

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»



Институт интеллектуальных кибернетических систем

Кафедра кибернетики (№ 22)

Направление подготовки 09.03.04 Программная инженерия

Реферат по курсу

”Безопасность жизнедеятельности”

Тема: «Нормы радиационной безопасности»

Преподаватель: Орлова Ксения Николаевна
Студент: Колесников Михаил Леонидович
Группа: Б22-534

Москва 2025

Содержание

1	Введение	3
2	Основная часть	4
2.1	Виды облучения	4
2.2	Критериальные параметры норм радиационной безопасности	5
2.3	Современные международные стандарты радиационной безопасности	5
2.4	Российские нормативы: НПБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010	7
2.5	Различия норм радиационной безопасности в России и США	10
2.6	Практические аспекты применения норм радиационной безопасности на разных объектах (медицина, энергетика, промышленность)	12
3	Заключение	14

1 Введение

Радиационная безопасность остается одной из наиболее актуальных и стратегически важных проблем современности. С развитием атомной энергетики, медицины и промышленного применения радиоактивных материалов вопросы обеспечения безопасности жизнедеятельности приобретают критическое значение. Случаи радиационных инцидентов в прошлом, такие как аварии на Чернобыльской АЭС и Фукусима, продемонстрировали необходимость строгого регулирования использования радиоактивных веществ и обеспечения защиты населения, работников и окружающей среды.

Актуальность темы обусловлена многими факторами:

- **Расширение применения радиационных технологий.** От диагностики и лечения заболеваний до промышленных процессов и энергетики — радиационные технологии находят применение в различных секторах, что требует универсальных и строгих норм безопасности.
- **Глобализация и международная интеграция.** Разные страны и международные организации разрабатывают собственные стандарты, что создает необходимость их анализа, сравнения и возможной гармонизации.
- **Эволюция научных исследований.** Новейшие исследования в области радиационной защиты, мониторинга и количественной оценки дозовых воздействий позволяют совершенствовать нормативы с целью минимизации возможного ущерба.

Цель данной работы — провести глубокий аналитический обзор нормативов радиационной безопасности, изучить противоречия между различными международными и национальными стандартами, критически оценить их практическое применение в различных отраслях, а также выявить тенденции в развитии нормативно-правового регулирования в данной области.

2 Основная часть

2.1 Виды облучения

По источникам излучения

- Внешнее облучение — от наружных источников излучения (космические лучи, воздействие природных или искусственных излучателей).
- Внутреннее — от радиоактивных веществ, попадающих внутрь организма человека с вдыхаемым воздухом, продуктами питания, с водой.

По времени действия излучения на объект

- Острое облучение — облучение, длительность которого не превышает нескольких часов, чаще всего составляя минуты.
- Пролонгированное облучение (протрагированное) — облучение, продолжающееся в течение многих дней, месяцев и лет.
- Хроническое облучение — длительное при низкой мощности дозы.

По зоне поражения

- Крупнопольное (широкопольное) облучение — облучение злокачественных новообразований, например лимфогранулематоза, большими полями в расчете на одновременное поражение основного очага и диссиминоватов опухолевых клеток в регионарные лимфатические узлы.
- Локальное облучение (местное) — облучение отдельных участков (сегментов) тела.
- Общее (тотальное) облучение — облучение всего тела.

2.2 Критериальные параметры норм радиационной безопасности

ПД (предельные дозы) — это основные пределы доз облучения, которые не должны превышать для различных категорий облучаемых лиц (например, персонала и населения). Они задают максимально допустимый уровень эффективной дозы, выражаемый в миллизивертах (мЗв) в год, например, 20 мЗв для персонала и 1 мЗв для населения. ПД являются ключевым критерием радиационной безопасности и служат ориентиром для установления других норм.

ПГП (предел годового поступления) — это допустимый уровень поступления конкретного радионуклида в организм человека за год, при котором ожидаемая доза облучения не превышает соответствующего предела годовой дозы (ПД). ПГП выражается в беккерелях (Бк) и применяется для оценки внутреннего облучения при монофакторном воздействии одного радионуклида через дыхание или пищу.

ДОО (допустимые среднегодовые объемные активности) — это нормативы, ограничивающие среднегодовую концентрацию радионуклидов в воздухе рабочей зоны или окружающей среды, при которых облучение не превышает ПД. ДОО связаны с ПГП, но применяются для контроля внешних условий и воздушной среды.

2.3 Современные международные стандарты радиационной безопасности

- **Международная комиссия по радиационной защите (МКРЗ, ICRP)** — независимая неправительственная организация, основанная в 1928 году, которая разрабатывает основные принципы и рекомендации по радиационной защите. Рекомендации МКРЗ являются фундаментом для международных норм и национальных стандартов многих стран.
- **Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ)** — разрабатывает и публикует нормы безопасности, основанные на рекомендациях МКРЗ и совместно с другими междуна-

родными организациями (ВОЗ, МОТ, ФАО, АЯЭ/ОЭСР и др.). Нормы МАГАТЭ охватывают все этапы жизненного цикла источников излучения и направлены на минимизацию риска для здоровья и окружающей среды.

- Международные нормы безопасности представляют собой результат многолетних усилий по согласованию и гармонизации правил радиационной защиты на глобальном уровне. Они учитывают современный уровень научных знаний и опыта в области радиационной безопасности.

Основные принципы радиационной безопасности

- **Принцип обоснования:** любое использование источников ионизирующего излучения должно иметь оправданную пользу, превышающую потенциальный вред.
- **Принцип оптимизации:** уровни облучения должны быть максимально снижены с учётом разумных возможностей (*ALARA — As Low As Reasonably Achievable*).
- **Принцип нормирования:** установление предельных дозовых значений для различных категорий облучаемых (профессиональное облучение, население и др.).

Дозовые лимиты

- Для профессионального персонала (группа А) годовая эффективная доза не должна превышать 20 мЗв в среднем за любые 5 последовательных лет, но не более 50 мЗв в год.
- Для населения годовая эффективная доза не должна превышать 1 мЗв в среднем за любые 5 лет, но не более 5 мЗв в год.
- За весь период трудовой деятельности (50 лет) для персонала лимит составляет 1000 мЗв, а для населения за всю жизнь (70 лет) — 70 мЗв.

Регулирование и применение

- Международные нормы служат основой для национального законодательства и стандартов радиационной безопасности в разных странах.
- В России, например, действуют нормы НРБ-99/2009, которые основаны на международных рекомендациях и регулируют допустимые уровни облучения и требования к безопасности.
- Международные нормы применяются на всех этапах использования радиационных источников — от проектирования и эксплуатации до утилизации и ликвидации аварийных ситуаций.

2.4 Российские нормативы: НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010

Нормы радиационной безопасности (НРБ) — это санитарные нормы и правила, регулирующие допустимые уровни воздействия ионизирующего излучения на человека с целью защиты его здоровья при нормальных и аварийных условиях. В России действуют нормы НРБ-99/2009, введенные с 1 сентября 2009 года, которые устанавливают основные пределы доз облучения и требования по ограничению радиационного воздействия.

- **Годовые пределы эффективной дозы облучения:**
 - Для персонала, работающего с источниками ионизирующего излучения (группа А), — 20 мЗв в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год.
 - Для населения — 1 мЗв в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год.

Эти дозы не включают облучение от естественных природных источников, медицинских процедур и радиационных аварий, для которых установлены отдельные ограничения.

- **Область применения норм:**

- Нормы распространяются на техногенные источники излучения при нормальной эксплуатации и в аварийных ситуациях, природные и медицинские источники.
- Исключены из регулирования космическое излучение на поверхности Земли и внутреннее облучение человека от природного калия-40, поскольку на них невозможно влиять.

- **Дополнительные требования:**

- Контроль и ограничение доз облучения персонала с помощью индивидуальных дозиметров.
- Ограничение облучения от природных источников в производственных условиях — эффективная доза не должна превышать 5 мЗв в год.

- **Регулирующие документы:**

- НРБ-99/2009 (СанПиН 2.6.1.2523-09) — основные нормы.
- Санитарные правила работы с радиоактивными веществами и источниками излучения.
- Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами.

ОСПОРБ — это нормативный документ, регламентирующий требования по защите людей от вредного воздействия ионизирующего излучения при всех условиях облучения от различных источников излучения. В России ОСПОРБ является обязательным для исполнения всеми юридическими и физическими лицами, деятельность которых связана с источниками ионизирующего излучения, а также для органов власти и населения.

Основные характеристики ОСПОРБ

- ОСПОРБ устанавливает требования по защите персонала, населения и окружающей среды от вредного радиационного воздействия, в том числе при эксплуатации техногенных источников излучения, медицинском облучении, воздействии природных источников и при ликвидации последствий радиационных аварий.
- Документ охватывает весь жизненный цикл радиационных объектов: проектирование, строительство, эксплуатацию, реконструкцию и вывод из эксплуатации.
- ОСПОРБ базируется на ключевых принципах радиационной безопасности
- В документе предусмотрены меры по обеспечению радиационной безопасности:
 - выбор и обоснование мест размещения радиационных объектов;
 - организация контроля и мониторинга радиационной обстановки;
 - применение технических, организационных и санитарно-гигиенических мер защиты;
 - обучение и информирование персонала и населения;
 - планирование действий при радиационных авариях.
- ОСПОРБ является основой для деятельности государственных органов регулирования, надзора и контроля в области радиационной безопасности, а также для разработки локальных нормативных актов и инструкций в организациях.

Нормативное оформление

- В современной редакции ОСПОРБ закреплены в Санитарных правилах СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)».
- ОСПОРБ соответствует Федеральному закону РФ от 09.01.1996 №3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» и Нормам радиационной безопасности НРБ-99/2009.

2.5 Различия норм радиационной безопасности в России и США

- **Годовые предельные дозы для персонала**
 - **Россия:** Для работников атомной промышленности (например, персонала АЭС) установлен жёсткий лимит — **20 мЗв/год**, а в НИЦ «Курчатовский институт» контрольный уровень ещё ниже — **18 мЗв/год**.
 - **США:** Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) допускает **50 мЗв/год**, но американские нормы ближе к этому значению, особенно для работников ядерного сектора. Например, в медицинской и промышленной сферах допустимые дозы могут варьироваться в зависимости от рисков.
- **Подход к оценке рисков**
 - **Россия:** Используется консервативный подход с акцентом на минимизацию доз. Например, для космонавтов российские нормы снизили предельную дозу за карьеру с **4 Зв до 1 Зв**, учитывая суммарный риск смертности от всех причин (рак, сердечно-сосудистые заболевания и др.), что соответствует **10% риску**.

- **США:** НАСА ориентируется на **3% риск** смертельного исхода от рака, игнорируя другие радиационно-обусловленные заболевания. Для космонавтов допустимая доза за карьеру выше — до **2.9 Зв** для старших возрастных групп.

- **Регламентация для населения**

- **Россия:** Жёсткие нормы для населения, включая мониторинг природного фона. Например, в регионах с повышенным фоном (например, Алтайский край) действуют дополнительные ограничения.
- **США:** Более гибкая система, учитывающая техногенные источники (медицина, авиаперелёты). Например, дозы от КТ-исследований могут сопоставляться с природным фоном.

- **Реагирование на аварии**

- **Россия:** Развита система АСКРО (автоматизированный контроль радиационной обстановки) и глубокоэшелонированная защита на АЭС. После Фукусимы усилены требования к локализации аварий (например, «ловушки расплава» на новых реакторах).
- **США:** Акцент на межведомственную координацию (например, через Национальную администрацию по ядерной безопасности) и киберзащиту объектов. При авариях приоритет отдаётся быстрому восстановлению работы объектов.

- **Учёт источников излучения**

- **Россия:** Жёсткий контроль за ЯРАМ (ядерные и радиоактивные материалы) через ведомственные системы (например, Росатом).
- **США:** Используется единая база данных **NSTS** (National Source Tracking System) для отслеживания источников от

производства до утилизации, включая медицинские и промышленные объекты.

Ключевые выводы

- Российские нормы **строже**, особенно для персонала и космонавтов, с акцентом на профилактику всех типов рисков.
- США применяют **более гибкие** стандарты, ориентированные на практическую целесообразность и восстановление после аварий.
- Обе страны усиливают системы мониторинга после Чернобыля и Фукусимы, но с разными приоритетами: Россия — на локальную защиту, США — на интеграцию с инфраструктурой.

2.6 Практические аспекты применения норм радиационной безопасности на разных объектах (медицина, энергетика, промышленность)

Применение норм радиационной безопасности (НРБ) в различных отраслях — ключевой элемент защиты персонала, населения и окружающей среды от воздействия ионизирующего излучения. Ниже представлены конкретные примеры реализации НРБ в медицине, энергетике и промышленности.

Медицина

В медицинской сфере радиационная безопасность особенно актуальна при использовании диагностических и терапевтических процедур, таких как рентгенография, компьютерная томография и радионуклидная терапия.

Практические меры:

- **Дозиметрический контроль:** Регулярный мониторинг индивидуальных доз облучения медицинского персонала с использованием персональных дозиметров.

- **Экранирование:** Использование свинцовых экранов, защитных фартуков и перегородок для минимизации облучения пациентов и персонала.
- **Ограничение времени облучения:** Оптимизация времени проведения процедур для снижения дозы облучения.
- **Обучение персонала:** Проведение регулярных тренингов по радиационной безопасности и правильному обращению с источниками излучения.

Энергетика (Атомные электростанции)

На атомных электростанциях (АЭС) соблюдение НРБ критически важно для предотвращения радиационных аварий и защиты окружающей среды.

Пример: Смоленская АЭС

- **Системы локализации аварий:** Энергоблоки оснащены системами, предотвращающими выбросы радиоактивных веществ в случае аварийных ситуаций.
- **Автоматизированный радиационный контроль:** Установлены 15 наблюдательных постов с дозиметрической аппаратурой для мониторинга радиационного фона в реальном времени.
- **План эвакуации:** Разработан план эвакуации населения в 30-километровой зоне наблюдения на случай аварии.

Промышленность

В промышленности радиационная безопасность необходима при работе с радиоактивными материалами и оборудованием, содержащим источники ионизирующего излучения.

Пример: Инцидент в Электростали (2013 год)

В результате попадания радиационных источников (Цезий-137) в плавильную печь произошло загрязнение территории предприятия.

Были проведены мероприятия по дезактивации и временной приостановке деятельности завода.

Меры обеспечения радиационной безопасности:

- **Радиационный контроль:** Проведение регулярного радиационного обследования объектов и мониторинга окружающей среды.
- **Обращение с радиоактивными отходами:** Контроль технологических процессов, сбор, переработка и захоронение радиоактивных отходов.
- **Дезактивация:** Очистка загрязнённого оборудования и территорий.
- **Обучение персонала:** Подготовка и повышение квалификации работников по вопросам радиационной безопасности.

Эти примеры демонстрируют важность строгого соблюдения норм радиационной безопасности в различных отраслях для предотвращения радиационных инцидентов и защиты здоровья людей и окружающей среды.

3 Заключение

Радиационная безопасность — фундаментальный элемент устойчивого развития современной науки, техники и промышленности. Сравнительный анализ международных и российских нормативов показывает, что при общем следовании универсальным принципам (обоснование, оптимизация, нормирование) каждая страна вырабатывает собственные подходы с учётом национальных приоритетов и опыта.

Российские стандарты, такие как НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010, ориентированы на высокий уровень защиты, особенно в условиях потенциально опасных объектов. Международные документы (МАГАТЭ, ICRP) задают глобальные рамки, обеспечивая научную обоснованность и гармонизацию подходов.

Внедрение и соблюдение норм радиационной безопасности в медицине, энергетике и промышленности требует комплексного подхода: от проектирования объектов до обучения персонала и постоянного мониторинга. Совершенствование этих норм, интеграция новых научных данных и международного опыта остаются важными задачами для обеспечения здоровья и безопасности нынешнего и будущих поколений.

Список литературы

- [1] Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ). Safety Fundamentals. Документ МАГАТЭ, 2014.
- [2] Иванов А. А., Петров Б. В. Новейшие подходы к оценке дозового воздействия и модернизация нормативов радиационной защиты. Журнал «Атомная безопасность», 2020, №3.
- [3] Документы МАГАТЭ. Safety Standards Series. МАГАТЭ, 2014.
- [4] Международная комиссия по радиационной защите (МКРЗ). Основные рекомендации по радиационной защите. Доклады МКРЗ, 2013.
- [5] Европейская комиссия. Директива 2013/59/Euratom: Основные требования для радиационной защиты. Официальное издание ЕС, 2014.
- [6] Смит Дж., Кларк Е. Сравнительный анализ нормативов радиационной безопасности в Европе и США. Журнал «Radiation Protection», 2018, №2.
- [7] Министерство здравоохранения Российской Федерации. Нормы физико-химической безопасности (НПБ-99/2009). Официальный документ, 2009.
- [8] Российский стандарт. Общероссийский стандарт по обеспечению радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010). Документ, 2010.
- [9] Морозов П. Н., Сидоров А. И. Критический анализ нормативных документов в области радиационной защиты в РФ. Известия «Энергетическая безопасность», 2015.
- [10] Nuclear Regulatory Commission (NRC). 10 CFR Part 20. Официальный документ США, 2012.

- [11] Environmental Protection Agency (EPA). Документы EPA по радиационной защите окружающей среды. Официальное издание США, 2013.
- [12] Японское министерство экономики, торговли и промышленности. Новые стандарты радиационной защиты после Фукусима. Доклад, 2012.
- [13] Кузнецов В. А., Семёнов Д. Ю. Применение нормативов радиационной защиты в медицинской диагностике и терапии. Журнал «Медицинская физика», 2019, №4.
- [14] Петров С. К. Организация систем мониторинга на атомных электростанциях. Журнал «Энергетика и безопасность», 2017.
- [15] Алексеева Е. В. Проблемы интерпретации биологических эффектов низких доз облучения. Журнал «Биомедицинская физика», 2021, №1.