эффективности.
50. Оценка эффективности физических инвентаризаций.
51. Компоненты компьютеризированных систем УиК ЯМ.
52. Базовое программное обеспечение для УиК ЯМ.
53. Классификация ЯО и требования к компьютеризированным системам УиК. Основные требования к ПО УиК ЯМ. Анализ требований.
54. Этапы проектирования и создания ПО.
55. Требования к функциям ПО, вводимым данным, пользовательскому интерфейсу.
56. Проверка и подтверждение пригодности ПО.
57. Информация, циркулирующая в системах УиК ЯМ подлежащая защите информации.

58. Принципы классификации информации в системе УиК.

59. Требования к системе защиты информации по классам систем УиК.

60. Требования по сертификации и аттестации систем защиты информации от несанкционированного доступа по классам систем УиК.

### **8. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)**

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

В соответствии с «Календарным планом выполнения курсового проекта (работы)»:

- текущая аттестация (оценка качества выполнения разделов и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 22 баллов);
- промежуточная аттестация (защита проекта (работы)) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), по результатам защиты студент должен набрать не менее 33 баллов).

Итоговый рейтинг выполнения курсового проекта (работы) определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

*(при наличии курсового проекта)*

### **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **Основная литература**

1. Основные правила учета и контроля ядерных материалов. НП-030-05. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии / Госатомнадзор. Введ. 01.05.2006. М., 2005.
2. Основные правила учета и контроля ядерных материалов. НП-030-12. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии / Госатомнадзор. Введ. 17.04.2012. М., 2012.
3. Федеральный закон об использовании атомной энергии. № 170-ФЗ. / Принят Государственной думой 20.10.1995.
4. Постановление Правительства РФ от 06.05.2008 N 352 (ред. от 04.02.2011) "Об утверждении Положения о системе государственного учета и контроля ядерных материалов"
5. Ядерная энергия, ядерный топливный цикл и прикладные ядерные технологии : учебное пособие / В. И. Бойко [и др.]; под ред. В. И. Бойко, М. Е. Силаева. — Москва: Изд-во МНТЦ, 2011. — 282 с.: ил.. — Образовательная программа в области физической ядерной безопасности. — Библиогр.: с. 218-222..
6. Методы и приборы для измерения ядерных и других радиоактивных материалов : учебное пособие / В. И. Бойко [и др.]; под ред. В. И. Бойко, М. Е. Силаева. — Москва: Изд-во МНТЦ, 2011. — 356 с.: ил.. — Образовательная программа в области физической ядерной безопасности. — Библиогр.: с. 356..

### **Дополнительная литература**

1. Бушуев, А. В. Методы и приборы измерений ядерных материалов : учебное пособие / А. В. Бушуев, Т. Б. Алеева; Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ". — Москва: Изд-во МИФИ, 2011. — 316 с.: ил.. — Библиография в конце глав..
2. Смирнов В.Е. Методы и процедуры учета и контроля ядерных материалов: Учебное пособие. М.: МИФИ, 2002. – 68 с.
3. Лабораторный цикл «Методы и процедуры учета и контроля ядерных материалов». Часть 1. Строгов Ю.В., Поляков А.А. Организация планирования и проведения физической инвентаризации, определение массы ЯМ, программа применения устройств индикации вмешательства: Лабораторный практикум. М.: МИФИ, 2002 – 112 с.
4. Лабораторный цикл «Методы и процедуры учета и контроля ядерных материалов». Часть 2. Смирнов В.Е. Применение штрихкодов в подсистеме автоматизированного сбора данных по ЯМ: Лабораторный практикум. М.: МИФИ, 2002 – 128 с.
5. Лабораторный цикл «Методы и процедуры учета и контроля ядерных материалов». Часть 3. Николаев В.Г. Применение активного колодезного счетчика нейтронных совпадений АWCС для измерения массы делящихся изотопов в ЯМ: Лабораторный практикум. М.: МИФИ, 2002 – 56 с.

6. Лабораторный цикл «Методы и процедуры учета и контроля ядерных материалов». Часть 4. Кожин А.Ф. Применение спектрометра U-Pu Inspector для измерения и концентрации делящегося изотопа или изотопного состава ЯМ: Лабораторный практикум. М.: МИФИ, 2002 – 40 с.
7. Шмелёв А.Н., Юрова Л.Н., Муругов В.М. Некоторые вопросы физики воспроизводства горючего в реакторах-размножителях на быстрых нейтронах. М.: Атомиздат, 1979. 80 с.
8. Муругов В.М., Троянов М.Ф., Шмелёв А.Н. Использование тория в ядерных реакторах. М.: Энергоатомиздат, 1983. 96 с.
9. Шаманин И.В., Кошелев Ф.П., Ухов А.А. Торий в ядерных реакторах: физика, технология, безопасность. Томск: изд.-во ТПУ, 2001. 125 с.
10. Бойко В.И., Демянюк Д.Г., Кошелев Ф.П., Мещеряков В.Н., Шаманин И.В., Шидловский В.В. Перспективные ядерные топливные циклы и реакторы нового поколения: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 490 с.
11. Лебедев В.М. Ядерный топливный цикл: Технология, безопасность, экономика. – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 316 с.
12. Владимиров В.И. Практические задачи по эксплуатации ядерных реакторов / В. И. Владимиров. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоатомиздат, 1976, – 303 с.
13. Повышение эффективности топливоиспользования и совершенствование систем обращения с ядерным топливом на АЭС с ВВЭР-440 / Ю.В. Коломцев, В.В. Омельчук, Ю.Н. Пыткин, С.А. Андрушечко, С.Н. Голощанов, Н.И. Попов, В.А. Адеев. – СПб., 2000. – 232 с.
14. Торий в ядерном топливном цикле / В.И. Бойко, В.А. Власов, И.И. Жерин и др. – М.: Издательский дом “Руда и Металлы”, 2006. – 360 с.
15. Радиационный захват нейтронов: Справочник / Т.С. Беланова, А.В. Игнатюк, А.Б. Пащенко, В.И. Пляскин. - М.: Энергоатомиздат, 1987. 408 с.
16. Журнал «Известия высших учебных заведений». Серия: Ядерная энергетика. Раздел: Топливный цикл и радиоактивные отходы.

## **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

При проведении лекционных и практических занятий используются корпоративная сеть ГОУ ВПО НИ ТПУ, Ноутбук VOYAGER H590L (Ноутбук ASUS) Мультимедийный проектор TOSHIBA TDR-T95(Мультимедийный проектор CANON LW-5500). При проведении практических занятий используется демонстрационное оборудование лаборатории «Физической защиты и противодействия ядерному терроризму» ИННОЦ ФТИ.

Указывается материально-техническое обеспечение дисциплины: технические средства, лабораторное оборудование и др.

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
-------	---	------------------------------------

1	Лекционная аудитория снабженная ТСО	10 корп., 431, 313, 248 ауд.
2	Лаборатория при ИННОЦ ФТИ «Физической защиты и противодействия ядерному терроризму»	10 корп., 312, 314 ауд.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 14.03.02 Ядерные физика и технологии профилю подготовки Безопасность и нераспространение ядерных материалов.

Программа одобрена на научно-методическом заседании кафедры «Физико-энергетических установок» (протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » июня 201\_\_ г.).

Автор(ы)

Ст. преподаватель кафедры ФЭУ \_\_\_\_\_ А.В. Годовых