КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ

Зарипова Ю.А.

РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Сборник лекций для студентов по направлению подготовки
«Физические и химические науки»

Алматы

СОДЕРЖАНИЕ

Лекция 1. Источники ионизирующих излучений.

Лекция 2. Основы ядерной физики.

Лекция 3. Радиоактивность.

Лекция 4. Ядерные реакции.

Лекция 5. Взаимодействие радиоактивного излучения с веществом.

Лекция 6. Физические основы дозиметрии.

Лекция 7. Методы измерения ионизирующих излучений.

Лекция 8. Стандарты и нормативные документы в области радиационного контроля.

Лекция 9. Принцип работы радиометрических приборов радиационного контроля.

Лекция 10. Принцип работы спектрометрических приборов радиационного контроля.

Лекция 11. Радиационный мониторинг.

Лекция 8. ***Стандарты и нормативные документы в области радиационного контроля.***

Цель лекции: Ознакомить обучающихся с системой стандартов и нормативных документов, регулирующих деятельность в области радиационного контроля.

Введение: Радиационная безопасность – это одно из ключевых направлений национальной безопасности и охраны здоровья населения. Она заключается в обеспечении защиты человека и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения при использовании источников радиации в промышленности, медицине, энергетике и научных исследованиях. Радиационный контроль – это система организационных и технических мероприятий, направленных на измерение, анализ и оценку уровней ионизирующего излучения в целях обеспечения радиационной безопасности.

Нормативные документы представляют собой подзаконные акты, устанавливающие основные пределы доз, допустимые уровни воздействия ионизирующего излучения по ограничению облучения человека. Правовой статус этих документов таковой, что никакие другие нормативные и методические документы в системе государственного санитарно-эпидемиологического нормирования санитарные нормы, гигиенические нормативы, (санитарные правила, санитарные правила и нормативы, руководства, методические указания, методические указания по методам контроля), ни государственные стандарты, ни строительные нормы и правила, ни правила охраны труда, ни ветеринарные правила, не могут противоречить требованиям этих основополагающих нормативных документов в области радиационной безопасности. Применяются они с целью обеспечения безопасности человека во всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения.

Нормы радиационной безопасности распространяются на следующие источники ионизирующего излучения (ИИИ):

- техногенные ИИИ за счет нормальной эксплуатации техногенных ИИИ;
- техногенные ИИИ в результате радиационной аварии;
- природные ИИИ;
- медицинские ИИИ.

Основная часть:

Радиационная безопасность является глобальной проблемой, требующей согласованных подходов на международном уровне. Ионизирующие излучения используются не только в ядерной энергетике, но и в медицине, промышленности, научных исследованиях. Поэтому вопросы радиационного контроля и защиты человека от воздействия радиации регулируются системой международных норм, стандартов и рекомендаций, разрабатываемых специализированными организациями. Эти документы служат основой для национального законодательства большинства стран, включая Республику Казахстан.

К ключевым международным организациям, разрабатывающих международные стандарты и рекомендации относятся:

1_Международная комиссия по радиационной защите (МКРЗ, ICRP)

Независимый научный и консультативный орган, основанный в 1928 году. Комиссия разрабатывает фундаментальные принципы радиационной защиты, которые впоследствии учитываются в документах Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), Международной организации по стандартизации (ISO) и национальных правовых актах.

Основные положения, предложенные МКРЗ, включают три принципа радиационной защиты:

- Обоснование – любое применение источников ионизирующего излучения должно приносить больше пользы, чем вреда.
- Оптимизация (принцип ALARA) – дозы облучения должны быть настолько малы, насколько это разумно достижимо.
- Нормирование – установление пределов доз облучения для различных категорий лиц.

Рекомендации МКРЗ не носят обязательного характера, но фактически служат научной базой для всех международных и национальных нормативных документов.

2. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ, IAEA)

Специализированное агентство ООН, созданное в 1957 году. Его миссия заключается в содействии мирному использованию атомной энергии и обеспечении ядерной и радиационной безопасности. Главный документ МАГАТЭ – Серия стандартов безопасности (IAEA Safety Standards Series), включающая:

- GSR Part 3 — *«Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards (BSS)»* — международные основные нормы безопасности. Этот документ определяет:
  - принципы регулирования доз облучения;
  - требования к организации радиационного контроля;
  - порядок лицензирования источников излучения;
  - требования к обучению персонала и аварийному реагированию.
- GSR Part 1 – *«Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety»* – основы законодательного регулирования радиационной безопасности.
- GSG и SSG Series – руководства и методические рекомендации (например, *RS-G-1.8* – «Мониторинг окружающей среды и источников радиации»).

Эти стандарты разрабатываются в сотрудничестве с ВОЗ, Международной организацией труда (МОТ) и МКРЗ и используются в качестве эталона при создании национальных норм. Важной особенностью стандартов МАГАТЭ является их универсальность: они применимы как к атомным электростанциям, так и к медицинским и промышленным источникам излучения.

3. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ)

ВОЗ уделяет особое внимание радиационному контролю в области медицинской радиологии, где облучение является частью лечебного процесса. Совместно с МАГАТЭ и МКРЗ организация разработала ряд руководств, например:

– *WHO/IAEA: Radiation Protection in Medicine* – документ, регламентирующий безопасное применение рентгенодиагностики, радиотерапии и ядерной медицины.
– *WHO: Guidelines for Drinking-water Quality* – включает нормы по содержанию радионуклидов в питьевой воде.

Таким образом, ВОЗ обеспечивает интеграцию радиационной безопасности в систему общественного здравоохранения.

4. Международная организация по стандартизации (ISO)

ISO разрабатывает технические стандарты в области измерений, контроля и калибровки средств радиационного контроля. Эти стандарты применяются лабораториями и метрологическими центрами во всём мире. Наиболее важные серии стандартов ISO:

– ISO 7503 – методы измерения радиоактивного загрязнения поверхностей;
– ISO 11929 – определение минимальных детектируемых активностей и неопределённостей в радиационных измерениях;
– ISO 18589 – измерение радионуклидов в почве;
– ISO 10703 – определение активности радионуклидов в жидких пробах;
– ISO/IEC 17025 – требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

Эти документы являются основой международной аккредитации лабораторий, обеспечивая сопоставимость данных и доверие между странами.

Основой системы обеспечения радиационной безопасности в Республике Казахстан (РК) является совокупность нормативно-правовых актов, санитарных правил, стандартов и методических документов, регулирующих отношения в данной сфере. Основными нормативными документами в области обеспечения радиационной безопасности в Республике Казахстан являются:

- Закон Республики Казахстан от 12 января 2016 года № 442-V ЗРК “Об использовании атомной энергии”;
- Закон Республики Казахстан от 23 апреля 1998 года № 219 «О радиационной безопасности населения»;
- Об утверждении Санитарных правил "Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности" Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 15 декабря 2020 года № ҚР ДСМ-275/2020;
- “Об утверждении гигиенических нормативов к обеспечению радиационной безопасности” Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 2 августа 2022 года № ҚР ДСМ-71;
- “Об утверждении Правил контроля и учета индивидуальных доз облучения, полученных гражданами при работе с источниками ионизирующего излучения, проведении медицинских рентгенорадиологических процедур, а также обусловленных природным и техногенным радиационным фоном” Приказ и.о Министра национальной экономики Республики Казахстан от 27 марта 2015 года № 259.

При нормальных условиях эксплуатации источников ионизирующего излучения санитарно-эпидемиологическими требованиями к обеспечению радиационной безопасности устанавливают две категории облучаемых лиц: персонал и население. Персонал – физические лица, постоянно или временно работающие с источниками ионизирующего излучения (группа А) или находящиеся по условиям труда в сфере их воздействия (группа Б). Если сотрудник работает непосредственно с источником излучения, даже временно, он должен быть отнесен к персоналу группы А.

Для каждой из двух категорий облучаемых лиц (персонала и населения) устанавливается три класса нормативов: - основные пределы доз (ПД); - допустимые уровни монофакторного воздействия (для одного радионуклида, пути поступления или одного вида внешнего облучения), являющиеся производными от основных пределов доз: предел годового поступления, допустимые среднегодовые объемные активности, среднегодовые удельные активности, мощность эквивалентной дозы; - контрольные уровни.

Таблица. Основные дозовые пределы.

Нормируемые величины	Пределы доз	
	персонал группы А*	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но составляет 50 мЗв в год и менее	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но составляет 5 мЗв в год и менее
Эквивалентная доза за год в:		
хрусталике глаза (относится к дозе на глубине 300 миллиграмм на квадратный сантиметр)	20 мЗв	15 мЗв
коже (относится к среднему по площади в 1 квадратный сантиметр значению в базальном слое кожи толщиной 5 мг/см^2 под покровным слоем толщиной 5 мг/см^2. На ладонях толщина покровного слоя – 40 мг/см2. Указанным пределом допускается облучение всей кожи человека при условии, что в пределах усредненного облучения любого 1 см^2 площади кожи этот предел не будет превышен. Предел дозы при облучении кожи лица обеспечивает не превышение предела дозы на хрусталик от бета-частиц.)	500 мЗв	50 мЗв
кистях и стопах	500 мЗв	50 мЗв
*Основные пределы доз, как и все остальные допустимые уровни облучения персонала группы Б, равны 1/4 значений для персонала группы А.		

Как видно из таблицы, введены два вида ограничений для годовой эффективной дозы облучения персонала и населения:

- ограничение дозы за отдельный календарный год;

- ограничение дозы, усредненной за пять последовательных лет.

Такая система позволяет более гибко осуществлять корректирующие мероприятия в случае повышения облучения работников или населения от данного источника.

Основные пределы доз облучения не включают в себя дозы от природного и медицинского облучения, а также дозы вследствие радиационных аварий. На эти виды облучения устанавливаются специальные ограничения.

Эффективная доза для персонала составляет за период трудовой деятельности (50 лет) – 1000 мЗв и менее, для населения за период жизни (70 лет) – 70 мЗв и менее.

Для студентов и учащихся старше 16 лет, проходящих профессиональное обучение с использованием источников излучения, годовые дозы соответствуют значениям, установленным для персонала группы Б.

Заключение:

Стандарты и нормативные документы в области радиационного контроля представляют собой многоуровневую систему, обеспечивающую научно обоснованную, согласованную и прозрачную практику радиационной защиты во всём мире. Их использование способствует повышению уровня безопасности населения, защите персонала и окружающей среды, а также интеграции национальных систем радиационного мониторинга в глобальное пространство. Современные тенденции показывают, что дальнейшее развитие радиационного контроля будет связано с цифровыми технологиями, автоматизированными системами мониторинга и расширением международного обмена данными, при сохранении единой нормативной базы, основанной на рекомендациях МКРЗ, МАГАТЭ и ISO.

Контрольные вопросы:

1) Каковы основные источники ионизирующего излучения, регулируемые нормами радиационной безопасности?

2) Объясните с каких областях деятельности человека требуется обязательное соблюдение норм радиационной безопасности.

3) Назовите основные международные организации, разрабатывающие стандарты и рекомендации в области радиационной защиты.

4) Назовите основные законодательные акты Республики Казахстан, регулирующие радиационную безопасность.

5) Каковы основные дозовые пределы для персонала группы А и населения по эффективной дозе?

Список использованных источников:

1. Закон Республики Казахстан от 12 января 2016 года № 442-V ЗРК “Об использовании атомной энергии”.

2. Ермолина Е.П. Нормы радиационной безопасности. – М.: ГБОУ ДПО РМАПО, 2014. – 42 с.

3. Закон Республики Казахстан от 23 апреля 1998 года № 219 «О радиационной безопасности населения».

4. Об утверждении Санитарных правил "Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности" Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 15 декабря 2020 года № ҚР ДСМ-275/2020.

5. “Об утверждении гигиенических нормативов к обеспечению радиационной безопасности” Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 2 августа 2022 года № ҚР ДСМ-71.

6. МКРЗ. Публикация № 103. Рекомендации по радиационной защите.