

**Автономная некоммерческая организация
дополнительного профессионального образования
«Учебно-производственный центр»**

УТВЕРЖДЕНО:

Директор АНО ДПО «УПЦ»

_____ Р.В.Рогачев

«__» _____ 2016г.

Дополнительная образовательная программа

Курсы: «Ответственный за радиационную безопасность и производственный радиационный контроль на предприятии с правом работы с источниками ионизирующего излучения»

«Рассмотрено» на заседании
Учебно-методического совета
АНО ДПО «УПЦ»
Протокол № _____
От «__» _____ 2016 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель: Настоящая учебная программа предназначена для организации и проведения профессиональной подготовки и повышения квалификации руководителей и специалистов по радиационной безопасности и производственному радиационному контролю с правом работы с ИИИ занятых на опасных производственных объектах.

Категория слушателей: Руководители и специалисты отделов контроля качества, лабораторий неразрушающего контроля. Руководители и специалисты строительного контроля (технического надзора) Заказчика, Генерального подрядчика и Субподрядных организаций, выполняющие работы на опасных производственных объектах и контролирующих работы по радиографическому контролю.

Срок обучения: 72 часа.

Форма обучения: Определяется совместно образовательным учреждением и Заказчиком (без отрыва от производств, с отрывом от производства, с применением дистанционных технологий).

Режим занятий: Определяется совместно с Заказчиком

№п/п	Наименование разделов и дисциплин	Всего часов	В том числе:		Форма контроля
			лекции	Практ. занятия	
1	2	3	4	5	6
ОБЩАЯ ЧАСТЬ ПРОГРАММЫ					
1	Модуль №1.ОРГАНИЗАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ	5	5		
1.1	Закон РФ «Об использовании атомной энергии» № 170-Ф от 21.11.1995 г., Закон РФ «О радиационной безопасности населения» № 3-ФЗ от 09.01.96 г., Закон РФ «О санитарноэпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30.03.99	0.5	0.5		
1.2	Государственные контролирующие органы. Федеральные органы надзора за радиационной безопасностью.	0.5	0.5		
1.3	Концепция обеспечения радиационной безопасности. Содержание системы радиационной безопасности.	1	1		
1.4	Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, организация задачи и права. Взаимодействие Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору с Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.	2	2		

1.5	Лицензирование деятельности, связанной с ИИИ.	1	1		
2	МОДУЛЬ №2. ДОЗИМЕТРИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ	10	10		
2.1	Строение атома и его ядра. Радиоактивность. Типы радиоактивного распада.	2	2		
2.2	Основные свойства ионизирующих излучений. Ядерные реакции. Рентгеновское излучение.	2	2		
2.3	Методы регистрации ионизирующих излучений. Основные дозиметрические величины и единицы их измерений.	2	2		
2.4	Принцип действия дозиметрических и радиометрических приборов. Методики выполнения дозиметрических и радиометрических измерений на практике. Первичная обработка результатов дозиметрических и радиометрических измерений.	2	2		
2.5	Методы индивидуального дозиметрического контроля.	2	2		
3	МОДУЛЬ №3. ЗАЩИТА ОТ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ	6	6		
3.1	Взаимодействие излучений с веществом. Взаимодействие заряженных частиц с веществом.	2	2		
3.2	Упругое рассеяние заряженных частиц, неупругие процессы. Взаимодействие квантов электромагнитного излучения с веществом.	2	2		
3.3	Защита от ионизирующего излучения. Методы расчета защиты от излучений.	2	2		
4	МОДУЛЬ №4. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	8	8		
4.1	Механизм биологического действия ионизирующего излучения, прямое и не прямое воздействие. Основные группы отрицательных эффектов радиации.	2	2		
4.2	Естественный и техногенный радиационный фон. Зависимость эффектов облучения от дозы. Последствия воздействия ионизирующего излучения на организм человека, острая лучевая болезнь.	2	2		
4.3	Нормирование ионизирующих излучений.	2	2		
4.4	Основные положения НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010. Требования радиационной безопасности при работе с ИИИ.	2	2		
5	МОДУЛЬ №5. ОРГАНИЗАЦИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	6	6		
5.1	Организация обеспечения радиационной безопасности при осуществлении деятельности в области использования атомной энергии. Нормативно-правовая база обеспечения радиационной безопасности.	2	2		

5.2	Комплекс мероприятий по обеспечению радиационной безопасности. Организационно-технические требования по обеспечению безопасности радиационных источников.	2	2		
5.3	Система государственного учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов. Требования по обеспечению физической защиты радиационных источников, пунктов хранения радиоактивных веществ и радиоактивных отходов.	2	2		
6	МОДУЛЬ №6. РАДИАЦИОННЫЕ АВАРИИ	10	10		
6.1	Государственное регулирование безопасности в области использования атомной энергии.	2	2		
6.2	Радиационные происшествия. Порядок информации, расследования и ликвидации последствий.	2	2		
6.3	Радиационные аварии. Требования по предупреждению радиационной аварии. Классификация радиационных аварий. Порядок служебного расследования. Особенности радиационного контроля.	2	2		
6.4	Организация работ по ликвидации радиационных аварий и поиска ИИИ. Уголовная ответственность за незаконные действия с радиоактивными веществами. Основные принципы дезактивации. Организация, средства, методы. Сбор и захоронение радиоактивных отходов. СПОРО-2002.	2	2		
6.5	Средства индивидуальной и коллективной защиты.	2	2		
7	МОДУЛЬ №7. СПЕЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ РАБОТЕ С ИИИ	6	6		
7.1	Специальная оценка условий труда. Предоставление льгот и компенсаций при работах в области использования атомной энергии.	2	2		
7.2	Права и льготы лиц, работающих с ИИИ.	2	2		
7.3	Перечень нормативно-технической, руководящей и инструктивной документации.	2	2		
8	МОДУЛЬ №8. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ	8	8		
8.1	Служба радиационной безопасности, организация и структура. Оценка объемов работ и штатов для их осуществления.	1	1		
8.2	Организация индивидуального и оперативного дозиметрического контроля. Принципы составления и ведения оперативной и инструктивной документации.	2	2		
8.3	Методики контроля радиоактивной	1	1		

	загрязненности. Отбор, транспортировка и хранение проб.				
8.4	Ответственные лица за организацию и обеспечение радиационной безопасности и проведение производственного радиационного контроля.	2	2		
8.5	Особенности организации радиационной безопасности и радиационного контроля на различных предприятиях.	2	2		
Промежуточный (текущий) контроль знаний по модулям общей части программы				2	Тестирование
9	МОДУЛЬ №9. ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ (определяются спецификой производственной деятельности слушателей и выбираются из следующего списка руководителем программы повышения квалификации после вступительного собеседования со слушателями). Общие положения.	5	5		
9.1	Экологический радиационный контроль. Организация радиационного обследования территорий и помещений. Правила проведения поискового радиационного обследования территорий и помещений, пешеходная гамма-съемка. Детальное радиационное обследование территорий и помещений, картирование загрязнений. Природные радионуклиды. Радиоопасность территорий и помещений.	1	1		
9.2	Дезактивация и удаление радиоактивных загрязнений. Источники и характер радиоактивных загрязнений. Физико-химические основы процессов радиоактивного загрязнения поверхностей. Основы дезактивации. Дезактивация территорий и помещений. Организация системы радиационной безопасности при дезактивации территорий и помещений.	0,5	0,5		
9.3	Радиометрическая и спектрометрическая аппаратура. Идентификация радиоизотопов. Снятие гамма-спектров и их обработка. Расчет активностей по простым спектрам. Снятие и построение кривых поглощения и распада. Графическое построение спектра. Работа с ЭВМ. Измерение слабоактивных источников. Учет самопоглощения. Специфика проведения измерений в пищевой промышленности. Измерение эффективной удельной активности строительных материалов и готовых конструкций. ПРК и РБ в геологии.	0,5	0,5		

9.4	<p>Требования санитарных правил по обеспечению РБ и проведению ПРК при работе:</p> <ul style="list-style-type: none"> - на стационарных и переносных (передвижных) рентгеновских установках. - на стационарных и переносных (передвижных) гамма-дефектоскопах. - на ускорителях. - на установках рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа, а также на установках, генерирующих неиспользуемое рентгеновское излучение. 	0,5	0.5		
9.5	<p>Организация системы радиационной безопасности при работе на рентгеновских аппаратах. Правила эксплуатации рентгеновских аппаратов, техника безопасности. Нормативные документы и техническая документация. Лицензирование данных работ.</p>	0,5	0.5		
9.6	<p>Применение радиоизотопных методов и приборов в решении технологических и производственных задач. Физико-химические основы метода радиоактивных индикаторов. Применение методов радиоактивных индикаторов в контроле технологических процессов. Принципы выбора изотопов и аппаратуры для реализации исследований методом радиоактивных индикаторов в конкретных производственных условиях.</p>	0,5	0.5		
9.7	<p>Физические основы работы радиоизотопных приборов. Устройство, конструктивные особенности и опыт применения РИП: релейные приборы, уровнемеры, плотномеры, влагомеры, толщиномеры и приборы специального назначения. Устройство, конструктивные особенности и опыт применения РИП. Пожарная сигнализация.</p>	0,5	0.5		
9.8	<p>Радиационная безопасность и радиационный контроль при работе на таможне. Организация системы радиационной безопасности при таможенном досмотре груза и корреспонденции на рентгеновских аппаратах. Правила эксплуатации рентгеновских аппаратов, техника безопасности. Нормативные документы и техническая документация.</p>	0,5	0.5		
9.9	<p>Требования радиационной безопасности при транспортировании радиоактивных материалов. Основные положения «Санитарных правил по радиационной безопасности персонала и населения при транспортировании радиоактивных материалов (веществ)» СанПиН 2.6.1.1281-</p>	0,5	0.5		

	03.				
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ЧАСТЬ ПРОГРАММЫ					
10	Модуль №10. Самостоятельная работа. (выбирается из перечня)	2		2	
10.1	<ul style="list-style-type: none"> - Спроектировать простейшую защиту от гамма-излучения. - Провести определение объемов работ по организации производственного радиационного контроля на условном объекте. - Рассчитать дозу за защитой и без защиты от различных источников гамма-излучения. - Разработать мероприятия на случай возникновения аварийной ситуации на условном объекте. - Составить схему управления состоянием радиационной безопасности на предприятии, указать права и обязанности ответственных лиц. - Разработать обоснование и составить перечень нормативно-технической, руководящей, инструктивной и методической документации, необходимой для организации системы радиационной безопасности на предприятии. - Стационарные бета- и гамма-радиометры. - Приборы оперативного радиационного контроля. - Идентификация радионуклидов с помощью спектрометрической аппаратуры. - Защита от бета- и гамма-излучения. - Исследование полей излучения в рабочих помещениях с помощью переносных приборов оперативного контроля. - Измерения удельных активностей малоактивных проб. - Определение степени загрязненности поверхностей альфа- и бета-радиоактивными веществами с помощью приборов типа: РКБИ-1СК, ДКС, МКС-01Р и другой радиометрической аппаратуры. - Измерение характеристик радиационных полей от технологических установок и источников ИИ с помощью приборов СРП-68-01; СРП-88, ДРГ-01Т, ДБГ-06Т, МКС-01Р, ДРГ-5 и т.п. 		2		
	Промежуточный (текущий) контроль знаний по модулям специализированной части программы			2	Тестирование
	ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ (экзамен), (по модулю №9 экзамен не проводится).	2			Зачет
	Всего часов:	72	64	6	

ПРОГРАММА КУРСА

Модуль №1. ОРГАНИЗАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ.

Закон РФ «Об использовании атомной энергии» № 170-Ф от 21.11.1995 г., Закон РФ «О радиационной безопасности населения» № 3-ФЗ от 09.01.96 г., Закон РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30.03.99. Государственные контролирующие органы. Федеральные органы надзора за радиационной безопасностью. Концепция обеспечения радиационной безопасности. Содержание системы радиационной безопасности. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, организация задачи и права. Взаимодействие Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору с Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Лицензирование деятельности, связанной с ИИИ.

МОДУЛЬ №2. ДОЗИМЕТРИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ.

Строение атома и его ядра. Радиоактивность. Типы радиоактивного распада. Основные свойства ионизирующих излучений. Ядерные реакции. Рентгеновское излучение. Методы регистрации ионизирующих излучений. Основные дозиметрические величины и единицы их измерений. Принцип действия дозиметрических и радиометрических приборов. Методики выполнения дозиметрических и радиометрических измерений на практике. Первичная обработка результатов дозиметрических и радиометрических измерений. Методы индивидуального дозиметрического контроля.

МОДУЛЬ №3. ЗАЩИТА ОТ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ.

Взаимодействие излучений с веществом. Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Упругое рассеяние заряженных частиц, неупругие процессы. Взаимодействие квантов электромагнитного излучения с веществом. Защита от ионизирующего излучения. Методы расчета защиты от излучений.

МОДУЛЬ №4. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.

Механизм биологического действия ионизирующего излучения, прямое и не прямое воздействие. Основные группы отрицательных эффектов радиации. Естественный и техногенный радиационный фон. Зависимость эффектов облучения от дозы. Последствия воздействия ионизирующего излучения на организм человека, острая лучевая болезнь. Нормирование ионизирующих излучений. Основные положения НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010. Требования радиационной безопасности при работе с ИИИ.

МОДУЛЬ №5. ОРГАНИЗАЦИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.

Организация обеспечения радиационной безопасности при осуществлении деятельности в области использования атомной энергии. Нормативно-правовая база обеспечения радиационной безопасности. Комплекс мероприятий по обеспечению радиационной безопасности. Организационно-технические требования по обеспечению безопасности радиационных источников. Система государственного учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов. Требования по обеспечению физической защиты радиационных источников, пунктов хранения радиоактивных веществ и радиоактивных отходов.

МОДУЛЬ №6. РАДИАЦИОННЫЕ АВАРИИ

Государственное регулирование безопасности в области использования атомной энергии. Радиационные происшествия. Порядок информации, расследования и ликвидации последствий.

Радиационные аварии. Требования по предупреждению радиационной аварии. Классификация радиационных аварий. Порядок служебного расследования. Особенности радиационного контроля. Организация работ по ликвидации радиационных аварий и поиска ИИИ. Уголовная ответственность за незаконные действия с радиоактивными веществами. Основные принципы дезактивации. Организация, средства, методы. Сбор и захоронение радиоактивных отходов. СПОРО-2002. Средства индивидуальной и коллективной защиты.

МОДУЛЬ №7. СПЕЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ РАБОТЕ С ИИИ

Права и льготы лиц, работающих с ИИИ. Специальная оценка условий труда. Предоставление льгот и компенсаций при работах в области использования атомной энергии. Перечень нормативно-технической, руководящей и инструктивной документации.

МОДУЛЬ №8. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

Служба радиационной безопасности, организация и структура. Оценка объемов работ и штатов для их осуществления. Организация индивидуального и оперативного дозиметрического контроля. Принципы составления и ведения оперативной и инструктивной документации. Методики контроля радиоактивной загрязненности. Отбор, транспортировка и хранение проб. Ответственные лица за организацию и обеспечение радиационной безопасности и проведение производственного радиационного контроля. Особенности организации радиационной безопасности и радиационного контроля на различных предприятиях.

МОДУЛЬ №9. ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Экологический радиационный контроль.

Организация радиационного обследования территорий и помещений. Правила проведения поискового радиационного обследования территорий и помещений, пешеходная гамма-съемка. Детальное радиационное обследование территорий и помещений, картирование загрязнений. Природные радионуклиды. Радоноопасность территорий и помещений.

9.2 Дезактивация и удаление радиоактивных загрязнений.

Источники и характер радиоактивных загрязнений. Физико-химические основы процессов радиоактивного загрязнения поверхностей. Основы дезактивации. Дезактивация территорий и помещений. Организация системы радиационной безопасности при дезактивации территорий и помещений.

9.3 Радиометрическая и спектрометрическая аппаратура.

Идентификация радиоизотопов. Снятие гамма-спектров и их обработка. Расчет активностей по простым спектрам. Снятие и построение кривых поглощения и распада. Графическое построение спектра. Работа с ЭВМ. Измерение слабоактивных источников. Учет самопоглощения. Специфика проведения измерений в пищевой промышленности. Измерение эффективной удельной активности строительных материалов и готовых конструкций. ПРК и РБ в геологии.

9.4 Требования санитарных правил по обеспечению РБ.

проведение ПРК при работе:

- на стационарных и переносных (передвижных) рентгеновских установках.
- на стационарных и переносных (передвижных) гамма-дефектоскопах.
- на ускорителях.

на установках рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа, а также на установках, генерирующих неиспользуемое рентгеновское излучение.

9.5 Организация системы радиационной безопасности при работе на рентгеновских аппаратах.

Правила эксплуатации рентгеновских аппаратов, техника безопасности. Нормативные документы и техническая документация. Лицензирование данных работ.

9.6 Применение радиоизотопных методов и приборов в решении технологических и производственных задач.

Физико-химические основы метода радиоактивных индикаторов. Применение методов радиоактивных индикаторов в контроле технологических процессов. Принципы выбора изотопов и аппаратуры для реализации исследований методом радиоактивных индикаторов в конкретных производственных условиях.

9.7 Физические основы работы радиоизотопных приборов.

Устройство, конструктивные особенности и опыт применения РИП: релейные приборы, уровнемеры, плотномеры, влагомеры, толщиномеры и приборы специального назначения. Устройство, конструктивные особенности и опыт применения РИП. Пожарная сигнализация.

9.8 Радиационная безопасность и радиационный контроль при работе на таможне.

Организация системы радиационной безопасности при таможенном досмотре груза и корреспонденции на рентгеновских аппаратах. Правила эксплуатации рентгеновских аппаратов, техника безопасности. Нормативные документы и техническая документация.

9.9 Требования радиационной безопасности при транспортировании радиоактивных материалов.

Основные положения «Санитарных правил по радиационной безопасности персонала и населения при транспортировании радиоактивных материалов (веществ)» СанПиН 2.6.1.1281-03.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Федеральный закон Российской Федерации «Об использовании атомной энергии» от 21.11.1995 г. № 170-ФЗ.
2. Федеральный закон Российской Федерации «О радиационной безопасности населения» от 09.01.1996 г. № 3-ФЗ.
3. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.99 г. № 52-ФЗ.
4. Федеральный закон Российской Федерации «О лицензировании отдельных видов деятельности» от 04.05.2011 г. № 99-ФЗ.
5. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). СП 2.6.1.2523-09 от 07.07.2009 г.
6. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99/2010. СП 2.6.1.2612-10 от 11.08.2010 г.
7. «Контроль радиационной безопасности» под ред. Е.И.Воробьева. - М.: Медицина,

1989.

8. «Биологическое действие ионизирующего излучения». Учебное пособие СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011.

9. «Актуальные вопросы радиационной безопасности». Учебное пособие, СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009.

10. «Основные требования радиационной безопасности и производственный радиационный контроль». Учебное пособие, СПб.: МИПК СПбГПУ, 2007.

11. «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» (СП 1.1.1058-01)

12. Санитарные правила по радиационной безопасности персонала и населения при транспортировании радиоактивных материалов (веществ) СанПиН № 2.6.1.1281-03.

13. Санитарные правила «Обеспечение радиационной безопасности при радионуклидной дефектоскопии» СП 2.6.1.1284-03.

14. Санитарные правила «Обеспечение радиационной безопасности при рентгеновской дефектоскопии» СП 2.6.1.1283-03.

15. Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами СПORO-2002 СП № 2.6.6.1168-02.

16. «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации радиоизотопных приборов» (СанПин 2.6.1.1015-01).

ВОПРОСЫ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

1. Виды ионизирующих излучений, их характеристики.
2. Дозы: экспозиционная, поглощенная, эквивалентная, эффективная.
3. Дозы: коллективная, ожидаемая при внутреннем облучении, предотвращаемая.
4. Взвешивающие коэффициенты для видов излучения и для органов и тканей.
5. Категории облучаемых лиц. Пределы эффективных доз облучения для лиц различных категорий.
6. Радиационная безопасность. Основные принципы обеспечения радиационной безопасности.
7. Предел дозы и годового поступления. Контрольные уровни.
8. Радиационные, радионуклидные и генерирующие источники ионизирующего излучения. Закрытые и открытые радионуклидные источники.
9. Минимально значимая активность и минимально значимая удельная активность. Величины МЗА и МЗУА для изотопов, с которыми работает аттестуемый.
10. Источники излучения, подлежащие учету и контролю.
11. В каких случаях требуется получение лицензии на осуществление деятельности в области использования атомной энергии. Виды деятельности, разрешенные в ИК СО РАН.
12. Радиационный контроль. Порядок, виды и периодичность радиационного контроля в ИК СО РАН.
13. Порядок допуска персонала к работе с источниками ионизирующего излучения.
14. Виды и порядок инструктажа по радиационной безопасности в ИК СО РАН.

15. Определения класса работ с радиоактивными веществами.
16. Порядок хранения, получения, выдачи на рабочее место и списания радиоактивных веществ в ИК СО РАН.
17. Радиоактивные отходы. Порядок обращения с радиоактивными отходами в ИК СО РАН.
18. Правила личной гигиены при работе с радиоактивными веществами.
19. Детерминированные и стохастические эффекты ионизирующего излучения.
20. Категории радиационных объектов по потенциальной опасности.
21. Радиационная авария. Виды радиационных аварий, возможных в ИК СО РАН и меры по их предупреждению ликвидации.
22. Структура и задачи радиоизотопного отдела ИК СО РАН.
23. Основные свойства нуклидов, с которыми работает аттестуемый.
24. Активность, единицы измерения активности.

Вопрос

1 Виды ионизирующих излучений, их характеристики.

Вид ионизирующего излучения определяется типом испускаемых ядрами атомов частиц. Существует три вида: α , β и γ . α –излучение – поток положительно заряженных частиц (α -частиц), состоящий из двух протонов и двух нейтронов .

Это ядра гелия с массой 4 у.е. (углеродные единицы) и зарядом +2. Они испускаются при α -распаде ядер атомов. При этом материнское ядро теряет четыре единицы массы и две единицы заряда.

Пример: ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow 4\alpha + {}^{222}_{86}\text{Rn}$ (1)

Радий-226 - радиоактивный природный изотоп Переходит в Радон-222 - радиоактивный природный изотоп Альфа-частицы, образованные при распаде ядра, имеют начальную кинетическую энергию в диапазоне 1,8–15 МэВ. Но, несмотря на столь значительную энергию, при движении в веществе они создают сильную ионизацию, благодаря электрическому заряду +2 и, в результате, очень быстро теряют энергию. Энергии альфа-частиц, возникающих в результате радиоактивного распада, не хватает даже для преодоления мёртвого слоя кожи (70-400 мкм), поэтому радиационный риск при внешнем облучении такими альфа-частицами отсутствует. Главная опасность – попадание α -источника внутрь организма! β –излучение – поток заряженных частиц (электронов или позитронов), испускаемых атомом при бета-радиоактивном распаде. В качестве примера можно привести радиоактивные изотопы фосфора (P32), серы (S35), кальция (Ca45) и др. При прохождении через вещество бета-излучение, благодаря заряду ± 1 , сильно взаимодействует с электронами и ядрами его атомов, быстро расходуя свою энергию. Пробег β -

частиц в тканях организма составляет от десятых долей миллиметра до 1—2 см. Для защиты от β -излучения достаточно иметь экран из органического стекла соответствующей толщины.

<http://www.wikipedia.org>. 4 №, п/п Вопрос Ответ Ссылка на литературу γ -излучение – поток нейтральных частиц (γ -квантов). Гамма-излучение испускается при переходах между возбужденными состояниями атомных ядер и является потоком фотонов электромагнитного излучения с очень малой длиной волны ($< 5 \times 10^{-3}$ нм) и, вследствие этого, ярко выраженными корпускулярными и слабо выраженными волновыми свойствами. Энергии таких гамма-квантов лежат в диапазоне от ~ 1 кэВ до десятков МэВ. Генерация γ -квантов происходит при ядерных реакциях. В зависимости от начальной энергии, гамма-лучи могут путешествовать десятки или сотни метров в воздухе. Примерами гамма-излучателей являются $Co60$, $Zn65$, $Cs137$ и $Ra226$. Благодаря высокой проникающей способности γ -квант может пролететь сквозь тело человека, а может и взаимодействовать с ядром одного из атомов в его теле, вызвав рождение лавины заряженных частиц уже внутри организма. Для защиты от гамма-излучения, как правило, используются очень плотные материалы, например, свинец.

2 Дозы: экспозиционная, поглощенная, эквивалентная, эффективная. Экспозиционная доза – мера ионизационного воздействия излучения. Она показывает, какой заряд образовался в среде при поглощении радиоактивного излучения. Так при поглощении дозы в 1 Рентген образуется 1.6125×10^{15} пар ионов. Единица измерения – кулон, деленный на килограмм (Кл/кг) в системе СИ. Внесистемная единица – рентген (Р), $1 \text{ Р} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ Кл/кг}$. Поглощенная доза (D) – величина энергии излучения, переданная веществу. Равна полной энергии, переданной объему, деленной на массу этого объема. Единица измерения – джоуль, деленный на килограмм (Дж/кг), в системе СИ называется грей (Гр). Внесистемная единица поглощенной дозы – рад, $1 \text{ рад} = 0.01 \text{ Гр}$. Эквивалентная доза (H) – поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на коэффициент качества для данного вида излучения, WR: $H = WR \times D$ где D - средняя поглощенная доза в органе или ткани. При воздействии различных видов излучения с различными коэффициентами качества эквивалентная доза определяется как сумма эквивалентных доз для этих видов излучения. Коэффициент качества (WR) имеет значения от 1 (для электрона) до 20 (для альфа-частиц, тяжелых ядер и быстрых нейтронов). Единица измерения эквивалентной дозы в системе СИ - зиверт (Зв). $1 \text{ Зв} = 1 \text{ Дж/кг}$. Внесистемная единица – бэр. $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$. Нормы радиационной безопасности (СанПиН 2.6.1.2523-09, НРБ99/2009) 5 №, п/п Вопрос Ответ Ссылка на литературу Эффективная доза (E) – величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности. Она представляет сумму произведений эквивалентной дозы (H) в органах и тканях на соответствующие взвешивающие коэффициенты (WT): $E = WT \times H$ где H - эквивалентная доза в органе или ткани, а WT - взвешивающий коэффициент для органа или ткани, который варьируется от 0.2 для гонад до 0.01 для кожи. Единица измерения эффективной дозы -

зиверт (Зв). 3 Дозы: коллективная, ожидаемая при внутреннем облучении, предотвращаемая. Доза эффективная коллективная – мера коллективного риска возникновения стохастических эффектов облучения; она равна сумме индивидуальных эффективных доз. Единица эффективной коллективной дозы - человеко-зиверт (чел.-Зв). Например коллективная доза облучения населения США за счет естественного радиационного фона составляет: 3×10^5 чел.-Зв в год. Доза ожидаемая при внутреннем облучении – доза за определенное время, прошедшее после поступления радиоактивных веществ в организм. Измеряется в Зв. Если время не определено, то его следует принять равным 50 годам для взрослых и 70 - для детей. Доза предотвращаемая - прогнозируемая доза вследствие радиационной аварии, которая может быть предотвращена защитными мероприятиями. Нормы радиационной безопасности (СанПиН 2.6.1.2523-09, НРБ99/2009) 4 Взвешивающие коэффициенты для видов излучения и для органов и тканей. Коэффициенты качества для отдельных видов излучения при расчете эквивалентной дозы (WR) – множители поглощенной дозы, учитывающие относительную эффективность различных видов излучения в индуцировании биологических эффектов:

- Фотоны любых энергий
- .1 Электроны и мюоны любых энергий
- 1 Нейтроны с энергией: менее 10кэВ
- 5 от 10 кэВ до 100 кэВ
- 10 от 100 кэВ до 2 МэВ
- 20 от 2 МэВ до 20 МэВ
- 10 более 20 МэВ
- 5 Протоны с энергией более 2 МэВ, кроме протонов отдачи
- 5 Альфа-частицы, осколки деления, тяжелые ядра
- 20 Нормы радиационной безопасности (СанПиН 2.6.1.2523-09, НРБ99/2009)
- 6 №, п/п Вопрос Ответ Ссылка на литературу Взвешивающие коэффициенты для тканей и органов при расчете эффективной дозы (WT) – множители эквивалентной дозы в органах и тканях, используемые в радиационной защите для учета различной чувствительности разных органов и тканей в возникновении стохастических эффектов радиации: Гонады (половые железы).....
- 0.20 Костный мозг (красный), толстый кишечник, легкие, желудок
- .0.12 Мочевой пузырь , грудная железа, печень, пищевод, щитовидная железа.....
- 0.05 Кожа, клетки костных поверхностей.....
- 0.01 Остальное
- 0.05

5 Категории облучаемых лиц. Пределы эффективных доз облучения для лиц различных категорий.

Устанавливаются следующие категории облучаемых лиц:

1. Персонал (группы А и Б); А – лица, непосредственно работающие с ИИИ; Б – лица, не работающие непосредственно в ИИИ, но, в силу служебных обязанностей, находящиеся в сфере воздействия ИИИ.

2. Все население, включая лиц из персонала вне сферы и условий их производственной деятельности. Пределы эффективной дозы от техногенных источников для персонала группы А не должна превышать 20 мЗв/год, для персонала группы Б – 5 мЗв/год, для населения - 1 мЗв/год. Интересно, что 50 часов полета на самолете дают вклад в эффективную дозу 1 мЗв, а среднегодовая эффективная доза для населения составляет 3-4 мЗв, из них около 70% - доза от естественных (природных) источников излучения. Нормы радиационной безопасности (СанПиН 2.6.1.2523-09, НРБ99/2009) 7 №, п/п

Вопрос Ответ Ссылка на литературу

6 Радиационная безопасность. Основные принципы обеспечения радиационной безопасности. Радиационная безопасность - состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения. Основными принципами обеспечения радиационной безопасности являются: – принцип нормирования: непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения; – принцип обоснования: запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучением; – принцип оптимизации: поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ионизирующего излучения. Федеральный закон №3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».

7 Предел дозы и годового поступления. Контрольные уровни. Предел дозы – величина годовой эффективной или эквивалентной дозы техногенного облучения, которая не должна превышать в условиях нормальной работы. Соблюдение предела годовой дозы предотвращает возникновение детерминированных эффектов, а вероятность статистических эффектов сохраняется при этом на приемлемом уровне. Предел годового поступления – допустимый уровень поступления радионуклида в организм в течение года, который при монофакторном воздействии приводит к облучению условного человека ожидаемой дозой, равной соответствующему пределу годовой дозы. Контрольные уровни – значения контролируемой величины дозы, мощности дозы, радиоактивного загрязнения и т.д., устанавливаемые для оперативного радиационного контроля, с целью закрепления достигнутого уровня радиационной безопасности, обеспечения дальнейшего

снижения облучения персонала и населения, радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Нормы радиационной безопасности (СанПиН 2.6.1.2523-09, НРБ99/2009)

8 №, п/п Вопрос Ответ Ссылка на литературу

Радиационные, радионуклидные и генерирующие источники ионизирующего излучения. Закрытые и открытые радионуклидные источники. Радиационные источники (РИ) - не относящиеся к ядерным установкам комплексы, установки, аппараты, оборудование и изделия, в которых содержатся радиоактивные вещества или генерируется ионизирующее излучение. В ИК СО РАН радиационным источником является комплекс, содержащий радиоактивные вещества (радиохимический корпус). Радионуклидный источник (РНИ) – вещество, содержащее радионуклид (смесь радионуклидов) и используемое в качестве источника ионизирующего излучения. Генерирующий источник (ГИ) – техническое устройство, которое создает или в определенных условиях способно создавать ионизирующее излучение (например, рентгеновский аппарат). Закрытый радионуклидный источник (ЗРНИ) – радионуклидный источник излучения, который содержит зафиксированное в ограниченном объеме радиоактивное вещество и устройство которого исключает поступление содержащихся в нем радионуклидов в окружающую среду в условиях применения и износа, на которые он рассчитан. Открытый радионуклидный источник (ОРНИ) – радионуклидный источник излучения, при использовании которого возможно поступление содержащихся в нём радиоактивных веществ в окружающую среду. Федеральный закон №170-ФЗ «Об использовании атомной энергии», Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-038-11.

9 Минимально значимая активность и минимально значимая удельная активность. Величины МЗА и МЗУА для изотопов, с которыми работает аттестуемый. Минимально значимая активность (МЗА) – активность ИИИ в помещении или на рабочем месте, при превышении которой требуется разрешение на использование этого источника, если при этом также превышено значение минимально значимой удельной активности. Минимально значимая удельная активность (МЗУА) – удельная активность ИИИ в помещении или на рабочем месте, при превышении которой требуется разрешение на использование этого источника, если при этом также превышено значение минимально значимой активности. Рассчитывается как отношение активности радионуклида в веществе к массе вещества. Величины МЗА и МЗУА для различных радионуклидов приведены в Приложении 4 НРБ99/2009. Основные санитарные правила и нормативы обеспечения радиационной безопасности (СанПиН 2.6.1.2612-10, ОСПОРБ-99/2010), Нормы радиационной безопасности

9 №, п/п Вопрос Ответ Ссылка на литературу В ИК СО РАН имеется обедненный уран-238, углерод-14 и тритий. Тритий (Т), МЗА 1×10^9 Бк, МЗУА 1×10^6 Бк/г. Углерод С-14, МЗА 1×10^7 Бк, МЗУА 1×10^4 Бк/г. Уран U-238, МЗА 1×10^4 Бк, МЗУА 10 Бк/г. (СанПиН 2.6.1.2523-09, НРБ99/2009)

10 Источники излучения, подлежащие учету и контролю. В организации, в рамках системы учета и контроля учитываются: - ЗРНИ, в том числе входящие в состав приборов (изделий, установок), если начальная активность радионуклидов в них превышает значения МЗА, указанные в Приложении 4 НРБ-99/2009 (для смеси радионуклидов - если сумма отношений паспортных значений активностей радионуклидов к их табличным значениям превышает единицу); - ОРНИ, если удельная активность радионуклидов в них превышает значения МЗУА, указанные в Приложении 4 НРБ-99/2009 (для смеси радионуклидов - если сумма отношений паспортных значений удельных активностей радионуклидов к табличным значениям удельных активностей превышает единицу); - РАО, если удельная активность радионуклидов в них превышает соответствующие значения МЗУА, указанные в Приложении 4 НРБ-99/2009; - ЯМ, включая изделия из обедненного урана, не состоящие на учете в системе государственного учета и контроля ЯМ; - РВ, содержащиеся в ОЯТ, подлежат учету в системе государственного учета и контроля ЯМ и в системе государственного учета и контроля РВ и РАО; - радионуклиды, содержащиеся в выбросах в атмосферу; - радионуклиды, содержащиеся в сбросах сточных вод. От радиационного контроля и учета освобождаются: - электрофизические устройства, генерирующие ИИ с максимальной энергией не более 5 кэВ; - другие электрофизические устройства, генерирующие ИИ, при любых возможных условиях эксплуатации которых мощность эквивалентной дозы в любой доступной точке на расстоянии 0,1 м от поверхности устройства не превышает 1,0 мкЗв/ч; - продукция, товары, содержащие радионуклиды, на которые имеется заключение Основные санитарные правила и нормативы обеспечения радиационной безопасности (СанПиН 2.6.1.2612-10, ОСПОРБ-99/2010), Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-067-11.

10 №, п/п Вопрос Ответ Ссылка на литературу органов, осуществляющих государственный санитарно-эпидемиологический надзор, о том, что создаваемые ими дозы облучения не могут превышать значения, приведенные в пункте 1.4 НРБ-99/2009. 11 В каких случаях требуется получение лицензии на осуществление деятельности в области использования атомной энергии. Виды деятельности, разрешенные в ИК СО РАН.

Лицензированию подлежат следующие виды деятельности в области использования атомной энергии:

1. Проектирование, конструирование, размещение, сооружение, эксплуатация и вывод из эксплуатации ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилищ радиоактивных отходов.
2. Конструирование и изготовление оборудования для объектов, перечисленных в предыдущем пункте.
3. Обращение с ядерными материалами и радиоактивными веществами, в том числе при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, при производстве,

использовании, переработке, транспортировании и хранении ядерных материалов и радиоактивных веществ.

4. Обращение с радиоактивными отходами при их хранении, переработке, транспортировании и захоронении.

5. Проведение экспертизы проектной, конструкторской, технологической документации и документов, обосновывающих обеспечение ядерной и радиационной безопасности ядерных установок, радиационных источников, пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилищ радиоактивных отходов, деятельности по обращению с ядерными материалами, радиоактивными веществами и радиоактивными отходами. Лицензии выдаются Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору Российской Федерации (Ростехнадзор). В ИК СО РАН имеется лицензия на осуществление следующих видов деятельности: - использование ОРНИ в научно-исследовательских целях; - техническое обслуживание систем и оборудования в составе комплекса в объеме эксплуатационной документации;