



**РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.
ПЕРСОНАЛ. НАСЕЛЕНИЕ.
ПАЦИЕНТЫ**



О.А. Кочетков,
В.Н. Клочков,
Ю.Д. Удалов,
В.Г. Барчуков,
Б.Я. Наркевич,
А.П. Панфилов,
А.В. Симаков,
Н.К. Шандала,
С.М. Шинкарев

**К 80-летию
ФГБУ ГНЦ ФМБЦ
им. А.И. Бурназяна
ФМБА России**

Федеральное медико-биологическое агентство
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственный научный центр Российской Федерации –
Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна»

Посвящается
памяти академика РАН
Леонида Андреевича Ильина

О.А. Кочетков, В.Н. Клочков, Ю.Д. Удалов, В.Г. Барчуков,
Б.Я. Наркевич, А.П. Панфилов, А.В. Симаков,
Н.К. Шандала, С.М. Шинкарев

РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.
ПЕРСОНАЛ. НАСЕЛЕНИЕ.
ПАЦИЕНТЫ

Монография

Под редакцией доктора медицинских наук Ю.Д. Удалова

Москва
2025

УДК 614.876+621.039.58+351.8
ББК 31.4нб+31.42+31.47+39.53+51.26+53.68
Р 15

Кочетков О.А., Клочков В.Н., Удалов Ю.Д., Барчуков В.Г., Панфилов А.П., Симаков А.В., Шандала Н.К., Шинкарев С.М. Радиационная безопасность. Персонал. Население. Пациенты. Монография – М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2025. 264 с.

Авторы:

Кочетков О.А. – к.т.н., почетный профессор, ведущий научный сотрудник ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Клочков В.Н. – д.т.н., доцент, главный научный сотрудник ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Удалов Ю.Д. – д.м.н., доцент. Генеральный директор ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Главный внештатный специалист ФМБА России по медицинской радиологии

Барчуков В.Г. – член-корр. РАН, д.м.н., профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, зав. лабораторией радиационной безопасности персонала отдела промышленной радиационной гигиены ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Наркевич Б.Я. – д.т.н., кандидат физико-математических наук, профессор, научный консультант отдела радионуклидной диагностики и терапии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России

Панфилов А.П. – к.т.н., ведущий научный сотрудник ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Симаков А.В. – к.м.н., заведующий лабораторией радиационной гигиены ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Шандала Н.К. – д.м.н., начальник управления радиационной гигиены ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, специалист в области радиационной коммунальной гигиены.

Шинкарев С.М. – д.т.н., заведующий отделом промышленной радиационной гигиены ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Рецензенты:

Ушаков И.Б. – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, генерал-майор медицинской службы в отставке, лауреат премий Совета Министров СССР и двух премий Правительства России, заслуженный врач Российской Федерации, президент Радиобиологического общества РАН, главный научный сотрудник ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Асмолов В.Г. – доктор технических наук, профессор, советник генерального директора Госкорпорации «Росатом», председатель НТС № 1 Госкорпорации «Росатом», лауреат Государственной премии Российской Федерации по науке и технике 2023 года

Издание посвящено глобальной проблеме нормативно-правового обеспечения технологий радиационной безопасности в современном мире и России с учетом актуальных знаний в области радиобиологии и радиационной гигиены. Авторский анализ выявил, что нормативно-правовая система обеспечения радиационной безопасности персонала и населения в Российской Федерации нуждается в обновлении и дальнейшей гармонизации с международными подходами, что особенно актуально при растущем экспорте российских ядерных технологий в зарубежные дружественные страны. Особая актуальность проблем радиационной безопасности связана и с принятием 19 ноября 2024 года новой редакции ядерной доктрины Российской Федерации.

Издание будет полезно для специалистов в области обеспечения радиационной безопасности во всех известных сферах применения источников ионизирующего излучения, где существует значимый радиационный риск. Оно будет также полезно и студентам разных специальностей, изучающим вопросы защиты человека от неблагоприятного действия радиации.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Подготовленная книга посвящена памяти выдающегося российского ученого в области радиационной гигиены и радиационной безопасности, патриарха этих областей науки – академика АМН СССР и РАН Леонида Андреевича Ильина.

Прежде всего, обращает на себя внимание уникальность и кратно возросшая в последние годы востребованность подготовленного издания. Особая актуальность проблем радиационной безопасности связана и с принятием 19 ноября 2024 года новой редакции ядерной доктрины Российской Федерации, что безусловно имело ощутимый международный резонанс.

Подготовленное издание посвящено глобальной проблеме нормативно-правового обеспечения технологий радиационной безопасности в современном мире и России с учетом актуальных знаний в области радиобиологии и радиационной гигиены. Авторский анализ выявил, что нормативно-правовая система обеспечения радиационной безопасности персонала и населения в Российской Федерации нуждается в обновлении и дальнейшей гармонизации с международными подходами, что особенно актуально при растущем экспорте российских ядерных технологий в зарубежные дружественные страны.

Подготовленная известными специалистами книга характеризуется стройностью построения, логичностью излагаемых фактов и концепций, профессиональным подходом и является примером хорошо подготовленной коллективной научной монографии.

В первой главе книги проведен анализ главных этапов зарождения и развития основных принципов международного атомного права. Большое внимание уделено международным конвенциям в этой сфере, а также деятельности международных «атомных» организаций – НКДАР ООН, МКРЗ, МАГАТЭ. Рассматриваются основные международные руководящие документы и существующие подходы к обеспечению радиационной безопасности населения и персонала. Авторы приходят к важному выводу о поступательном развитии и постоянном совершенствовании международной системы радиационной защиты с учетом появления новых научных сведений в области безопасности при использовании ионизирующих излучений.

Во второй главе издания представлен исторический обзор формирования системы нормирования в области радиационной безопасности в СССР и России. Главное внимание уделено базовым документам по радиационной безопасности – Нормам радиационной безопасности и Основным санитарным правилам обеспечения радиационной безопасности. Рассматриваются выявленные практически важные недостатки существующей нормативно-правовой базы и общие направления ее улучшения. Авторы приходят к выводу о назревшей необходимости актуализации нормативно-правовой базы в РФ с учетом накопленной правоприменительной практики и разработанных современных международных рекомендаций.

Третья глава посвящена обоснованию и изложению основных предложений по совершенствованию государственной системы санитарно-эпидемиологического нормирования в области обеспечения радиационной безопасности персонала и населения, включая предложения либо по внесению изменений в Федеральный закон «О радиационной безопасности населения», либо по разработке нового федераль-

ного закона «О радиационной безопасности в Российской Федерации». Кроме того, обоснованы предложения по изменениям в важнейшие подзаконные нормативно-правовые акты – Нормы радиационной безопасности и Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности.

В подробных справочных приложениях новой книги приводятся весьма полезные для специалистов научные информационные материалы: перечни основных документов НКДАР (после 2000 г.), документов МКРЗ и МАГАТЭ, а также действующих санитарных правил в области обеспечения радиационной безопасности в атомной отрасли. Надо сказать, что представленные в приложениях подробные материалы являются отдельным серьезным достижением всей монографии.

Существенно, что из набранного богатого опыта многолетних исследований ФМБЦ им. А.И. Бурназяна авторами выбрано самое главное, самое проверенное, то, что показало себя эффективным в различных радиационно-опасных ситуациях и от этого ценность подготовленной коллективной монографии становится еще больше.

Авторы книги обоснованно убеждены в том, что огромный опыт преодоления медицинских последствий крупных и уникальных по характеру радиационных воздействий на персонал и население при радиационных авариях позволяет быть уверенным в эффективности проведения радиационно-гигиенических мероприятий в случаях совершения различных по масштабу и характеру радиологических атак.

Представленное авторским коллективом издание, безусловно, станет одной из настольных книг для специалистов в области обеспечения радиационной безопасности во всех известных сферах применения источников ионизирующего излучения, где существует значимый радиационный риск. Оно будет также полезно и студентам разных специальностей, изучающих вопросы защиты человека от неблагоприятного действия радиации.

Главный научный сотрудник,
доктор медицинских наук,
академик РАН, профессор,
заслуженный врач РФ,
президент Радиобиологического
общества РАН



И.Б. Ушаков

Монография «Радиационная безопасность. Персонал. Население» подготовлена коллективом авторов – специалистов по радиационной безопасности Государственного научного центра Российской Федерации – «Федерального медицинского биофизического центра им. А.И. Бурназяна» под общей редакцией генерального директора Центра член-корреспондента Российской академии наук А.С. Самойлова.

Главная цель, которая реализована авторами монографии – обоснование предложений по обновлению правовой, нормативной и методической базы по обеспечению радиационной безопасности с учетом новых международных норм, рекомендаций и опыта российской правоприменительной практики. Достижение поставленной цели имеет большую актуальность и практическую значимость в условиях реализуемой задачи ускоренного развития в России высокотехнологических производств и расширения экспорта в зарубежные страны продукции российской атомной промышленности, что позволит вывести атомную энергетику на новый уровень ее развития.

Для атомной отрасли обеспечение радиационной безопасности персонала и населения является приоритетной задачей. Россия обладает развитой атомной промышленностью и энергетикой, имеет разные типы энергетических реакторов, включая реакторы на быстрых нейтронах. Российские АЭС используют разные виды ядерного топлива и осваивают новые технологии и рецептуры. Россия является одним из мировых лидеров в области технологии переработки облученного ядерного топлива с извлечением из него делящихся радионуклидов и фабрикацией новых видов топлива для загрузки в ядерные реакторы нового поколения. В стадии реализации впервые в мире находится организация замкнутого ядерного топливного цикла при производстве энергии.

Российские предприятия активно поставляют свою продукцию в зарубежные страны. Важным конкурентным преимуществом российских производителей является обеспечение её референтности. Это означает, что в отличие от многих зарубежных конкурентов Россия предлагает зарубежному покупателю «под ключ» конкретные разработки, уже реализованные в России и проявившие все свои положительные качества. Все недостатки этой продукции уже выявлены и устранены в ходе эксплуатации. Одновременно покупателю предлагается комплект проектной и эксплуатационной документации, соответствующей современным международным нормам и требованиям.

Представляется совершенно правильной обоснованная авторами монографии необходимость обновления российской правовой, нормативной и методической базы по обеспечению радиационной безопасности и гармонизации ее с международными рекомендациями. Выполненный авторами анализ истории развития основ обеспечения радиационной безопасности в России и за рубежом показал значительный вклад российской (советской) науки в международную нормативную базу. Действующий в России Федеральный закон от 09.01.1996 «О радиационной безопасности населения», Нормы радиационной безопасности и другие подзаконные нормативные акты, с одной стороны, уже 15-25 лет успешно обеспечивают соблюдение самых жестких ограничений облучения персонала и населения, но, с другой стороны, требуют обновления и оптимизации с учетом новых международных рекомендаций и накопленной в России правоприменительной практики. В частности, требуют обновления такие актуальные области как обеспечение безопасности

при обращении с новыми видами ядерного топлива, обращение с радиоактивными и очень низкоактивными отходами, вывод из эксплуатации радиационных объектов, и реабилитация территорий ядерного наследия.

В первой главе монографии подробно и квалифицированно проанализирована история создания международной системы радиационной безопасности персонала и населения. Прослежены основные подходы к обеспечению безопасности человека при воздействии ионизирующего облучения – начиная от первых попыток предотвращения радиационных поражений (1920–1930 гг.), создания системы ограничения облучения на основании концепции «критических органов» (1950 – 1960-е годы) и внедрения современных требований о снижении риска стохастических эффектов облучения на основе линейной беспороговой концепции и эффективной дозы.

Во второй главе монографии рассмотрены научные исследования и практические работы советских и российских ученых в области создания системы обеспечения радиационной безопасности. Особенно подробно изложены достижения в области радиобиологии, создания системы дозиметрических величин, средств и методов контроля облучения персонала и населения, формирования системы нормативов и методов для ограничения радиационного воздействия. Итогом второй главы является обозначение комплекса проблем, требующих первоочередного решения.

Третья глава содержит предложения по совершенствованию законодательства и комплекса подзаконных нормативных актов в области обеспечения радиационной безопасности. Представляется вполне обоснованным предложение о создании триады федеральных законов по безопасности:

«О радиационной безопасности в Российской Федерации»;

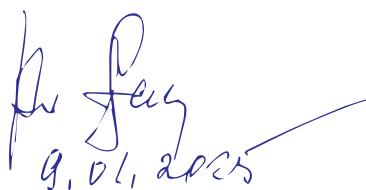
«О химической безопасности в Российской Федерации»;

«О биологической безопасности в Российской Федерации».

Указанные задачи обеспечения безопасности должны решаться комплексно, что повысит эффективность осуществляемых мероприятий. Также в качестве единой комплексной системы должны разрабатываться и совершенствоваться подзаконные акты различного уровня.

Положительной стороной третьей главы рецензируемой монографии является то, что авторы предлагают, как научные подходы к решению стоящих проблем, так и конкретные формулировки в федеральные законы и подзаконные акты.

Монография написана доступным языком и может быть полезна студентам в качестве учебного пособия по курсу радиационной гигиены, радиационной безопасности, а также специалистам в области радиобиологии, дозиметрии и радиационной защиты. Монография рекомендуется для использования в практической работе специалистов атомной отрасли, а также для обучения молодого кадрового пополнения промышленных объектов, регулирующих и надзорных органов.



9.01.2025

В.Г. Асмолов, советник генерального
директора Госкорпорации «Росатом»,
доктор технических наук, профессор,
председатель НТС № 1
Госкорпорации «Росатом»,
лауреат Государственной премии
Российской Федерации
по науке и технике 2023 года

ОБ АВТОРАХ



КОЧЕТКОВ Олег Анатольевич
15.01.1935

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник.
Почетный профессор ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России.
Специалист в области радиационной защиты, радиационной безопасности.
Ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна».
Лауреат Государственной премии СССР и премии Правительства Российской Федерации.
Участник ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС.



КЛОЧКОВ Владимир Николаевич
02.01.1949

Доктор технических наук, старший научный сотрудник, доцент.
Специалист в области радиационной гигиены, радиационной безопасности, экспериментальной физики.
Главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна».
Участник ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС.



УДАЛОВ Юрий Дмитриевич
31.08.1978

Доктор медицинских наук
Специалист-организатор в области ядерной медицины.
Генеральный директор ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России
Главный внештатный специалист ФМБА России по медицинской радиологии



БАРЧУКОВ Валерий Гаврилович
13.04.1957

Член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации.
Специалист в области радиационной гигиены и радиационной безопасности.
Заведующий лабораторией радиационной безопасности персонала отдела промышленной радиационной гигиены Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна».
Профессор кафедры медицины катастроф ФГАОУ ВО «Российский Национальный Исследовательский Медицинский Университет им Н.И.Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации.



НАРКЕВИЧ Борис Ярославович
15.08.1938

Профессор, кандидат физико-математических наук, доктор технических наук. Научный консультант отдела радионуклидной диагностики и терапии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России.
Президент Ассоциации медицинских физиков России.
Ректор Международного учебного центра по медицинской физике, радиационной онкологии и ядерной медицине.
Действительный член Международной инженерной академии.



ПАНФИЛОВ Александр Павлович
08.06.1948

Кандидат технических наук. Специалист в области радиационной безопасности и дозиметрии.
Ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна».
Лауреат премии Правительства Российской Федерации.
Участник ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС.



СИМАКОВ Анатолий Викторович
09.07.1948

Кандидат медицинских наук
Специалист в области радиационной гигиены
Заведующий лабораторией радиационной гигиены труда Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна».
Участник ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС.



ШАНДАЛА Наталия Константиновна
13.05.1957

Доктор медицинских наук, начальник управления радиационной гигиены Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна».
Сферы научной деятельности: радиационно-гигиенический мониторинг, регламентация доз облучения населения, реабилитация радиоактивно загрязненных территорий, обеспечение радиационной безопасности ядерного и уранового наследия.



ШИНКАРЕВ Сергей Михайлович
25.04.1957

Доктор технических наук.
Основные направления научных исследований: дозиметрия, реконструкция доз, радиационная защита персонала и населения, ядерная и радиационная безопасность.
Заведующий отделом промышленной радиационной гигиены Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна»

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	11
ВВЕДЕНИЕ	13
ГЛАВА 1. МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛА И НАСЕЛЕНИЯ.....	17
1.1. Система обеспечения радиационной безопасности на международном уровне	17
1.2. Международное атомное право, как основа регулирования радиационной безопасности персонала и населения	30
1.2.1. Основные принципы международного атомного права	30
1.2.2. Международные конвенции в области обеспечения радиационной безопасности	34
1.3. Международные организации в области обеспечения радиационной безопасности	36
1.4. Современные подходы МКРЗ к дальнейшему развитию международной системы радиационной безопасности персонала и населения	43
ГЛАВА 2. ПРАВОВОЕ И НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СССР И РОССИИ	49
2.1. Становление и развитие системы радиационной безопасности в СССР и России	49
2.1.1. Создание атомной отрасли и зарождение системы радиационной безопасности в СССР	49
2.1.2. Исследования в области радиобиологии как основа радиационной безопасности персонала и населения	53
2.1.3. Создание и развитие приборно-методической базы радиационного контроля и мер радиационной защиты персонала	62
2.1.4. Формирование системы нормирования в области обеспечения радиационной безопасности в СССР	68
2.1.5. Формирование новых подходов к обеспечению радиационной безопасности в России.....	75
2.2. Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения и его реализация в российских федеральных законах	78
2.3. Современная система дозиметрических величин для контроля облучаемости	85
2.4. Нормативно-методическое обеспечение радиационной безопасности	92
2.4.1. Нормативный уровень обеспечения радиационной безопасности	92
2.4.2. Методический уровень обеспечения радиационной безопасности	98
2.5. Нормативное и методическое и обеспечение радиационной безопасности при медицинском облучении пациентов.....	113
2.6. Актуальные проблемы обеспечения радиационной безопасности населения Российской Федерации	116
ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛА И НАСЕЛЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	127
3.1. Обоснование целесообразности разработки нового Федерального закона «О радиационной безопасности в Российской Федерации».....	127
3.2. Сфера действия и область применения законодательства о радиационной безопасности в Российской Федерации.....	129
3.3. Основные понятия в области обеспечения радиационной безопасности персонала и населения	130

3.4. Основные принципы обеспечения радиационной безопасности	135
3.5. Полномочия различных уровней государственной власти и управления в области обеспечения радиационной безопасности.....	136
3.5.1. Объекты и субъекты в области обеспечения радиационной безопасности.....	136
3.5.2. Полномочия органов государственной власти	137
3.5.3. Полномочия, функции и ответственность в области обеспечения радиационной безопасности организации, осуществляющей деятельность с источниками ионизирующего излучения.....	140
3.5.4. Полномочия органов регулирования и надзора в области обеспечения радиационной безопасности	140
3.5.5. Полномочия и функции Российской научной комиссии по радиологической защите.....	143
3.6. Ситуации облучения персонала и населения	143
3.6.1. Ситуация планируемого облучения	146
3.6.2. Обеспечение радиационной безопасности в ситуации аварийного облучения	150
3.6.3. Обеспечение радиационной безопасности в ситуациях существующего облучения	153
3.7. Обеспечение радиационной безопасности при медицинском облучении.....	156
3.7.1. Основные принципы радиационной защиты в медицине.....	156
3.7.2. Обеспечение радиационной безопасности пациентов при лучевой терапии	158
3.7.3. Обеспечение радиационной безопасности пациентов при радионуклидной диагностике.....	160
3.7.4. Обеспечение радиационной безопасности пациентов при радионуклидной терапии.....	161
3.7.5. Обеспечение радиационной безопасности пациентов при рентгенодиагностике.....	163
3.7.6. Обеспечение радиационной безопасности пациентов при рентгеновской компьютерной томографии (КТ)	165
3.7.7. Обеспечение радиационной безопасности персонала	166
3.7.8. Обеспечение радиационной безопасности населения и окружающей среды.....	170
3.7.9. Радиационные аварии в медицине	173
3.8. Нерешенные проблемы в области регулирования радиационной безопасности.....	176
3.8.1. Приведение федерального законодательства в области радиационной безопасности к оптимальному виду	176
3.8.2. Обеспечение радиационной безопасности при обнаружении бесхозных источников	177
3.8.3. Регламентация применения досмотровых устройств для целей, не относящихся к медицинской диагностике.....	178
3.9. Гарантии социальной защиты и поддержки персонала и населения, подвергающихся воздействию техногенных источников ионизирующего излучения	179
3.10. Основные направления актуализации Норм радиационной безопасности и Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности.....	180
БИБЛИОГРАФИЯ	185
Приложение 1. Основные документы НКДАР.....	203
Приложение 2. Документы МКРЗ	206
Приложение 3. Структура документов МАГАТЭ	239
Приложение 4. Перечень действующих санитарных правил в области обеспечения радиационной безопасности в атомной отрасли (кроме медицины).....	260

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АМН СССР	Академия медицинских наук СССР
АН СССР	Академия наук СССР
АПЛ	атомная подводная лодка
АС	атомная станция
АТО	атомно-технологическое обслуживание
АЭС	атомная электростанция
АЯЭ ОЭСР	Агентство по ядерной энергии при Организации экономического сотрудничества и развития
ВИЭМ	Всесоюзный институт экспериментальной медицины
D-величина	Dangerous Quantity – опасное количество
ГОКО СССР	Государственный комитет обороны СССР
ЛПЭ	линейная передача энергии
ВАО АЭС	Всемирная ассоциация организаций, эксплуатирующих АЭС
ВВС	военно-воздушные силы
ВМФ	военно-морской флот
ВОЗ	Всемирная организация здравоохранения
ГИАЦ	Главной информационно-аналитический центр
ДКРМ	дозиметрический контроль рабочего места персонала
ДУ	допустимый уровень
ЕГАСМРО	Единая государственная автоматизированная система мониторинга радиационной обстановки
ЕСКИД	Единая система контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан
ЗН	зона наблюдения
ИБРАЭ РАН	Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук
ИДК	индивидуальный дозиметрический контроль. Следует учитывать, что в 1950-60-е годы под ИДК понимали индивидуальный контроль при помощи конденсационных ионизационных камер
ИИИ	источник ионизирующего излучения
ИРП	интервенционно-радиологическая процедура
ИФК	индивидуальный фотографический контроль
ИФКУ	индивидуальный фотографический контроль усовершенствованный
КБ	конструкторское бюро
КУ	контрольный уровень
КТ	рентгеновская компьютерная томография
ЛНИИРГ	Ленинградский научно-исследовательский институт радиационной гигиены – ныне Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Роспотребнадзора
МАГАТЭ	Международное агентство по атомной энергии
МАРЗ	Международная ассоциация радиационной защиты
МКРЕ	Международная комиссия по радиационным единицам и измерениям
МКРЗ	Международная комиссия по радиологической защите
МР	методические рекомендации
МСЧ	медико-санитарная часть
МУ	методические указания
МУК	методические указания по методам контроля
МЧС России	Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Российской Федерации

НИИ	научно-исследовательский институт
НИИ ПММ	Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины
НКДАР ООН	Научный комитет по действию атомной радиации Организации объединенных наций
НКРЗ	Национальная комиссия по радиационной защите
НРБ	Нормы радиационной безопасности
НТС	научно-технический совет
НТЦ РХБГ	Научно-технический центр радиационно-химической безопасности и гигиены Федерального медико-биологического агентства
ОА	Объемная активность
ОАСКРО	Отраслевая автоматизированная система контроля радиационной обстановки Госкорпорации «Росатом».
ОСП	Основные санитарные правила
ОСПОРБ	Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности
ИСО	Международная организация по стандартизации
ОФЭКТ/КТ	однофотонная эмиссионная компьютерная томография, совмещённая с компьютерной томографией
ОЭД	ожидаемая эффективная доза
ОЯТ	облученное (отработанное) ядерное топливо
ПГУ	Первое главное управление
ПВХ	пункт временного хранения
ПД	предел дозы
ПДД	предельно допустимая доза
ПДК	предельно допустимая концентрация
ПЭТ	позитронная эмиссионная томография
РАМН	Российская академия медицинских наук
РАН	Российская академия наук
РАО	радиоактивные отходы
РГМ	радиационно-гигиенический мониторинг
РГП	радиационно-гигиеническая паспортизация
РНКРЗ	Российская научная комиссия по радиологической защите
РОО	радиационно опасный объект
СанПиН	санитарные правила и нормативы
СДК	среднегодовая допустимая концентрация
СЗЗ	санитарно-защитная зона
СИЗ	средство индивидуальной защиты
СКЦ	ситуационно-кризисный центр
СП	санитарные правила
УГН ЯРБ	Управление государственного надзора за ядерной и радиационной безопасностью Министерства обороны Российской Федерации
Минобороны России	
ФАО	Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций
ФМБА России	Федеральное медико-биологическое агентство
ЦГиЭ	центр гигиены и эпидемиологии
ЦНС	центральная нервная система
ЦСП	Центр стратегического планирования
ЧАЭС	Чернобыльская атомная электростанция
ЭРОА	эквивалентная равновесная объемная активность изотопов радона
ЯРОО	ядерно и радиационно опасный объект

ВВЕДЕНИЕ

Развитие фундаментальных знаний о природных процессах привело в начале XX столетия к открытию механизмов ядерных взаимодействий и, тем самым, открыло путь к использованию атомной энергии как в военных (ядерное оружие), так и в мирных сугубо гражданских целях (атомная энергетика, источники ионизирующего излучения в медицине и т. п.). В то же время исследования показали, что ядерные взаимодействия приводят к образованию ионизирующих излучений и радиоактивных веществ, которые воздействуют на биологические ткани и приводят к негативным последствиям для человека. Поэтому с первых шагов использования атомной энергии остро встал вопрос о разработке системы ядерной и радиационной безопасности.

Как указано в основном документе, определяющем государственную политику в области радиационной безопасности¹, *«ядерная и радиационная безопасность является одной из важнейших составляющих национальной безопасности Российской Федерации».*

Тем самым, решение проблемы обеспечения ядерной и радиационной безопасности признано приоритетным направлением государственной политики России.

Система обеспечения ядерной и радиационной безопасности представляет собой совокупность нормативно-правовых требований, во главе которой стоят соответствующие федеральные законы и подзаконные нормативно-правовые акты. Реализация этих требований на всех этапах жизненного цикла радиационно опасных объектов является гарантией обеспечения радиационной безопасности персонала² и населения.

Радиационная безопасность является более широким понятием, чем ядерная безопасность, поскольку охватывает все источники радиации, а не только источники с ядерными материалами. В свою очередь радиационная безопасность является комплексным понятием. В действующих документах представлены различные толкования этого термина в зависимости от того, к чему он относится – к человеку или источнику.

В Федеральном законе от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» приведено следующее определение:

«Радиационная безопасность населения (далее – радиационная безопасность) – состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения».

В этом определении сущностью понятия «радиационная безопасность» объявлен результат – состояние защищенности людей.

В отличие от этого в Медицинской энциклопедии под термином «радиационная безопасность» понимается комплекс научно обоснованных мероприятий по обеспечению защиты человека, популяции в целом и объектов окружающей среды от

¹ Основы государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу. Утверждены Указом Президента Российской Федерации от 13.10.2018 № 585.

² Персонал – лица, работающие с техногенными источниками излучения (группа А) или работающие на радиационном объекте или на территории его санитарно-защитной зоны и находящиеся в сфере воздействия техногенных источников (группа Б).

вредного воздействия ионизирующих излучений, т. е. под «радиационной безопасностью» понимается инструмент для ограничения или предотвращения облучения людей и объектов окружающей среды.

С учетом концепции риска в Основном стандарте безопасности МАГАТЭ¹ сформулировано более общее определение понятия «радиационная безопасность»:

«Радиационная безопасность» означает защиту людей и охрану окружающей среды от радиационных рисков и обеспечение безопасности установок и деятельности, связанных с радиационными рисками.

Термин «радиационная безопасность» в документе МАГАТЭ включает безопасность человека, безопасность ядерных установок, безопасность обращения с радиоактивными отходами и безопасность перевозки радиоактивных материалов – т. е. основные технические и биологические аспекты безопасности. Таким образом, в соответствии с подходами МАГАТЭ, следует отдельно рассматривать техническую составляющую обеспечения безопасности источника ионизирующего излучения и составляющую, связанную с безопасностью человека.

Для обозначения понятия «радиационная безопасность человека» в международном сообществе специалистов в рамках международных организаций МКРЗ и МАГАТЭ используется выражение «Radiation Protection», под которым понимаются все проблемы, связанные с радиационной безопасностью персонала и населения. В российской практике однозначного перевода этого английского термина нет: это понятие обычно трактуют как радиационная безопасность, радиационная гигиена, радиационная защита, имея в виду комплекс мер защиты персонала и населения от вредного воздействия ионизирующего излучения, т. е. радиационная безопасность персонала и населения и радиационная защита персонала и населения являются синонимами.

В основе системы обеспечения радиационной безопасности персонала и населения лежат такие фундаментальные научные дисциплины как радиобиология и радиационная гигиена.

1. **Радиобиология** как научная дисциплина является источником теоретических и экспериментальных знаний о влиянии радиационного воздействия на биологические объекты – человека и животных.

В комплексе с радиобиологией находятся другие научно-практические дисциплины:

- радиационная эпидемиология (радиоэпидемиология), которая получает, накапливает и анализирует сведения об острых и отдаленных последствиях радиационного воздействия как на отдельного человека, так и на большие группы персонала и населения;
- радиационная экология (радиоэкология), которая анализирует результаты радиационного воздействия на природную среду.

2. **Радиационная гигиена** как научная дисциплина имеет широкий круг задач и целей. Это прежде всего разработка и обоснование нормативов, мер профилактики и защиты от повреждающего действия ионизирующих излучений, обеспечение оптимальных радиационных и санитарно-гигиенических условий труда и проживания населения.

¹ Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SF-1. основополагающие принципы безопасности. Основы безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2007. STI/PUB/1273.

Если основная задача радиационной защиты состоит в том, чтобы не допустить сверхнормативного облучения персонала и населения, то для обеспечения радиационной безопасности пациентов при проведении диагностических и лечебных мероприятий с применением ионизирующего излучения: главным является не снижение дозы облучения, а получение запланированного диагностического результата при минимальной (установленной стандартом) дозе облучения, или получение запланированного лечебного результата при минимальном повреждении здоровых клеток и тканей организма.

Настоящая монография посвящена проблеме нормативно-правового обеспечения радиационной безопасности персонала и населения с учетом современных научных знаний в области радиационной гигиены.

Проведенный анализ показал, что российская нормативно-правовая система обеспечения радиационной безопасности персонала и населения требует обновления с учетом необходимости ее гармонизации с международными подходами, что является важным условием экспорта в зарубежные страны российских ядерных технологий и продукции атомного топливно-энергетического комплекса.

В первой главе монографии представлен анализ основных этапов зарождения и развития науки о защите человека от вредного действия ионизирующего излучения, формирования и развития основных принципов международного атомного права. Значительное внимание уделено анализу деятельности международных организаций (НКДАР ООН, МКРЗ, МАГАТЭ и др.). Представлены обзор основных международных руководящих документов и современные подходы к дальнейшему развитию международной системы обеспечения радиационной безопасности персонала и населения. Обоснован вывод, что имеет место поступательное развитие и совершенствование международной системы радиационной защиты персонала и населения с учетом накопления новых научных знаний, анализа эффективности ее практического применения в различных ситуациях облучения.

Вторая глава монографии посвящена становлению и развитию системы радиационной безопасности в СССР и России. В кратком историческом обзоре изложены пути формирования системы нормирования в области радиационной безопасности. Представлен анализ современной российской законодательной и нормативной базы по радиационной безопасности. Основное внимание уделено основополагающим документам в области радиационной безопасности – Нормам радиационной безопасности и Основным санитарным правилам обеспечения радиационной безопасности. Изложены актуальные проблемы обеспечения радиационной безопасности населения Российской Федерации. Обсуждаются выявленные на практике недостатки действующей нормативно-правовой базы и общие направления ее совершенствования. Сделан вывод о настоятельной необходимости актуализации российской нормативно-правовой базы на основании накопленной правоприменительной практики и современных международных рекомендаций.

В третьей главе монографии обоснованы и подробно изложены основные предложения авторов по изменению и совершенствованию государственной системы санитарно-эпидемиологического нормирования в области обеспечения радиационной безопасности персонала и населения, включая предложения по внесению изменений в Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» либо

по разработке нового федерального закона «О радиационной безопасности в Российской Федерации». Также представлены предложения по внесению изменений в подзаконные нормативно-правовые акты – Нормы радиационной безопасности и Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности.

В приложениях приведены полезные для специалистов в области радиационной безопасности информационные материалы: перечень основных документов НКДАР ООН, опубликованных после 2000 года, перечень документов МКРЗ, структура и библиографические данные документов МАГАТЭ, а также перечень действующих санитарных правил в области обеспечения радиационной безопасности в атомной отрасли.

Монография посвящена светлой памяти крупного российского ученого в области радиационной гигиены и радиационной безопасности, академика Российской академии наук Леонида Андреевича Ильина.

ГЛАВА 1.

МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛА И НАСЕЛЕНИЯ

1.1. Система обеспечения радиационной безопасности на международном уровне

Самые первые рекомендации по защите от радиационного воздействия были предложены американским инженером В. Фуксом в 1896 году, через год после открытия Конрадом Рентгеном рентгеновских лучей. Они заключались в следующем [1]:

- максимально ограничить время облучения;
- расстояние до рентгеновской трубки должно быть не меньше 12 дюймов (~ 30 см);
- смазывать кожу вазелином, предусматривая дополнительный слой на участке, который в наибольшей степени подвергается облучению.

Таким образом, уже спустя год с момента открытия и начала применения ионизирующего излучения были сформулированы три основных способа радиационной защиты на практике – защита временем, расстоянием и защитным экраном.

В первые годы источники ионизирующего излучения нашли наиболее широкое применение в медицине. Опыт практического использования ионизирующего излучения выявил его небезопасность в отношении последствий воздействия излучения на человека. Возникла необходимость системного подхода к радиационной защите человека, к выработке нормативов безопасного обращения с радиацией.

В 1928 году решением 2-го Международного Конгресса по радиологии была основана Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ), первоначально получившая название Международный Комитет по защите от воздействия рентгеновских лучей и радия. В 1950 году Комиссия была реорганизована и получила свое современное название МКРЗ.

Первые общие Рекомендации по радиационной защите были опубликованы в 1928 году и касались защиты медицинских работников путем ограничения времени работы с источниками излучения в медицине [2]. В этих Рекомендациях разработана концепция безопасного порога, ниже которого не ожидается никаких неблагоприятных эффектов. Изложенная концепция была направлена на предотвращение пороговых (детерминированных) эффектов и носила организационный характер. В основном эти Рекомендации были посвящены защите от рентгеновских лучей и радия. Такое ограничение соответствовало индивидуальной дозе около 1 Зв^1 в год.

В дальнейшем возникла необходимость построить систему измерений доз облучения, чтобы дать количественные рекомендации и определить пределы доз облучения. В Рекомендациях 1934 года была предложена концепция безопасного порога на уровне, превышающем современный предел дозы профессионального годового облучения приблизительно в десять раз [3]. В последующем была развита идея

¹ Здесь и далее в тексте монографии значения дозовых пределов, установленные в различных, действовавших в тот момент величинах, пересчитаны на современные величины (Зв, мЗв, мкЗв)

толерантной дозы и в 1951 году МКРЗ предложила предел, соответствующий представлению в современных единицах дозы около 3 мЗв в неделю для излучений с низкой линейной передачей энергии (ЛПЭ) [4].

К 1954 году концепция биологического порога действия ионизирующих излучений перестала поддерживаться в связи с получением эпидемиологических данных, указывающих на избыточный рост злокачественных заболеваний среди радиологов США. Также были получены первые научные данные об избыточном выходе лейкозов у лиц, выживших после атомных бомбардировок Японии. Признавая возможность развития стохастических эффектов, и учитывая тот факт, что невозможно доказать или отвергнуть существование порога для всех типов таких эффектов, Рекомендации Комиссии от 1954 года установили, «что следует предпринять все усилия для снижения облучения от всех типов источников ионизирующих излучений до самого низкого возможного уровня» [5]. Эта рекомендация получила название принципа оптимизации или принципа ALARA, что является аббревиатурой английской фразы «As Low As Reasonably Achievable» – настолько низко, насколько это разумно достижимо.

В дальнейшем эта формулировка Рекомендаций 1954 года преобразовывалась следующим образом: «до практически достижимых уровней» [6] (ICRP, 1959), «до реально достижимых уровней» [7] (ICRP, 1966). Практическому применению принципа ALARA была посвящена Публикация 22 МКРЗ, в которой его формулировка конечной стадии оптимизации была приведена к современному виду: «до разумно достижимых уровней с учетом экономических и социальных аспектов» [8] (ICRP, 1973). На практике оптимизация радиационной защиты заключается в достижении компромисса между полезным эффектом, обусловленным снижением дозы облучения и, следовательно, снижением вероятности отдаленных неблагоприятных последствий для здоровья человека, и стоимостью защитных мероприятий, необходимых для достижения полезного эффекта.

С начала 50-х годов 20-го века развитие использования атомной энергии в промышленности заставило МКРЗ дать рекомендации о защите населения. В Рекомендациях МКРЗ от 1956 года [9] были установлены пределы годовой дозы, которые соответствовали 50 мЗв в год для персонала и 5 мЗв в год для населения.

Первой публикацией МКРЗ, имеющей номер и излагающей рекомендации по радиационной защите, была Публикация 1 (1959 год) [6], содержащая рекомендации, утвержденные в 1958 году. В дальнейшем общие Рекомендации МКРЗ выходили в свет в следующей нумерации: Публикация 6 (1964 год) [10], Публикация 9 (1966 год) [7], Публикация 26 (1977 год) [11], Публикация 60 (1991 год) [12] и Публикация 103 (2007 год) [13]. Эти общие Рекомендации были подкреплены многими другими публикациями МКРЗ, посвященными специализированным темам.

Из указанного перечня Рекомендаций МКРЗ необходимо выделить Публикацию 26 [11], в которой впервые были сформулированы основополагающие положения современной системы радиационной защиты персонала и населения, в первую очередь понятие эффективной дозы и количественной оценки рисков.

В Публикации 26 МКРЗ впервые сформулированы три основных принципа обеспечения радиационной безопасности в следующей редакции:

а) никакой вид деятельности не должен вводиться в практику, если его применение не даёт реальную «чистую» пользу;

б) все дозы облучения должны поддерживаться на таких низких уровнях, какие только можно разумно достигнуть с учётом экономических и социальных факторов;

в) эквивалентная доза облучения отдельных лиц не должна превышать предела, рекомендуемого для соответствующих условий.

Публикация 26 МКРЗ впервые разделила негативные последствия облучения на нестохастические, характеризующиеся пороговой зависимостью от дозы, и стохастические – раки и наследственные заболевания. Причем для стохастических эффектов была принята концепция линейной беспороговой зависимости эффекта от дозы и впервые были даны количественные оценки стохастического риска. Впервые введено понятие эффективной дозы, суммирующей облучение всех органов, взвешивая это облучение по вкладу в стохастические эффекты при равномерном облучении тела. Были установлены пределы годовой эффективной дозы персонала, равной 50 мЗв и населения – 5 мЗв.

В соответствии с линейной беспороговой концепцией, означающей отсутствие порога действия ионизирующего излучения, МКРЗ рекомендовала снижать облучение ниже предела дозы, оптимизируя его по коллективной дозе на основе баланса между риском от облучения и выгодой от применения источника излучения. Деятельность, не приносящая чистой пользы, не разрешалась. Если при оптимальной коллективной дозе ожидалось, что предел дозы будет превышен, то коллективная доза должна быть соответственно снижена.

В Публикации 26 МКРЗ была установлена иерархия регламентируемых величин. Основными величинами, по которым непосредственно судят о приемлемости облучения, явились ПДД (ПД для категории Б), в том числе для новой величины – ожидаемой, или полувековой дозы от инкорпорированных радионуклидов. Вторичные величины, по которым можно оценивать дозы, это допустимые уровни внешнего облучения или радиоактивности внешних сред, а также допустимое содержание радионуклидов в организме, которое МКРЗ перестало нормировать. Следующие в иерархии величины – это различные контрольные уровни – вспомогательные величины, способствующие улучшению радиационной обстановки.

В 1990 году МКРЗ в Публикации 60 [12] подвергла свои Рекомендации значительной ревизии, которая была отчасти обусловлена пересмотром оценок риска облучения, а отчасти – расширением философии МКРЗ и построением системы радиационной защиты вместо системы пределов дозы. Были изменены названия и формулировки основных принципов обеспечения радиационной безопасности: принцип оправданности практической деятельности, принцип оптимизации защиты и принцип соблюдения пределов индивидуальной дозы и риска. При этом было проведено разграничение между «практиками» и «вмешательствами», что позволило учесть отличия типов облучения человека в различных ситуациях. Более того, большее внимание было уделено оптимизации защиты, выполняемой посредством установления таких ограничений, которые уменьшают неравенство в облучении отдельных лиц, часто присущее социально-экономическим решениям, принимаемым при обеспечении защиты людей от ионизирующего излучения.

В дальнейшем в 2007 году в Публикации 103 [13] основные принципы обеспечения радиационной безопасности получили современные названия: принцип обоснования, принцип оптимизации защиты и принцип нормирования, который заключается в применении пределов дозы облучения.

Предел дозы за год, установленный для персонала в 1956 году (50 мЗв), не изменялся до 1990 года, когда был рекомендован предел дозы 20 мЗв в год усреднённый по пяти годам (не более 100 мЗв за любые последовательные 5 лет), но с тем, чтобы за любой отдельный год эффективная доза не превышала 50 мЗв. Это было сделано на основании пересмотра оценок риска стохастических эффектов, полученных по данным многолетних эпидемиологических исследований радиационных эффектов у лиц, выживших после атомных бомбардировок Хиросимы и Нагасаки. Предел дозы для лиц из населения (5 мЗв в год) в Публикации 60 МКРЗ [12] было рекомендовано уменьшить до 1 мЗв в год с оговоркой, что в особых случаях можно разрешить в отдельный год большие значения эффективной дозы при условии, что среднее значение за 5 лет не превысит 1 мЗв в год.

После выхода Публикации 60 был издан ряд Публикаций МКРЗ, дающих дополнительные рекомендации по контролю облучения от источников ионизирующего излучения. В этих Публикациях МКРЗ введено около 30 разных количественных величин, используемых для ограничения индивидуальной дозы в различных ситуациях облучения. Обоснования этих количественных ограничений приведены в [14].

Выход в 2007 году Публикации 103 [13], основных рекомендаций МКРЗ по системе радиационной защиты персонала и населения, ознаменовал собой современный этап развития этой международной системы. С одной стороны, МКРЗ констатировала ряд неизменных положений и понятий [15]: линейная беспороговая концепция, пределы доз для персонала и населения, значения коэффициента эффективности дозы и мощности дозы для диапазона малых доз. Остались неизменными весовые коэффициенты излучений для всех излучений, кроме нейтронного, для которого ступенчатая функция заменена на непрерывную. Одновременно Публикация 103 МКРЗ содержит ряд нововведений, из которых особенно следует выделить: ситуации облучения, категории облучаемых лиц. Анализ новых элементов системы обеспечения радиационной безопасности, изложенных в Публикации 103, представлен в последующих разделах данной книги.

Необходимо отметить, что традиционно основными международными организациями, постоянно развивающими и совершенствующими систему радиационной безопасности персонала и населения в мире, являются МКРЗ и МАГАТЭ. При этом важно понимать различную роль этих двух организаций. Деятельность МКРЗ направлена на разработку и развитие концептуальной модели обеспечения безопасности человека, окружающей среды и эффективного контроля обращения с источниками ионизирующего излучения. Регулярно разрабатываемые и выпускаемые рекомендации МКРЗ являются основой для международных, национальных и региональных стандартов регулирования радиационного воздействия на человека и окружающую среду.

В отличие от МКРЗ, МАГАТЭ не является научной организацией. Одно из наиболее важных направлений деятельности МАГАТЭ – правовое и нормативное обеспечение радиационной защиты и безопасности для различных видов использования атомной энергии и другой деятельности, связанной с облучением людей. Фактически, МАГАТЭ придает основополагающим Публикациям МКРЗ правовую основу для дальнейшего их использования в нормативном регулировании радиационной безопасности в национальных законодательствах.

После выхода в 2007 году Публикации 103 МКРЗ, в 2014 году вышли Международные основные нормы безопасности МАГАТЭ [16], реализующие концепции и положения, сформулированные в Публикации 103 МКРЗ. Указанные документы МКРЗ и МАГАТЭ определили современную философию системы радиационной защиты, получившую дальнейшее развитие в последующих Публикациях МКРЗ и ее практическую реализацию в технических документах из серии стандартов безопасности МАГАТЭ.

Современная система радиационной защиты персонала и населения, представленная в документах МКРЗ и МАГАТЭ, учитывает новейшую биологическую и физическую информацию, накопленную в мире с момента выхода предыдущих базовых документов. В конце прошлого – начале нынешнего века в связи с появлением новых научных данных усилилось обсуждение в научном мире эффектов воздействия ионизирующего излучения на человека в диапазоне малых доз (до 100 мЗв) и низких мощностей дозы.

Несмотря на то, что до сих пор нет строгого научного доказательства линейной зависимости между стохастическими эффектами и полученной человеком дозой излучения в области малых доз, МКРЗ для целей радиационной защиты сохранила фундаментальную гипотезу о линейной беспороговой концепции возникновения стохастических эффектов в зависимости от дозы.

Что касается детерминированных эффектов (МКРЗ теперь считает более правильным использование термина «тканевые реакции» для этих эффектов), МКРЗ отмечает, что в диапазоне поглощенных доз примерно до 100 мГр, независимо от того, эта доза сформирована излучением с низкой или высокой ЛПЭ, нет научных оснований считать, что в каких-нибудь тканях человеческого организма может быть обнаружено клинически значимое функциональное нарушение. Причем, это положение применимо как к однократному острому облучению, так и к многократному пролонгированному облучению в той же суммарной дозе [13].

Вместе с тем, появляется все больше научных фактов, подтверждающих, что имеют место и другие «нераковые» негативные последствия для здоровья, связанные с воздействием ионизирующего излучения, – болезни сердца, инсульт, расстройства пищеварения, респираторные заболевания и др. Однако МКРЗ пришла к выводу, что данных недостаточно, чтобы их можно было включить в оценку ущерба от малых доз облучения (т. е. доз менее 100 мЗв). МКРЗ продолжает считать [13], что коэффициент эффективности дозы и мощности дозы DDREF¹, равный 2, целесообразно сохранить для оценки номинальных коэффициентов радиационного риска стохастических эффектов при облучении в области малых доз и низких мощностей доз. Этот коэффициент введен для учета сниженной биологической эффективности (на единицу дозы) радиационного воздействия малых доз и низких мощностей дозы по сравнению с биологической эффективностью больших доз и высоких мощностей доз.

Изложенное выше показывает, что фундаментальные научные основы действия биологического механизма и оценки последствий воздействия ионизирующего излучения на человеческий организм за прошедшее время не изменились. В то же

¹ DDREF {Dose and Dose-Rate Effectiveness Factor} Коэффициент эффективности дозы и мощности дозы – экспертно оцененный параметр, который объясняет обычно сниженную биологическую эффективность (на единицу дозы) радиационного воздействия малых доз и малых мощностей доз, если сравнивать ее с эффективностью высоких доз и высоких мощностей доз [13].

время, МКРЗ с учетом новых научных данных внесла некоторые коррективы в значения взвешивающего коэффициента для ряда ионизирующих излучений при расчете эквивалентной дозы. Кроме того, МКРЗ также пересмотрела значения тканевого взвешивающего коэффициента, используемого при расчете эффективной дозы, основываясь на новых научных данных о рисках индукции рака и наследственных заболеваний.

С выходом в свет Публикации 103 МКРЗ [13] и Международных основных норм безопасности МАГАТЭ [16] наиболее существенные изменения произошли в концепции обеспечения системы радиационной защиты. Вместо деления системы радиационной защиты на «практику» и «вмешательство», в настоящее время в систему радиационной защиты введены три ситуации облучения: планируемое, существующее и аварийное.

Ситуация планируемого облучения возникает в результате запланированной эксплуатации источника ионизирующего излучения или запланированной деятельности (медицинское облучение, профессиональное облучение, производственное облучение природными источниками, облучение населения), способных приводить к облучению.

Ситуация существующего облучения характеризуется тем, что облучение уже существует либо от естественного радиационного фона, либо от остаточного количества радиоактивных веществ от имевшей ранее место практической деятельности, либо после ситуации аварийного облучения и необходимо принимать решение о целесообразности ограничения облучения населения.

Ситуация аварийного облучения создается в результате радиационной аварии, действия или непредвиденного события, которые требуют принятия немедленных мер в целях недопущения или минимизации неблагоприятных последствий.

Принимая новый подход, МКРЗ подтверждает, что система радиационной защиты в принципе может применяться к любой ситуации облучения.

Основополагающие три принципа радиационной защиты остались прежними: принцип обоснования и принцип оптимизации универсально применимы ко всем трем ситуациям облучения; а принцип нормирования применим только к ситуациям планируемого облучения, за исключением ситуаций, связанных с медицинским облучением пациентов.

МКРЗ также считает, что небольшие различия в номинальных значениях коэффициентов вреда между значениями, полученными в новых рекомендациях, и теми, которые использовались ранее, не имеют практического значения и, следовательно, не изменили основные пределы дозы.

Однако это не касается предела дозы облучения хрусталика глаза. С учетом новых научных данных, МКРЗ и МАГАТЭ [16] рекомендуют существенно снизить предел дозы облучения хрусталика глаза для персонала со 150 мЗв в год до 20 мЗв в среднем за год в течение пяти последовательных лет (не более 100 мЗв за любые пять последовательных лет), но не более 50 мЗв в любой отдельно взятый год. Предел дозы облучения хрусталика глаза для населения рекомендуется сохранить прежним 15 мЗв в год. Подробное обоснование необходимости радикального снижения предела дозы облучения хрусталика глаза, основанное на обобщении материалов более 100 публикаций, представлено в статье N.J. Kleiman [17], в которой обоснована значимая роль генотоксичности в развитии радиационной катаракты.

Хотя представленные материалы убедительно показывают повышенный риск радиационной катаракты главным образом для персонала, работающего в области интервенционной медицины, МКРЗ и МАГАТЭ рекомендовали изменить нормативы облучения хрусталика глаза для всех категорий персонала.

Кроме того, на основе современных эпидемиологических данных пересмотрены оценки радиационного риска рака легких, связанного с воздействием радона и его дочерних продуктов. Согласно этим данным, номинальный коэффициент радиационного риска облучения радоном примерно вдвое больше, чем предполагалось ранее [18]. Поэтому, в настоящее время МКРЗ и МАГАТЭ в два раза снизили верхние границы рекомендуемых уровней объемной активности (ОА) радона в воздухе в жилых домах [19], установив референтный уровень ОА радона, равный 300 Бк/м³. В России содержание радона в воздухе помещений жилых и общественных зданий нормируется путем использования эквивалентной равновесной объемной активности изотопов радона (ЭРОА радона). Соотношение между ОА радона и ЭРОА радона – 0,4. Следовательно, рекомендуемый МАГАТЭ уровень в 300 Бк/м³ по ОА составит 120 Бк/м³ ЭРОА радона.

Адаптация отечественного нормативного регулирования к международным рекомендациям должна проходить после тщательного предварительного рассмотрения всех возможных последствий принятия такого рода решений.

В новых документах МКРЗ и МАГАТЭ введены четыре категории облучения:

- (а) профессиональное облучение;
- (б) облучение населения;
- (в) медицинское облучение;
- (г) облучение биоты.

Каждая из этих категорий имеет свою систему установления нормативов.

Новым элементом в международной системе радиационной защиты является установление референтных уровней в двух ситуациях облучения: в ситуации существующего облучения и в ситуации аварийного облучения. Референтные уровни представляют собой такие уровни дозы или риска, выше которых сочтено неприемлемым допускать облучение человека, а ниже которых следует проводить оптимизацию защиты. Выбранное значение референтного уровня зависит от многих учитываемых для рассматриваемой ситуации облучения обстоятельств, включая и факторы нерадиационной природы. Вместе с тем, МКРЗ и МАГАТЭ рекомендуют проводить выбор референтных уровней для ситуации существующего облучения из диапазона (1-20) мЗв годовой эффективной дозы, а для ситуации аварийного облучения – из диапазона (20-100) мЗв [13].

В ситуации планируемого облучения референтные уровни не применяются. В этой ситуации международные организации рекомендуют применение так называемой «граничной дозы». «Граничная доза» рассматривается как часть предела дозы, которую не следует превышать, при регламентации облучения от отдельных источников ионизирующего излучения в ситуации планируемого облучения. В российских нормативных документах это понятие определяется другими терминами: как «контрольный уровень» для регламентации облучения персонала и как «квота» для регламентации облучения населения. Необходимо подчеркнуть, что не следует слепо переносить терминологию, используемую в международных рекомендациях, в российские нормативные документы. В этой связи представляется целесообразным

провести тщательный анализ терминологии, используемой в международных рекомендациях, и подготовить терминологический словарь для российских нормативных документов с учетом отечественной правоприменительной практики.

На рис. 1, составленном на основе публикаций [13, 20], схематично изображены пути обеспечения радиационной безопасности персонала и населения, т. е. показано, как фундаментальные принципы радиационной защиты применяются к источникам излучения и к отдельно взятому человеку.

Защита человека от воздействия источника (левая часть рис. 1а) во всех ситуациях облучения основана на применении контрольных уровней и других ограничений облучения. Защита человека от всех контролируемых источников в ситуации планируемого облучения (правая часть рис. 1б) осуществляется путем ограничения облучения с помощью пределов дозы. Эти два способа осуществления защиты применяются одновременно и дополняют друг друга.

Два принципа (обоснование и оптимизация) связаны с источником излучения, а принцип нормирования относится к отдельным лицам из персонала и/или населения.

Защита, связанная с «источником» Защита, связанная с «индивидуумом»
 От одного источника во всех ситуациях облучения при помощи контрольных уровней и других ограничений От всех контролируемых источников в ситуациях планируемого облучения при помощи пределов дозы.

В современной международной системе радиационной защиты интенсивное развитие получила научная концепция риск-ориентированного подхода к оценке последствий техногенного воздействия на население и в управлении экологической

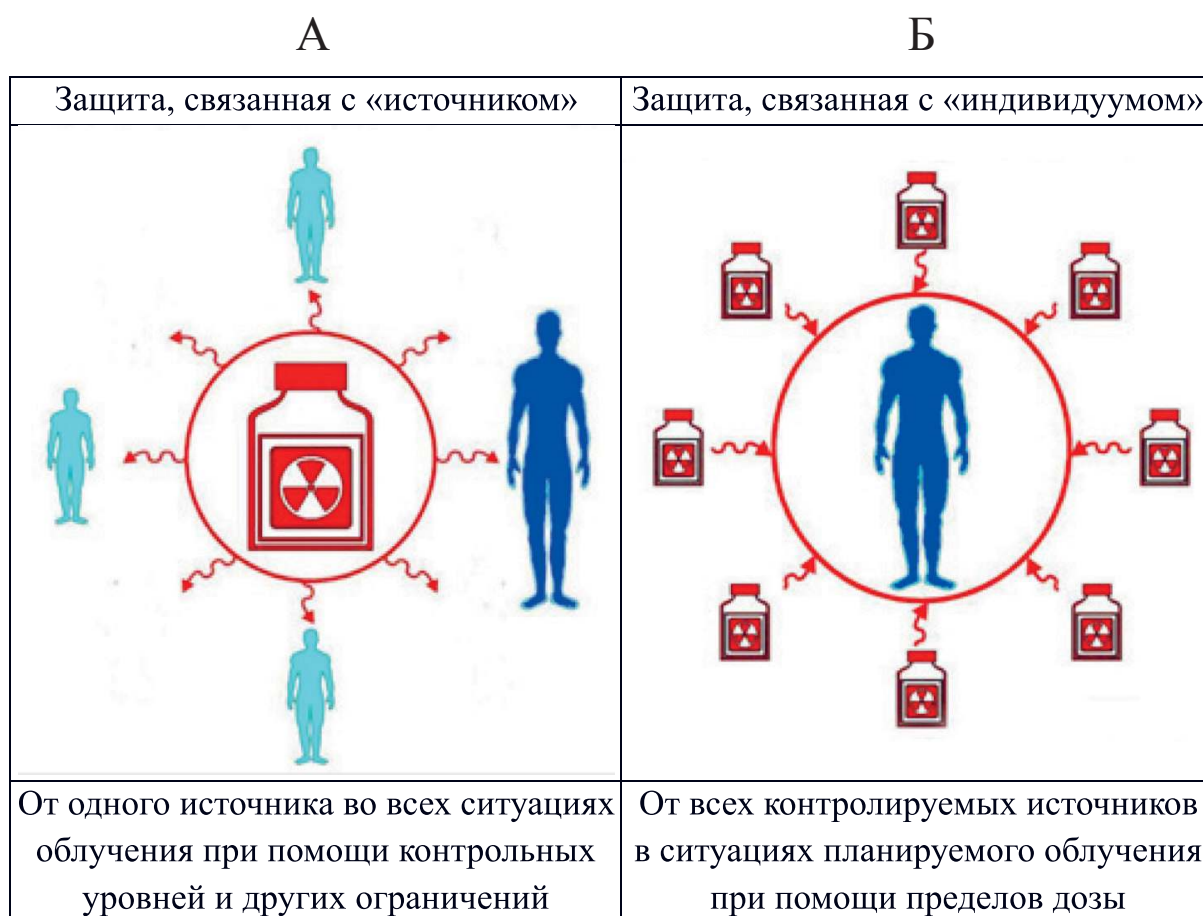


Рис. 1 – Защита персонала и населения от отдельных источников и всех контролируемых источников [13, 20].

безопасностью. Эта концепция основана на анализе рисков для здоровья персонала и населения, позволяющем сравнивать последствия воздействия разных по природе факторов. Следует констатировать, что концепция риск-ориентированного подхода нашла широкое применение во многих развитых странах мира, в том числе в США и странах Западной Европы. Результаты оценок риска для здоровья персонала и населения стали обязательным элементом экологической экспертизы проектов нового строительства, реконструкции действующего производства и реабилитации загрязнённых территорий в этих странах. Эта концепция занимает всё более прочное место и в России.

В настоящее время важным представляется разделение величин в области радиационной безопасности на нормируемые и операционные. Нормируемыми (защитными) дозиметрическими величинами в радиационной безопасности являются эквивалентная и эффективная дозы. Они являются расчётными и не подлежат практическому измерению. В то время как операционная величина – это величина, однозначно определяемая в точке через физические характеристики поля излучения, максимально возможно приближенная в стандартных условиях облучения к величине, нормируемой в целях ограничения облучения, и предназначенная для консервативной оценки этой величины при дозиметрическом контроле. Операционные величины используются для сравнения с нормируемыми значениями.

В настоящее время стандартизованы и используются следующие операционные величины:

- (а) амбиентный эквивалент дозы;
- (б) направленный эквивалент дозы;
- (в) индивидуальный эквивалент дозы.

Для дозиметрического контроля внутреннего облучения операционные величины не установлены. Важно отметить, что нормирование эквивалентной дозы направлено на предотвращение тканевых реакций, а нормирование эффективной дозы – нацелено на снижение стохастических эффектов. Основная область применения эффективной дозы – выполнение перспективных оценок при планировании и оптимизации радиационной защиты, а также для подтверждения соблюдения пределов дозы при проведении радиационного контроля. Не рекомендуется использовать эффективную дозу ни для проведения эпидемиологических оценок, ни для проведения детальных ретроспективных исследований индивидуального облучения и риска.

В Публикации 103 МКРЗ [13] подтвержден принципиальный подход к использованию коллективной эффективной дозы как к инструменту для проведения оптимизации радиационной защиты и для сравнения различных радиационных технологий в контексте облучения персонала. Отмечено, что коллективную эффективную дозу нельзя применять для эпидемиологических оценок радиационного риска. Суммирование очень низких индивидуальных доз за длительный период облучения неприемлемо для оценок числа случаев смерти от рака.

В Публикации 103 МКРЗ и последующих Публикациях постоянно подчеркивается ключевая роль принципа оптимизации радиационной защиты. Как уже отмечалось ранее, этот принцип следует применять ко всем ситуациям облучения. При этом в ситуациях планируемого облучения при оптимизации используются

граничные дозы, а в ситуациях существующего и аварийного облучения – референтные уровни. Варианты выбора мер радиационной защиты, приводящие к превышению граничных доз (референтных уровней), должны быть отклонены уже на стадии планирования. Важно отметить, что эти ограничения накладываются заблаговременно в рамках оптимизации в целом. В то же время, если после реализации выбранного варианта оптимизации радиационной защиты выяснилось, что значение граничной дозы или референтного уровня превышено, необходимо провести расследование причин такого превышения. Но результаты такого расследования не обязательно должны привести к проведению регулирующих мероприятий. Необходимо подчеркнуть, что оптимизация радиационной защиты не эквивалентна минимизации дозы облучения.

Как многократно подчеркивается в Публикациях МКРЗ, оптимизация радиационной защиты подразумевает поддержание на возможно низком и достижимом уровне индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц с учетом экономических и социальных факторов. Многолетняя предшествующая практика показала возрастающую значимость экономических и социальных факторов при реализации стратегий оптимизации радиационной защиты.

Новые подходы и тенденции в использовании современных дозовых величин в практике радиационной защиты изложены в Публикации 147 МКРЗ [21], изданной в 2021 году.

В Публикациях МКРЗ, изданных после Публикации 103, представлены новые биокинетические модели для поступления радионуклидов в организм человека. Публикация 130 [22] содержит основные руководящие указания в отношении программ мониторинга и интерпретации данных при внутреннем облучении персонала. Публикации 134 [23], 137 [24], 141 [25], 151 [26] содержат обновленные данные по биокинетике всех практически значимых нуклидов и уточненные значения дозовых коэффициентов для оценки внутреннего облучения лиц из персонала. Серия из указанных пяти Публикаций МКРЗ заменяет Публикации серии 30 [27-31] и Публикации 54 [32], 68 [33] и 78 [34], на основании которых разработаны нормативы по радиационной защите персонала, представленные в НРБ-99/2009 [35] и ОСПОРБ-99/2010 [36]. Это означает, что при разработке новой редакции российских норм радиационной безопасности следует переработать все таблицы, содержащие дозовые коэффициенты для различных путей поступления радионуклидов.

За годы, прошедшие после издания Публикации 103 МКРЗ, опубликованы также международные рекомендации по другим важным аспектам регулирования радиационной безопасности:

- риск развития рака в результате воздействия плутония и урана (Публикация 150 [37]);
- риск развития рака легкого при облучении радоном и продуктами его распада (Публикация 115 [18]);
- радиологическая защита от облучения радоном и продуктами его распада (Публикация 126 [19]);
- новые подходы к аварийному реагированию (Публикация 146 [38]);
- коэффициенты преобразования дозы с использованием вычислительных фантомов для фотонов, электронов, позитронов, нейтронов, протонов, пионов, мюонов и ионов гелия (Публикация 116 [39]);

- радиационная защита от космического излучения в авиации (Публикация 132 [40]);
- радиационная защита от природных радиоактивных веществ (NORM) в промышленных условиях (Публикация 142 [41]);
- методика расчета радиационного вреда (Публикация 152 [42]);

Новые подходы и концепции МКРЗ развиты в стандартах и руководствах МАГАТЭ. В частности, «концепция исключения, изъятия, освобождения», которая развивается в мире уже более 30 лет [16, 43, 44], привела к установлению системы нормативов отнесения сред, содержащих радионуклиды, к различным категориям радиоактивных и промышленных отходов. Эти нормативы лишь частично включены в российскую нормативную базу (Приложение 4 к НРБ-99/2009 [35] и Приложения 3-5 к ОСПОРБ-99/2010 [36]), поэтому эти приложения должны быть пересмотрены и дополнены в новой редакции Норм радиационной безопасности.

В результате обобщения результатов научных и практических работ МАГАТЭ и МКРЗ к настоящему времени сформировали комплекс нормативных и методических документов, устанавливающих новые подходы к выводу из эксплуатации радиационных объектов и реабилитации территорий. В частности, в документах МАГАТЭ и МКРЗ рекомендованы значения остаточного загрязнения радиационных объектов и территорий после проведения реабилитационных мероприятий, при которых обеспечивается непревышение дозы облучения населения 300 мкЗв/год [45].

В НРБ-99/2009 [35] для общего применения установлен аналогичный норматив, равный 10 мкЗв/год. Хотя в справочном приложении 5 к НРБ-99/2009 приведен уровень вмешательства 0,3 мЗв/год при обнаружении локальных радиоактивных загрязнений, этот норматив имеет частный характер и, будучи представленным в справочном приложении, не носит обязательного характера исполнения.

С учетом указанного действующий российский норматив лишь на первый взгляд обеспечивает большую защиту населения России. На практике необоснованно ужесточенные российские требования во много раз увеличивают объемы и стоимость проводимых работ по выводу из эксплуатации и реабилитации объектов и территорий, что приводит к тому, что большое количество неиспользуемых радиационных объектов многие годы ожидают своей очереди на проведение комплекса работ по удалению радиоактивных загрязнений, демонтажу зданий и реабилитации территорий. В результате разрушения этих объектов, ветровой и водной эрозии почвы, поступления радиоактивных веществ в подземные воды происходит разнос радиоактивных веществ и неоправданное облучение населения.

В российскую систему регулирования радиационной безопасности необходимо включить подходы к защите людей, проживающих на длительно загрязненных территориях после радиационной аварии или прошлой деятельности, а также критерии обеспечения радиационной безопасности при выводе из эксплуатации радиационного объекта и реабилитации территории после радиационной аварии, разработанные МКРЗ [46] и МАГАТЭ [47-48].

На территории России имеются территории и радиационные объекты, относящиеся к периоду создания ядерного оружия, территории ядерных взрывов в мирных целях, объекты, на которых проводилась добыча урана и другие объекты «ядерного наследия». Регулирование радиационной безопасности при реабилита-

ции таких территорий и объектов является практически важной и актуальной задачей. Важной составляющей этой проблемы является регулирование радиационной безопасности населения на стадии реабилитации территории и перехода от поставарийной ситуации к ситуации нормальной жизнедеятельности. Отсутствие соответствующих нормативов и правил привело к тому, что на территории России Чернобыльская авария официально еще не завершилась.

Одной из масштабных и первоочередных проблем является необходимость введения в российскую нормативную базу новых понятий и современной терминологии в области обеспечения радиационной безопасности. За прошедшие 15 лет МАГАТЭ издано четыре глоссария [49-52]. К сожалению, в России обобщенные глоссарии отсутствуют – понятийный аппарат излагается в небольших терминологических разделах действующих нормативных и методических документов (санитарные правила системы санитарно-эпидемиологического нормирования, федеральные нормы и правила системы атомного и технологического надзора). Это приводит к различным формулировкам и толкованиям близких понятий. Достаточно сопоставить понятийный аппарат Федерального закона «Об использовании атомной энергии» и Федерального закона «О радиационной безопасности населения», чтобы представить остроту проблемы создания в России единой терминологической базы в области радиационной защиты, радиационной безопасности и радиационной гигиены.

Особо следует сказать о культуре радиационной безопасности и этике радиационной защиты, активно разрабатываемых в последние годы и нашедших свое отражение в ряде документов МКРЗ и МАГАТЭ. Наиболее полно концепция об этических основах радиационной защиты приведена в Публикации 138 МКРЗ [53], опубликованной в 2018 году, где констатируется, что международная система радиационной защиты базируется на трех краеугольных камнях: научные знания, этические ценности и практический опыт. Отмечается, что развитие концепции этики радиационной защиты фактически началось в настоящее время. В Публикации 138 МКРЗ представлены основные этические ценности и показано, как эти этические ценности соотносятся с принципами радиационной защиты, а именно с обоснованием, оптимизацией и нормированием. Следует констатировать, что в российских нормативных документах развивается тематика, касающаяся культуры радиационной безопасности, но пока не нашла своего развития тема этики радиационной защиты.

В новых документах МКРЗ и МАГАТЭ специальное внимание уделяется вовлечению заинтересованных лиц из представителей общественности (в англоязычной терминологии стейкхолдеров) в процесс принятия решений, касающихся введения контрмер и проведения оптимизационных мероприятий, направленных на снижение облучения населения на различных этапах в разных ситуациях облучения. Отмечается, что предложения специалистов по контрмерам, основанные на чисто научном подходе к системе радиационной защиты для населения, следует рассматривать как первоначальные предложения в контексте выработки окончательных решений по принятию контрмер, которые бы учитывали другие социально-экономические факторы и этические ценности. Очень важно, чтобы процедуры принятия решений были открытыми, и в них помимо специалистов принимали участие и представители общественности.

Необходимо констатировать, что совершенствование мер радиационной защиты в настоящее время привело к тому, что допустимые уровни облучения персонала и населения опустились значительно ниже практического порога вредного действия радиации. Действительно, в настоящее время облучение персонала происходит в диапазоне малых и сверхмалых доз, где наличие вредных эффектов для здоровья не может быть доказано в принципе, о чем свидетельствует принятие концепции «нестабильности генома» для оценки действия ионизирующего излучения на организм персонала и населения (Публикация 103).

Этот вывод наглядно продемонстрировал Абель Гонсалес в диаграмме, представленной на рис. 2 [54].

Подводя краткий итог изложенному выше, необходимо констатировать, что система радиационной безопасности на международном уровне за период с момента образования МКРЗ (1928 год) до нынешних дней претерпела существенные изменения.

На самом раннем этапе в 1934 году МКРЗ ввела концепцию безопасного порога дозы (толерантной дозы) [3], которая превышала современный предел дозы годового облучения персонала приблизительно в десять раз.

К 1954 году по итогам анализа накопленных к тому времени научных данных МКРЗ в своих рекомендациях принимает и в дальнейшем развивает концепцию беспорогового действия ионизирующего излучения, признавая возможность развития стохастических эффектов при любой дозе облучения [5]. В это же время МКРЗ приняла концепцию «критического органа».

Публикация 9 МКРЗ [7], изданная в 1966 году, представила позицию МКРЗ, сформированную к 1965 году, которая, оставив неизменными основные принципы, усилила внимание к новым аспектам системы регулирования радиационной безопасности, таким как влияние мощности дозы, понятие риска и критериев

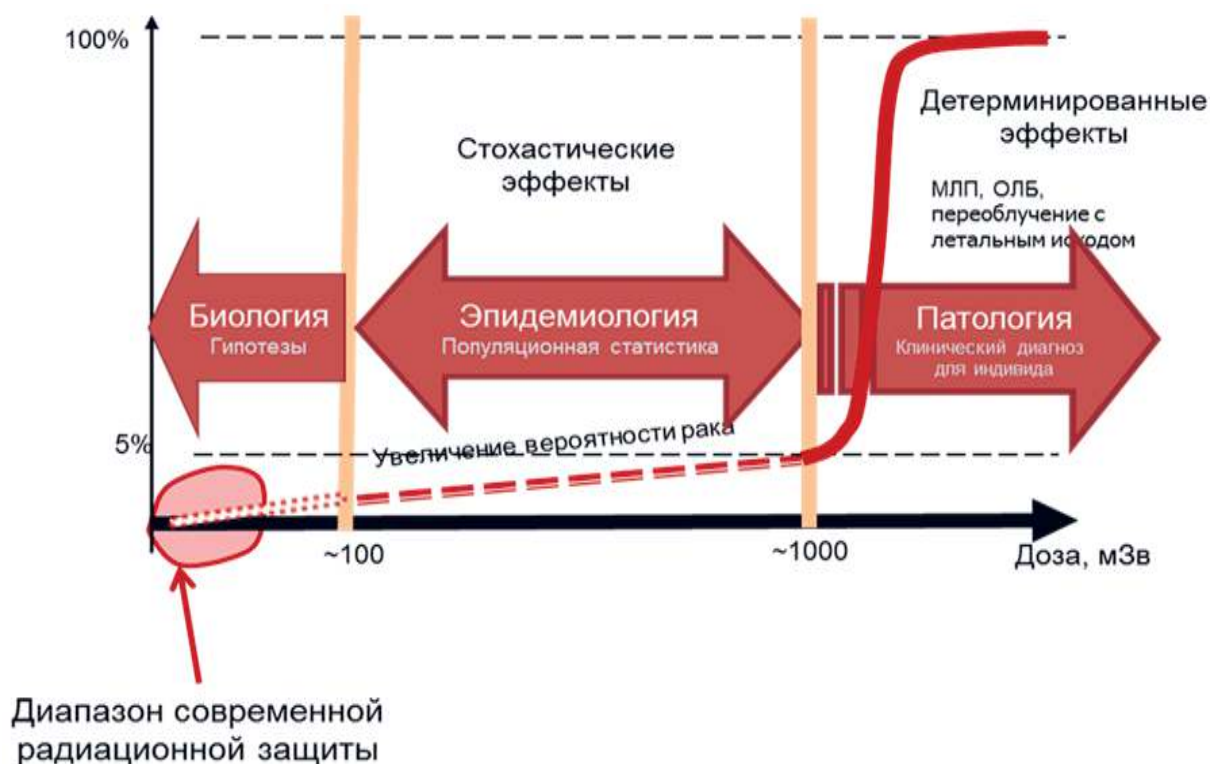


Рис. 2 – Вероятность возникновения последствий для здоровья человека ионизирующего излучения [54].

допустимого риска, облучение женщин репродуктивного возраста, облучение беременных женщин, оценка генетической дозы. Отдельно рассмотрены контролируемые и неконтролируемые источники воздействия под углом зрения ограничения воздействия из контролируемых источников и воздействия на неконтролируемые источники. Подчеркнута необходимость взаимодействия с представителями общественности при осуществлении мер радиационной защиты.

Важным нововведением в международную систему радиационной безопасности явились сформулированные в Публикации 26 МКРЗ (1977 год) [11] три основополагающих принципа (обоснование и оптимизация радиационной защиты, установление пределов дозы облучения). В этой же Публикации МКРЗ впервые было введено понятие эффективной дозы, суммирующей облучение всех органов, взвешивая его по вкладу в стохастические эффекты при равномерном облучении тела. Публикация 26 МКРЗ также впервые разделила негативные последствия облучения на нестохастические, характеризующиеся пороговой зависимостью от дозы, и стохастические – раки и наследственные заболевания в предположении линейной беспороговой зависимости от дозы.

Следующим важным этапом развития радиационной защиты явилась Публикация 60 МКРЗ (1991 год) [12]. Публикация 103 МКРЗ (2007 год) [13] сформировала основу современной системы радиационной защиты.

1.2. Международное атомное право, как основа регулирования радиационной безопасности персонала и населения

1.2.1. Основные принципы международного атомного права

С развитием системы обеспечения безопасного обращения с источниками ионизирующего излучения формировалась система его юридического регулирования. Одним из основных документов, в котором были сформулированы основные положения в области атомного права, является Устав МАГАТЭ. В первоначальной версии Устав был утвержден 23.10.1956 на Конференции по выработке Устава МАГАТЭ, которая состоялась в Центральном учреждении Организации Объединенных Наций. Устав вступил в силу 29.07.1957.

Среди основных функций, определенных уставом МАГАТЭ, необходимо отметить следующие:

- способствовать и содействовать научно-исследовательской работе в области атомной энергии и практическому ее применению в мирных целях во всем мире;
- способствовать обмену научными и техническими сведениями о применении атомной энергии в мирных целях;
- устанавливать и проводить в жизнь гарантии, чтобы ядерные и иные материалы, услуги, оборудование, технические средства и сведения, предоставляемые МАГАТЭ или по его требованию, или под его наблюдением или контролем, не были использованы для какой-либо военной цели.

Следует отметить, что Россия принимает активное участие в построении юридических основ использования атомной энергии. Об этом свидетельствует то, что она является участницей свыше 50 многосторонних международных конвенций, соглашений и договоров по вопросам использования атомной энергии, включая «Конвенцию о ядерной безопасности» и «Объединенную конвенцию о безопасном обращении с отработавшим ядерным топливом и о безопасном обращении с радиоактивными отходами».

Основные принципы международного атомного права сформулированы в документе Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) «Справочник по атомному праву» [55].

Особенностью современного законодательства в области использования атомной энергии является то, что оно учитывает как риски потенциального вреда для здоровья человека и окружающей среды, так и пользу в различных областях от производства электроэнергии и применения в промышленности до медицины и сельского хозяйства. Деятельность человека, которая связана только с опасностями и не приносит пользы, подлежит запрету в рамках правового режима, а не регулированию.

Цель атомного права – обеспечить юридическую основу для осуществления деятельности, связанной с использованием атомной энергии и ионизирующих излучений, так чтобы надлежащим образом обеспечивалась защита отдельных лиц, собственности и окружающей среды.

Атомное право включает четыре основные позиции:

- 1) Как совокупность специальных юридических норм атомное право признается в качестве части общего национального законодательства, и в то же самое время оно состоит из различных правил, наличие которых требует особый характер ядерных технологий.
- 2) Как элемент регулирования оно включает подход, основанный на рассмотрении риска и пользы, который является центральным в атомном законодательстве, регулирующем деятельность, создающую определенные опасности и обеспечивающую преимущества в социально-экономическом развитии.
- 3) Как и в случае всех других правовых режимов, специальные юридические нормы касаются поведения юридических лиц, включая коммерческие, академические, научные и государственные организации, а также отдельных физических лиц.
- 4) Атомное право сфокусировано на радиоактивности (образующейся в результате использования делящегося материала или ионизирующих излучений) как определяющей характеристике, обуславливающей применение особого правового режима.

Национальное атомное право с учетом международных традиций и особенностей национального законодательства должно иметь следующую иерархию:

Первый уровень – правовой (конституционный, законодательный), устанавливает базовую правовую структуру, регулирующую все соответствующие отношения в государстве. На этом уровне парламентом принимаются конкретные законы для формирования необходимых органов и принятия мер, касающихся широкого круга деятельности, которая затрагивает национальные интересы.

Второй уровень составляют регулирующие правила, то есть детальные и часто технические правила, используемые для контроля или регулирования деятельности, определяемой законодательными актами. Вследствие особого характера такие правила обычно разрабатываются экспертными органами (в том числе органами, назначаемыми в качестве регулирующих органов), уполномоченными осуществлять надзор за конкретными сферами национальных интересов, и публикуются в рамках национальной нормативной базы.

На **третьем уровне** создается система не имеющих обязательной силы руководящих документов, которые содержат рекомендации, предназначенные для оказания помощи лицам и организациям в соблюдении юридически закрепленных требований.

Атомное право основано на следующих **принципах**:

1. Принцип безопасности – включает аспекты предотвращения возможного ущерба от использования ядерных технологий, аспект защиты для сохранения здоровья людей и окружающей среды и аспект «предосторожности», предполагающий предотвращение предполагаемого ущерба. Правовые ограничения, которые не могут быть обоснованы риском, создаваемым данной деятельностью, могут считаться чрезмерно ограничивающими права лиц или организаций, осуществляющих эту деятельность. Практической реализацией этого принципа является обеспечение радиационной безопасности и защиты от ионизирующего излучения.

2. Принцип сохранности – предотвращение попадания источников ионизирующего излучения в категорию утерянных (бесхозных), а также предотвращение попадания источников в руки террористических или преступных групп. В российской практической деятельности реализация этого принципа обычно называется физической защитой

3. Принцип ответственности – оператор или лицензиат должен обеспечить, чтобы осуществляемая ими деятельность удовлетворяла действующим требованиям, касающимся безопасности человека и охраны окружающей среды.

4. Принцип разрешения – в большинстве национальных правовых систем деятельность, конкретно не запрещенная законом, рассматривается в качестве деятельности, которую лица могут свободно осуществлять без необходимости получения официального разрешения. Т. е. действует принцип: что не запрещено, то разрешено.

В атомной отрасли вследствие особых рисков, связанных с ядерными технологиями, атомное право обычно требует, чтобы в отношении деятельности, связанной с делящимся материалом и радиоизотопами, было получено предварительное разрешение. Т. е. действует **принцип: что не разрешено, то запрещено**.

5. Принцип непрерывного контроля – регулирующий орган должен сохранять за собой постоянное право контролировать данную деятельность, чтобы она осуществлялась безопасно и надежно, а также в соответствии с условиями разрешения.

6. Принцип компенсации – поскольку предупредительные меры не могут полностью исключить возможность причинения такого ущерба, атомное право требует, чтобы государства принимали меры по обеспечению адекватной компенсации в случае радиационной аварии.

7. Принцип устойчивого развития – необходимо, чтобы нынешнее поколение делало всё возможное для обеспечения долгосрочной безопасности, не исключая при этом выбора вариантов для будущих поколений и не полагаясь чрезмерно на долгосрочные прогнозы, которые вряд ли будут точными в случае значительных временных периодов.

8. Принцип соблюдения – территория государства не должна использоваться таким образом, чтобы причинять ущерб на территории другого государства, и что, следовательно, требуются меры контроля.

9. Принцип независимости – необходимо создание регулирующего органа, решения которого по вопросам безопасности не подлежат вмешательству со стороны субъектов, которые участвуют в деятельности по развитию использования или содействию применению атомной энергии.

10. Принцип открытости – необходимо, чтобы органы, участвующие в развитии, применении и регулировании использования атомной энергии, предоставляли всю соответствующую информацию о том, как используется атомная энергия, особенно в том, что касается инцидентов и аномальных событий, которые могут оказывать воздействие на здоровье людей, безопасность и окружающую среду.

11. Принцип международного сотрудничества – обуславливает необходимость того, чтобы пользователи ядерных технологий и органы, регулирующие атомную деятельность, поддерживали тесные связи с партнерами в других государствах и в соответствующих международных организациях.

Это обусловлено тем, что, во-первых, возможное трансграничное воздействие требует, чтобы правительства согласовывали политику и разрабатывали совместные программы таким образом, чтобы снизить риски нанесения ущерба своим гражданам и территориям, населению всего мира и, фактически, планете в целом. Уроки, извлеченные в одном государстве в отношении того, как повышать безопасность, могут иметь самое непосредственное отношение к улучшению положения в других государствах.

Во-вторых, использование ядерного материала связано с рисками в плане физической безопасности, которые не сдерживаются государственными границами. Угрозы террористических актов и угрозы, связанные с незаконным оборотом ядерного материала и распространением атомных взрывных устройств, уже давно признаны в качестве вопросов, требующих высокого уровня международного сотрудничества.

В-третьих, опубликовано большое число международно-правовых документов, кодифицирующих обязательства государств в атомной области. Правительства должны соблюдать в духе доброй воли такие обязательства.

В-четвертых, все более расширяющийся многонациональный характер атомной промышленности в условиях, когда происходят частые перемещения ядерного материала и оборудования через национальные границы. Нужен эффективный международный контроль за этим процессом.

При оценке атомного права государства, наиболее важными являются следующие характеристики:

- а) Содержит ли действующее законодательство положения о том, что здоровье людей, безопасность, сохранность и окружающая среда являются преобладающими соображениями при использовании ядерных технологий и материалов?

- б) Имеются ли значительные пробелы или случаи дублирования в правовой структуре, касающейся связанных с атомной областью видов деятельности или материалов, которые в настоящее время осуществляются или используются и осуществления или использования которых можно с достаточным основанием ожидать?
- в) Применяются ли для наиболее важных терминов, используемых в законодательстве, четкие и ясные определения, приведенные в законодательных актах? Приводит ли использование различных терминов и определений или же отсутствие определений в случае некоторых терминов к путанице в отношении того, как связанная с атомной областью деятельность должна регулироваться?
- г) Является ли институциональная ответственность в отношении регулирования связанной с применением атомной энергии деятельности четко определенной и последовательной, обеспечивая эффективное регулирование без задержек и бюрократических конфликтов?
- д) Накладывает ли существующая регулирующая система излишнее финансовое или административное бремя на подпадающие под регулирование субъекты или регулирующие учреждения, которое может быть снижено в целях повышения эффективности?
- е) Соответствует ли имеющаяся система в полной мере международным юридическим обязательствам государства и отражает ли она наилучшую международную практику, изложенную в документах по нормам безопасности, таких, как Международные основные нормы для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения, опубликованные МАГАТЭ. Важно отметить, что законодательство должно быть транспарентным и хорошо понятным, при этом должен обеспечиваться легкий доступ к соответствующим положениям как для заинтересованных сторон, так и широкой общественности.

1.2.2. Международные конвенции в области обеспечения радиационной безопасности

Основным международным документом, регламентирующим обеспечение радиационной безопасности, является Международная конвенция о ядерной безопасности, которая была подписана в Вене 20 сентября 1994 года [56].

Конвенция устанавливает три основных требования обеспечения безопасности в атомной отрасли [57].

1. Требуется (посредством технического сотрудничества и национальных средств государств) достичь и поддерживать высокий уровень безопасности на объектах атомной энергетики.
2. Требуется установить и поддерживать на объектах атомной промышленности эффективные меры безопасности с целью предохранить человека, окружающую среду и т. п. от влияния ионизирующего излучения.
3. Требуется предпринимать меры, направленные на предупреждение аварийных ситуаций на предприятиях атомной энергетики.

Данная Конвенция, являясь инструментом универсального международного права, не содержит подробных обязательств, а лишь общие императивы безопасности, но в то же время она требует от государств установления соответствующего

законодательства и институциональных основ. Так, Конвенция [56] предусматривает необходимость установления:

- соответствующих предписаний и норм безопасности в рамках государственного правопорядка;
- разрешительной системы в отношении деятельности в сфере атомной энергетики; системы контроля и углубленного анализа деятельности того или иного предприятия в сфере атомной энергетики;
- системы санкций, где возможно, в том числе изъятие разрешений на осуществление деятельности в сфере атомной энергетики.

В отношении предприятий атомной промышленности и атомной энергетики устанавливаются требования по безопасности, среди которых:

- наличие стратегий по развитию предприятий, в которых приоритет отдается вопросам безопасности;
- наличие программ гарантии качества деятельности данных предприятий;
- план действий в кризисных и аварийных ситуациях.

Наиболее важной для обеспечения радиационной безопасности в конвенции [56] представляется статья 15 «Радиационная защита»: «Каждая Договаривающаяся сторона принимает соответствующие меры для обеспечения того, чтобы во всех эксплуатационных состояниях радиационное облучение персонала и населения, создаваемое ядерной установкой, поддерживалось на разумно достижимом низком уровне, и чтобы ни один человек не получал дозу облучения, превышающую установленные национальные дозовые пределы».

Россия подписала данную Конвенцию в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 20.09.1994 № 1069 «О подписании Конвенции о ядерной безопасности».

Вторым ключевым международным договором, подписанным Российской Федерацией, является «Объединенная конвенция о безопасном обращении с отработавшим ядерным топливом и о безопасном обращении с радиоактивными отходами» (заключена в Вене, 5 сентября 1997 год) [58]. Согласно Распоряжению Президента Российской Федерации от 28 декабря 1998 года № 469-рп и Постановлению Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2005 года № 276 Объединенная конвенция о безопасности обращения с ОЯТ и о безопасности обращения с РАО (далее – Объединенная конвенция) подписана от имени Российской Федерации 27 января 1999 года и ратифицирована Федеральным законом от 04.11.2005 № 139-ФЗ.

Объединенная конвенция определяет обязательства участников соглашения в отношении обеспечения безопасности обращения с ОЯТ, образующимся при эксплуатации ядерных установок, используемых в мирных целях, а также безопасности обращения с РАО в тех случаях, когда радиоактивные отходы образуются в результате гражданской деятельности (ст. 3).

В соответствии с Объединенной конвенцией Россия взяла на себя обязательства, предусматривающие проведение работ в области обращения с ОЯТ и РАО в соответствии с международными требованиями по безопасности ОЯТ (гл. 2, ст. 4-10) и безопасности РАО (гл. 3, ст. 11-17).

Общие положения о безопасности, обязательные для исполнения всеми органами исполнительной власти и организациями, связанными с обращением с ОЯТ и РАО, представлены в гл. 4 (ст. 18-26).

При заключении Объединенной конвенции много споров вызвал вопрос о включении в сферу ее применения РАО и ОЯТ, относящихся к военным программам.

Решение было найдено в виде следующей формулировки: «Конвенция применяется к безопасности обращения с ОЯТ и с РАО, образующимися в результате осуществления оборонных или военных программ, в тех случаях, когда такие материалы передаются окончательно гражданским программам и обращение с ними происходит только в рамках этих программ», т. е. государство-участник конвенции само может при желании перевести «военные» РАО и ОЯТ в категорию «гражданских».

Объединенная конвенция является основой для дальнейшего совершенствования российской системы нормативных правовых актов, регламентирующих вопросы обеспечения безопасности при обращении с ОЯТ и РАО в соответствии с обязательствами Российской Федерации.

Договаривающиеся государства-участники Объединенной конвенции раз в три года представляют доклады о государственной политике и существующей практике обращения с РАО и ОЯТ, в которых приводятся перечень установок и инвентарный список материалов, подпадающих под действие документа. Каждое государство-участник обязано в рамках своего национального законодательства принять соответствующие меры по административному контролю, надзору и другим шагам, направленные на соблюдение положений Объединенной конвенции.

В случае возникновения разногласий между двумя или несколькими государствами по интерпретации применения Объединенной конвенции государства-участники обязаны провести рабочие встречи для консультаций с целью разрешения разногласий.

В настоящее время в число государств-участников Объединенной конвенции входят, в частности, Россия, Великобритания, Германия, Испания, США, Финляндия, Франция, Швеция, Япония.

1.3. Международные организации в области обеспечения радиационной безопасности

Основными международными организациями, постоянно развивающими и совершенствующими систему радиационной безопасности персонала, населения и окружающей среды в мире являются МКРЗ и МАГАТЭ, которые тесно взаимодействуют с НКДАР ООН, ВОЗ и другими международными организациями.

НКДАР ООН – Научный комитет по действию атомной радиации {**UN SCEAR** – United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation} был создан в 1955 году Резолюцией 913 (X) Генеральной Ассамблеи в ответ на широко распространенную обеспокоенность в мире по поводу последствий воздействия радиации на здоровье человека и окружающую среду. В соответствии с мандатом, предоставленным ему Генеральной Ассамблеей, Комитет проводит научные оценки источников ионизирующего излучения и связанных с ними воздействий, эффектов и рисков для здоровья человека и окружающей среды. НКДАР ООН разрабатывает независимую, объективную и актуальную научную основу для

обеспечения системы радиационной безопасности человека и охраны окружающей среды. Комитет ежегодно отчитывается о результатах своей работы перед Генеральной Ассамблеей ООН.

Регулярно публикуемые научные доклады НКДАР ООН активно используются научным сообществом, национальными и международными организациями, регулирующими органами и широкой общественностью. За прошедшие почти 70 лет Научный комитет стал мировым авторитетом в области радиационной науки и оценки глобальных уровней и эффектов воздействия ионизирующего излучения. Правительства и организации по всему миру полагаются на оценки Комитета как на научную основу для оценки радиационного риска и установления защитных мер. Комитет не рассматривает экономические аспекты разработки и развития радиационных технологий, а также не устанавливает стандарты и не дает рекомендаций, поскольку они находятся в рамках мандата других международных организаций.

НКДАР ООН объединяет специалистов из 27 стран мира. Необходимо отметить, что ежегодно проводятся недельные сессии, в которых принимают участие делегации стран-членов НКДАР ООН. Делегация России (до 1991 года – делегация СССР) активно участвует в работе этого Комитета с момента его создания (с 1955 год). На ежегодных сессиях НКДАР ООН очно обсуждаются экспертами из делегаций разных стран проекты научных докладов, которые готовят группы специально назначенных консультантов. В состав таких групп включают наиболее авторитетных специалистов по тематике подготавливаемых докладов.

В период между сессиями консультанты проводят тщательную работу по подготовке проектов, при этом в зависимости от рассматриваемых научных тем, проекты могут готовиться в течение нескольких лет. По мере их готовности проекты выносятся на очное обсуждение на ежегодных сессиях, на которых по итогам состоявшегося рассмотрения принимается решение либо о продолжении работы над проектами, либо об их одобрении и рекомендации для опубликования в качестве научных отчетов НКДАР ООН. Как правило, в рамках каждой ежегодной сессии рассматриваются до 5-6 документов. С начала текущего века в рамках НКДАР ООН рассмотрен ряд актуальных научных вопросов, по которым были сформированы современные позиции мирового научного сообщества.

Опубликованы фундаментальные обзоры, обобщившие накопленные в научном мире к настоящему времени современные знания по биологическому воздействию трития и урана при его поступлении в организм человека. На основе собранных и обобщенных данных о воздействии ионизирующего излучения на человека выпущены актуализированные научные отчеты НКДАР ООН о воздействии природного, техногенного, медицинского облучения на различные профессиональные группы людей с оценкой радиационных рисков, что позволяет провести их объективное сопоставление с рисками нерадиационной природы.

В отдельных отчетах Комитета представлен глубокий всесторонний анализ специальных научных вопросов, касающихся репарации ДНК и мутагенеза, совместного воздействия радиации и факторов нерадиационной природы, наследственных эффектов радиации, воздействия излучения на иммунную систему, последствий облучения детей. Большое внимание уделено тщательному анализу последствий воздействия на человека малых доз ионизирующего излучения при низких

мощностях доз. Это один из наиболее актуальных вопросов современной науки, по которому в научном мире продолжает идти многолетняя дискуссия, имеющая важное значение для объективного суждения о радиации вокруг нас.

В отчетах НКДАР ООН представлен анализ накопленных уникальных данных, полученных в ходе многочисленных эпидемиологических исследований онкологических заболеваний различных органов человека, при воздействии на организм ионизирующего излучения. Дана также эпидемиологическая оценка заболеваний сердечно-сосудистой системы и других нераковых заболеваний после облучения. В отдельном документе изложен современный подход к оценке последствий облучения биоты.

Традиционно пристальное внимание уделено тщательному изучению последствий облучения людей при разного рода радиационных авариях. В отдельных документах Комитет подвел объективные итоги широкомасштабных исследований по оценке медицинских последствий для лиц, подвергшихся радиационному воздействию в результате Чернобыльской аварии в 1986 году и представил детальный доклад по 10-летнему изучению последствий аварии на АЭС «Фукусима-1», произошедшей в Японии в 2011 году.

Следует отметить, что НКДАР ООН трижды готовил и публиковал отчеты всесторонне и глубоко рассматривающие все аспекты аварии на ЧАЭС. По мере накопления научных данных, а также с учетом востребованности непредвзятой объективной информации о Чернобыльской аварии как среди специалистов, так и широкой мировой общественности, Комитет в 1988 году выпустил первый отчет с самыми ранними научными данными и прогнозом отдаленных последствий радиационного воздействия, который был основан на фактических данных, предоставленных советскими специалистами [59].

В 2000 году был опубликован второй отчет, в котором в системном виде очень подробно излагались основные научно подтвержденные выводы об уровнях воздействия и последствиях облучения лиц, участвовавших в ликвидации аварии (ликвидаторов), населения и биоты. Вышедший в 2008 году третий отчет НКДАР ООН, в большей степени посвященный последствиям облучения ликвидаторов и населения, полностью подтвердил и дополнил основополагающие научные выводы второго отчета.

Указанные отчеты НКДАР основаны на фактических данных, опубликованных учеными разных стран, из которых ведущая роль принадлежит советским и российским ученым и специалистам, таким как Р.М. Алексахин, М.И. Балонов, А.К. Гуськова, К.И. Гордеев, Л.А. Ильин, П.В. Рамзаев, А.Ф. Цыб, В.К. Иванов и многим другим.

Важно констатировать, что научная информация, полученная в результате тщательного анализа уровней воздействия ионизирующего излучения и последствий этого воздействия на людей после аварии на ЧАЭС, в совокупности с другими данными привела к пересмотру МКРЗ и МАГАТЭ предела дозы облучения хрусталика глаза для лиц из персонала и населения в сторону существенного снижения дозы. Кроме того, по итогам проведения эпидемиологических исследований случаев рака щитовидной железы у детей, подвергшихся радиационному воздействию после аварии на ЧАЭС, впервые в мире получены объективные научные данные о риске рака щитовидной железы при облучении ^{131}I , который оказался сопоставим с риском рака при облучении щитовидной железы внешним гамма-излучением.

Как уже отмечалось выше, научные отчеты НКДАР ООН по различным актуальным вопросам, связанным с применением ионизирующего излучения в деятельности людей и оценкой последствий его воздействия на человека и биоту, являются энциклопедическими по масштабности и глубине анализа. Они широко используются международными (МКРЗ, МАГАТЭ и др.) и национальными организациями в своей практической работе.

Перечень научных докладов НКДАР ООН, опубликованных после 2000 года, приведен в Приложении 1 к настоящей монографии.

МКРЗ – Международная комиссия по радиологической защите {**ICRP** – International Commission on Radiological Protection}, создана в 1928 году как независимая некоммерческая организация. Её деятельность направлена на разработку и развитие концептуальной модели обеспечения безопасности человека, окружающей среды и эффективного контроля обращения с источниками ионизирующего излучения и радиационными технологиями. Регулярно разрабатываемые и выпускаемые рекомендации МКРЗ являются основой для международных, национальных и региональных стандартов регулирования радиационного воздействия на человека и окружающую среду.

Работа МКРЗ в течение длительного времени осуществляется в комитетах:

Комитет 1 «Воздействие радиации» рассматривает последствия воздействия радиации от субклеточного до популяционного и экосистемного уровней, включая индуцирование рака, наследственных и других заболеваний, нарушение функции тканей/органов и дефектов развития, и оценивает последствия для защиты людей и окружающей среды.

Комитет 2 «Дозиметрия» разрабатывает дозиметрическую методологию оценки внутреннего и внешнего радиационного облучения, включая эталонные биокинетические и дозиметрические модели, а также справочные данные и коэффициенты дозы для использования в целях защиты людей и окружающей среды.

Комитет 3 «Радиологическая защита в медицине» рассматривает вопросы защиты людей и нерожденных детей при использовании ионизирующего излучения в медицинской диагностике, терапии и биомедицинских исследованиях, а также вопросы защиты в ветеринарии.

Комитет 4 «Применение рекомендаций Комиссии» предоставляет рекомендации по комплексному применению рекомендаций Комиссии по защите людей и окружающей среды для всех ситуаций облучения.

Руководящим органом МКРЗ, определяющим политику и осуществляющим общее руководство, является Главная комиссия.

Поддержку этим комитетам оказывают рабочие группы, созданные в первую очередь для разработки публикаций МКРЗ.

Ключевым результатом работы МКРЗ является выпуск регулярных публикаций, распространяющих информацию и рекомендации через «Анналы МКРЗ», а также путем размещения Публикаций МКРЗ в свободном доступе (за исключением последних документов за 3 года) на официальном сайте МКРЗ.

Перечень Публикаций МКРЗ представлен в Приложении 2 к настоящей монографии.

МАГАТЭ – Международное агентство по атомной энергии {**IAEA** – International Atomic Energy Agency}, было создано в 1957 году как независимая межправительственная организация в системе ООН. Одно из наиболее важных направлений

её деятельности – правовое и нормативное обеспечение радиационной защиты и безопасности для различных видов использования атомной энергии и другой деятельности, связанной с облучением людей.

Необходимо подчеркнуть неразрывную связь основополагающих, базовых Рекомендаций МКРЗ с Международными основными нормами безопасности МАГАТЭ, реализующими концепции и положения, сформулированные в Публикациях МКРЗ.

Документы МКРЗ и МАГАТЭ определяют текущую философию системы радиационной защиты. Современная система радиационной защиты персонала, населения и охраны окружающей среды, представленная в документах МКРЗ и МАГАТЭ, учитывает новейшую биологическую и физическую информацию, накопленную в мире с момента выхода предыдущих базовых документов.

Система документов МКРЗ имеет достаточно простую «линейную» структуру: все Публикации МКРЗ имеют порядковый номер.

Система документов МАГАТЭ имеет гораздо более сложную многоуровневую разветвленную структуру, общее представление о которой дает рис. 3.

Выделяются три уровня документов МАГАТЭ. К первому уровню относятся документы раздела «Фундаментальные основы безопасности» (**Safety Fundamentals, SF**). В этих документах приводятся основополагающие цели и принципы радиационной защиты и безопасности, которые являются основой для разработки документов второго уровня.



Рис. 3 – Структура документов МАГАТЭ.

К первому уровню в настоящее время относится документ, принятый в 2006 году: IAEA Safety Standards Series No. SF-1. Fundamental Safety Principles: Safety Fundamentals. – Vienna: IAEA, 2006. STI/PUB/1273.

Издание на русском языке: Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SF-1. Основополагающие принципы безопасности. Основы безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2007. STI/PUB/1273.

Ко второму уровню относятся документы МАГАТЭ, где излагаются общие и специальные требования по безопасности (**General Safety Requirements, GSR, Specific Safety Requirements, SSR**).

В этих документах излагается согласованный набор требований по безопасности, которые должны выполняться с целью обеспечения защиты людей и охраны окружающей среды как в настоящее время, так и в будущем. Эти требования вытекают из целей и принципов радиационной защиты и безопасности, которые изложены в документах первого уровня. Формат и стиль требований облегчают их использование для создания национальной основы регулирования. Требования выражаются формулировками “**должен**”.

К третьему уровню относятся документы МАГАТЭ, где излагаются руководства по безопасности: Общие руководства по безопасности (**General Safety Guides, GSG**) и специальные руководства по безопасности (**Specific Safety Guide, SSG**)

В руководствах по безопасности содержатся рекомендации и руководящие материалы, касающиеся выполнения требований по безопасности, и в них выражается международный консенсус в отношении необходимости принятия рекомендуемых мер (или эквивалентных альтернативных мер). В руководствах по безопасности излагается передовая международная практика с целью помочь пользователям достичь высокого уровня безопасности. Рекомендации, содержащиеся в руководствах по безопасности, формулируются с применением глагола «**следует**».

Структура и перечень документов МАГАТЭ по проблеме обеспечения радиационной безопасности представлены в Приложении 3 к настоящей монографии.

МКРЕ – Международная комиссия по радиационным единицам и измерениям {ICRU – International Commission on Radiation Units and Measurements}, играет значительную роль в области координации деятельности по обеспечению радиационной безопасности. МКРЕ – неправительственная организация, созданная на Первом Международном радиологическом конгрессе в 1925 году, работает в тесном контакте с МКРЗ. Более того, в первые годы развития работ в области радиационной безопасности, МКРЗ являлась дочерней структурой МКРЕ.

Главная задачей МКРЕ заключается в обосновании и разработке приемлемых для всех стран рекомендаций по:

- радиационным величинам и единицам;
- методам измерения и применению этих величин в медицинской радиологии и радиобиологии;
- основным характеристикам источников излучения и самих излучений.

МКРЕ координирует свою деятельность с Международным союзом теоретической и прикладной физики, Международным бюро мер и весов, Международной организацией по стандартизации и рядом других международных организаций, заинтересованных в совершенствовании радиационных величин, единиц и методов их измерения.

МКРЕ состоит персонально из числа наиболее компетентных и активно работающих ученых, представляющих страны, занимающие ведущее место в развитии радиационной физики, техники и измерений ионизирующих излучений.

Результаты своих работ МКРЕ публикует в специальных выпусках МКРЕ, которые посвящены дозиметрии ионизирующих излучений, микродозиметрическим характеристикам, дозиметрическому и радиометрическому описанию источников ионизирующих излучений, методам и приборам для измерения источников и полей излучения, а также общим вопросам методологии и стандартизации радиационных величин и единиц.

Результаты своих работ МКРЕ публиковала в виде рекомендаций, докладов, отчетов, в первые годы в журналах «Radiology», «British Journal of Radiology», в руководствах Национального бюро стандартов США, в серии технических докладов МАГАТЭ, а с 1962 года – в специальных выпусках МКРЕ, в ряде случаев совместно с МКРЗ. Большой резонанс получила фундаментальная работа МКРЕ, опубликованная в 2020 году [60], которая явилась основой Публикации 147 МКРЗ [21].

В указанных Публикациях МКРЗ и МКРЕ наметили основные направления развития системы дозиметрических величин при внешнем облучении, исходя из того, что поглощенная доза является наиболее подходящей величиной при установлении предельных доз на орган/ткань для предотвращения тканевых реакций (детерминированных эффектов).

При этом эквивалентная доза является промежуточной величиной при расчете эффективной дозы, а весовые коэффициенты излучения, применяемые к поглощенным дозам и используемые при расчете эквивалентной дозы, относятся скорее к стохастическим эффектам при низких уровнях облучения, чем к тканевым реакциям.

Новые подходы не отменяют использования эффективной дозы в качестве основной величины радиационной защиты, обеспечивающей скорректированную с учетом риска характеристику суммарной дозы внешнего и внутреннего облучения тела. При этом нужно учитывать, что эффективная доза основана на использовании линейной беспороговой зависимости доза-эффект между дозой и риском при малых дозах и низких мощностях доз и эквивалентности эффекта острого и хронического облучения при малых дозах и эквивалентности эффекта внутреннего и внешнего облучения.

Существует еще несколько международных организаций, разрабатывающих нормативы и рекомендации в области радиационной безопасности и отслеживающих все юридические аспекты в этой области. Эти организации работают, как правило, в тесном взаимодействии с МАГАТЭ и МКРЗ.

АЯЭ ОЭСР – Агентство по ядерной энергии при Организации экономического сотрудничества и развития {**NEA OECD** – Nuclear Energy Agency of the Organisation for Economic Co-operation and Development}, имеет более чем сорокалетний опыт работы и объединяет сегодня 28 стран. АЯЭ сотрудничает с МАГАТЭ и ставит целью содействие в развитии научных, технологических и правовых основ для экономического и экологически безопасного использования ядерной энергии в мирных целях. В деятельности АЯЭ ОЭСР участвует Европейская комиссия.

АЯЭ ОЭСР издает очень авторитетный в области атомного права международный журнал «Nuclear Law Bulletin» (1-2 номера в год), в котором анализируются

положительные результаты законотворческой деятельности в различных странах.

ВАО АЭС – Всемирная ассоциация организаций, эксплуатирующих АЭС {**WANO** – World Association of Nuclear Operators}, объединяет операторов АЭС мира. Она способствует обмену опытом эксплуатации, чтобы ее члены могли работать совместно для достижения наивысшего уровня безопасности и надежности при эксплуатации своих АЭС. Предпосылкой создания ВАО АЭС явилась авария на Чернобыльской АЭС в 1986 году. Официальное образование ВАО АЭС было провозглашено на учредительной ассамблее 15 мая 1989 года в Москве.

В то время как правительства, органы надзора, поставщики оборудования и другие организации играют важную роль в обеспечении ядерной безопасности, деятельность ВАО АЭС нацелена на тех, кто несет непосредственную ответственность за безопасную эксплуатацию АЭС, – на эксплуатирующие организации. ВАО АЭС регулярно проводит международные семинары по обмену опытом безопасной эксплуатации АЭС.

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения {**WHO** – World Health Organization}. В большом комплексе решаемых этой организацией проблем уделяется внимание влиянию радиации на организм человека, разработке методов диагностики, лечения и профилактики радиационного поражения.

ФАО – Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций {**FAO** – Food and Agriculture Organization of the United Nations} в тесном сотрудничестве с МАГАТЭ проводит научные исследования и внедряет в практику радиационные технологии, обеспечивающие борьбу с вредителями сельскохозяйственных культур, стерилизацию продуктов питания, выведение новых сортов растений и пород сельскохозяйственных животных.

МАРЗ – Международная ассоциация радиационной защиты {**IRPA** – International Radiation Protection Association}, независимая некоммерческая ассоциация национальных и региональных обществ радиационной защиты. Ее миссией является продвижение передового опыта радиационной защиты во всем мире.

МАРЗ содействует совершенствованию практики радиационной защиты с помощью национальных и региональных ассоциированных обществ специалистов в области радиационной защиты. Одной из основных стратегических целей МАРЗ является содействие повышению квалификации специалистов в области радиационной защиты. Для достижения этой цели МАРЗ приступила к разработке руководящих документов по культуре радиационной защиты и профессиональной квалификации.

1.4. Современные подходы МКРЗ к дальнейшему развитию международной системы радиационной безопасности персонала и населения

После выхода в 2007 году 103-й Публикации МКРЗ многие страны гармонизировали свои национальные стандарты и философию радиационной защиты (безопасности) персонала и населения с этой Публикацией. К настоящему времени уже накоплен многолетний опыт применения международной системы радиационной защиты к различным ситуациям и сценариям облучения. Выявлен ряд проблемных

мест, где требуется либо уточнение применения системы, либо внесение в нее изменений. Этот опыт послужил основанием для начала работы над дальнейшим развитием международной системы радиационной защиты персонала и населения.

С начала 2020-х годов на заседаниях главной комиссии МКРЗ, комитетов МКРЗ, многих симпозиумов, конференций под руководством членов МКРЗ развернулись открытые дискуссии по различным аспектам международной системы радиационной защиты [61-65]. Единодушно констатировалось, что современная международная система радиационной защиты МКРЗ основана на достоверных научных данных и является всеобъемлющей. Вместе с тем отмечалось, что для продолжения успешного выполнения поставленных задач она должна адаптироваться к изменениям в науке и обществе. Система должна быть достаточно простой для понимания и, одновременно, комплексной для успешного применения в широком спектре ситуаций и сценариев облучения. МКРЗ разработала дорожную карту, согласно которой условная дата выхода новых рекомендаций МКРЗ по системе радиационной защиты обозначена 2031 годом.

МКРЗ сформулировала два направления радиационной защиты: (а) защита персонала и населения и (б) защита окружающей среды.

МКРЗ подтверждает цель системы радиационной защиты – обеспечение надлежащего уровня защиты человека и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения без излишнего ограничения видов человеческой деятельности, которые могут быть связаны с облучением. Достижение этой цели осуществляется путем предотвращения тканевых реакций (детерминированных эффектов) и снижения рисков стохастических эффектов до разумно достижимых уровней.

В 118-й Публикации МКРЗ (2012 год) [66] развиваются представления о детерминированных эффектах и вводится новый термин для их обозначения – тканевые реакции. В настоящее время для тканевых реакций принимают наличие зависимости тяжести воздействия от дозы облучения при превышении пороговой поглощенной дозы 0,5 Гр. Проводимые новые исследования предполагают ревизию эффектов и отнесение к тканевым реакциям тех, у которых нет порога. Согласно 103-й Публикации МКРЗ к стохастическим эффектам относят рак и наследственные заболевания. В новых рекомендациях планируют отнести к стохастическим эффектам нераковые заболевания, например, заболевания сердечно-сосудистой системы. Обсуждается также отнесение к стохастическим эффектам вреда человеку, обусловленного нерадиационными факторами.

Проводится широкое обсуждение трех основополагающих принципов радиационной защиты: принципа обоснования, принципа оптимизации и принципа нормирования.

МКРЗ в 103-й Публикации сохранила прежнюю формулировку принципа обоснования: «Запрещение всех видов деятельности по использованию источников излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, обусловленного дополнительным облучением». Этот принцип относится к трем ситуациям облучения. Серия публикаций МКРЗ (126, 142, 146), вышедших после 2007 года и посвященных ситуациям существующего облучения, выявила необходимость принимать во внимание качество жизни при обосновании многих решений. Отмечено, что формулировка обоснования требует большего, чем

просто научная и техническая рациональность. Более важным становится необходимость учета экономических, социальных и этических факторов. Требуется дать более четкие ответы на вопросы: что означает «больше пользы, чем вреда» в современном обществе, на каком основании должно приниматься решение.

Неизменной остается формулировка принципа 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 излучения». Принцип оптимизации также относится к трем ситуациям облучения. Опыт применения этого принципа выявил необходимость дать дополнительные разъяснения (выработать рекомендации), как сбалансировать социальные, экономические и другие факторы при оптимизации радиационной защиты. Подчеркивалось, что, руководствуясь принципом ALARA, оптимизация защиты не должна стремиться к минимально возможной дозе, а должна обеспечивать баланс учета радиационных и нерадиационных факторов. В настоящее время рабочая группа № 114 МКРЗ готовит Рекомендации, как учитывать разноплановые факторы воздействия, включая социальные, экологические, экономические и этические.

В 103-й Публикации МКРЗ подчеркнуто, что принцип нормирования «Непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников излучения» относится только к ситуации планируемого облучения. В ситуациях существующего и аварийного облучения ограничение индивидуальной дозы достигается с помощью применения референтных уровней. Принцип ограничения индивидуальной дозы имеет решающее значение в системе, поскольку он направлен на защиту отдельного человека, а обоснование и оптимизация защиты являются принципами, направленными на поиск наилучшего решения для общества, и могут не учитывать должным образом защиту отдельных лиц. В дальнейшем МКРЗ планирует создать систему, в которой все три фундаментальных принципа будут применимы при всех ситуациях облучения и для всех категорий облучения. Это изменение потребует пересмотра и уточнения различий между пределом дозы, граничной дозой и референтным уровнем. Возможно дальнейшее упрощение путем объединения граничной дозы и референтного уровня. При этом референтные уровни будут применяться во всех ситуациях облучения, а пределы дозы – только в ситуациях планируемого облучения.

В 103-й Публикации МКРЗ введены три ситуации облучения (планируемого, существующего, аварийного). Введены три категории облучения (профессиональное, облучение населения, медицинское). Публикация 124 МКРЗ дополнительно ввела еще одну категорию – облучение биоты.

Следует отметить, что НКРЗ США в свое национальное регулирование [67] добавила пятую категорию – облучение аварийных работников, к которым относят работников аварийно-спасательных служб. Их облучение рассматривается отдельно от облучения персонала, населения и пациентов. Представлены числовые критерии для ограничения детерминированных и для стохастических эффектов облучения.

Дальнейшее развитие условий применения трех ситуаций облучения получило в Публикациях МКРЗ 111, 126, 132, 142 и 146. В перечисленных Публикациях использован единый подход к трем ситуациям облучения, однако принципы, разработанные на основе рассмотренных примеров в этих Публикациях, нуждаются в дальнейшем уточнении. Например, в ситуации существующего облучения для

ограничения облучения персонала оказалось уместным широко применять не референтные уровни, а граничные дозы и пределы дозы, которые в настоящее время применимы только в ситуациях планируемого облучения.

В настоящее время МКРЗ констатирует, что более чем 15-летний мировой опыт применения ситуаций облучения показал необходимость пересмотра их определения. Выявлены «серые» зоны между тремя ситуациями облучения. Требуется большая ясность в их интерпретации и использовании, а также в отношении переходов одной ситуации облучения в другую.

В будущих общих рекомендациях МКРЗ планируется упростить использование дозиметрических величин при рассмотрении тканевых реакций и стохастических эффектов. В Публикации 147 МКРЗ предложено использовать только поглощенную дозу (Гр) для контроля облучения отдельных органов и тканей. Эквивалентная доза (Зв) больше не будет использоваться для установления пределов дозы, а останется промежуточным этапом в расчете эффективной дозы (Зв). МКРЗ и МКРЕ предлагают параллельные изменения в операционных величинах профессионального внешнего облучения персонала. Предполагается, что измеренные величины для оценки эффективной дозы будут напрямую связаны с эффективной дозой в эталонных фантомах и будут называться как «амбиентная доза» и «индивидуальная доза», а не «амбиентный» или «индивидуальный эквивалент дозы». Операционные величины для измерения доз облучения кожи и хрусталика глаза станут «поглощенными дозами». Изменения операционных величин будут проводиться в те же сроки, что и изменения дозовых величин, после выхода новых общих рекомендаций МКРЗ.

Изменения коснутся и использования эффективной дозы. Как известно, цель использования эффективной дозы – оценка облучения персонала и населения для подтверждения соблюдения пределов дозы и для оптимизации радиационной защиты. В 103-й Публикации и последующих Публикациях МКРЗ расчет поглощенной и эквивалентной дозы рекомендуется проводить отдельно для референтного мужчины и референтной женщины. В то же время, расчет эффективной дозы рекомендуется проводить для референтного взрослого человека, усредненного по полу. В будущих основных рекомендациях расчет эффективной дозы, вероятно, будет изменен. Будут использованы ревизованные значения взвешивающих коэффициентов излучения и тканевых коэффициентов отдельно для мужчин и женщин, а также для различных возрастных групп. При данном подходе связь между эффективной дозой и стохастическим риском, используемым для целей оптимизации радиационной защиты, станет более наглядной. В Публикации 147 МКРЗ эффективная доза определена как «приблизительный индикатор возможных рисков для здоровья». Ревизия методологии расчета эффективной дозы позволит улучшить ее применимость для оценки риска. Однако объективные оценки радиационного риска должны рассчитываться только с использованием оценок поглощенных доз в органах/тканях и моделей риска с учетом возраста и пола для отдельных видов рака.

Результаты эпидемиологических исследований, выполненных к настоящему времени, свидетельствуют о наличии зависимости «доза-эффект» при малых дозах <100 мГр для многих локализаций рака. Установлено, что на вид этой зависимости влияют такие факторы как пол, возраст на момент облучения, время, прошедшее с момента облучения. Существуют большие неопределенности в отношении формы этой зависимости при малых дозах. Кроме того, перенос оценок риска с одной популяции на другую имеет большую степень неопределенности.

Следует подчеркнуть, что в настоящее время линейная зависимость «доза-эффект» используется для оценки риска возникновения солидного рака, а линейно-квадратичная модель – для оценки риска лейкемии. НКДАР ООН опубликовал в 2021 году обзор биологических механизмов, инициирующих возникновение рака в результате облучения в малых дозах (<100 мГр) с низкой мощностью дозы (<5 мГр/ч) [68]. В этом обзоре сделан вывод о целесообразности использования линейной беспороговой модели в задачах радиационной защиты.

Обобщение всех эпидемиологических исследований, выполненное НКРЗ США, привело к аналогичному выводу, что имеющиеся данные подтверждают возможность дальнейшего использования линейной беспороговой зависимости для целей радиационной защиты [69]. В настоящее время рабочая группа № 91 МКРЗ проводит независимый критический обзор современных научных данных о форме зависимости «доза-эффект» и влиянии на эту зависимость мощности дозы в области малых доз. Необходимо подчеркнуть, что гипотеза о беспороговой модели «доза-эффект» в области малых доз лежит в основе использования эффективной дозы в качестве защитной величины, позволяя суммировать и сравнивать дозы внешнего и внутреннего облучения с разными временными и пространственными сценариями облучения.

Рабочая группа № 111 МКРЗ проводит анализ и обобщение опубликованных научных данных о влиянии различных нерадиационных факторов на индивидуальную радиочувствительность человека при воздействии ионизирующего излучения, как в отношении тканевых реакций, так и стохастических эффектов. Цель работы этой группы – попытаться учесть в системе радиационной защиты индивидуальную радиочувствительность человека к излучению. Действие ряда факторов уже вполне доказано, например, влияние курения, возраста и пола.

В настоящее время остается неясным, будет ли в ближайшие несколько лет накоплено достаточно убедительных научных данных, чтобы фундаментально изменить методологию радиационной защиты персонала и населения путем внедрения в нее индивидуальных особенностей человека. Вместе с тем уже предпринимаются попытки индивидуализировать радиационную защиту пациентов при медицинском облучении. В более общем плане существуют этические вопросы, которые необходимо рассматривать по мере того, как происходит накопление научных данных об индивидуальных характеристиках человека и особенностях его реагирования на воздействие ионизирующего излучения.

Имеются убедительные доказательства различной эффективности воздействия (в расчете на Гр) на биологические объекты разных видов ионизирующего излучения. В общих рекомендациях 103-й Публикации МКРЗ для учета такого различия используется простая таблица весовых коэффициентов излучения, прежде всего, с использованием данных, связанных с риском радиационного рака. При этом принятые весовые коэффициенты излучения не в полной мере отражают имеющиеся данные об относительной биологической эффективности (ОБЭ) разных видов излучения. Существуют свидетельства, что фотоны и электроны низкой энергии более эффективны в расчете на Гр, чем эталонное гамма-излучение ^{60}Co , демонстрируя превышение в 2-3 раза частоты возникновения рака в отдельных локализациях. Имеются также свидетельства, что ОБЭ альфа-частиц различаются для разных видов рака: низкие значения для лейкемии и более высокие значения для рака легких и печени. Использование одного и того же значения весового

коэффициента, равного 20, для тяжелых ионов, рекомендуемых в 103-й Публикации МКРЗ, часто приводит к завышению радиационного риска, что требует внесения коррекции.

В настоящее время рабочая группа № 118 МКРЗ проводит анализ и обобщение научных данных по ОБЭ, коэффициенту качества и весовому коэффициенту излучения с целью оценки потенциальных последствий для системы радиационной защиты. В целом необходимо констатировать, что значения ОБЭ для тканевых реакций при высоких дозах, приводящих к гибели клеток в тканях, будут ниже, чем соответствующие значения для стохастических эффектов возникновения рака при низких дозах. Планируется, что для будущих общих рекомендаций МКРЗ будет разработан отдельный набор весовых коэффициентов излучения для тканевых реакций и стохастических эффектов.

Концепция вредного воздействия ионизирующего излучения при малых дозах и низких мощностях дозы учитывает тяжесть заболевания с точки зрения летальности, качества жизни и потерянных лет жизни. В настоящее время это применяется к стохастическим эффектам, включая рак и наследственные эффекты. Концепция основана на предположении о прямо пропорциональной зависимости между эффективной дозой и вредом радиационного воздействия. Расчет вреда радиационного воздействия основан на оценках риска рака, полученных от выживших после атомной бомбардировки японцев, подвергшихся воздействию высоких мощностей дозы. Вопрос о том, является ли воздействие низкой мощности дозы менее канцерогенным, чем воздействие высокой мощности дозы при той же дозе, остается открытым. Следовательно, исследования зависимости риска рака от мощности дозы в эпидемиологических исследованиях продолжают оставаться крайне актуальными. Планируется, что в будущих основных рекомендациях МКРЗ будут представлены отдельные оценки риска для мужчин и женщин в разном возрасте при облучении, для большего числа органов/тканей и видов рака. Планируется включить в рассмотрение вреда и нераковые заболевания, такие как помутнение хрусталика глаза и заболевания системы кровообращения. Будут рассмотрены другие возможные оценки вреда излучения, такие как годы жизни в инвалидном состоянии.

Следует констатировать, что имеет место поступательное развитие и совершенствование международной системы радиационной защиты персонала и населения с учетом накопления новых научных знаний, анализа эффективности ее практического применения в различных ситуациях облучения, выявления мест, где возникает необходимость либо более четкого ее изложения, либо даже внесения в нее изменений.

Важными вехами в развитии международной системы радиационной защиты явились такие общие Рекомендации МКРЗ, как Публикация 1 (1959 год), Публикация 6 (1964 год), Публикация 9 (1966 год). Публикация 26 изданная в 1977 году, затем была откорректирована и расширена заявлением 1978 г. и последующими заявлениями 1980, 1984, 1985, 1987 гг. [11]. В последующие годы были выпущены общие Рекомендации МКРЗ: Публикация 60 (1991 год), Публикация 103 (2007 год).

Начатая с начала 2020-х годов работа МКРЗ по подготовке новых Рекомендаций после выхода в 2007 году последних общих Рекомендаций МКРЗ (основные направления которой кратко изложены в данном разделе), также подчеркивает преемственность постоянного развития международной системы радиационной защиты, инкорпорирующей в себя как новейшие научные достижения, так и практический опыт ее применения.

ГЛАВА 2.

ПРАВОВОЕ И НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СССР И РОССИИ

2.1. Становление и развитие системы радиационной безопасности в СССР и России

2.1.1. Создание атомной отрасли и зарождение системы радиационной безопасности в СССР

В Советском Союзе история отечественной атомной отрасли началась с Постановления Государственного Комитета Оборона (ГОКО) СССР от 20 августа 1945 года о создании Специального комитета при ГОКО и Первого главного управления (ПГУ) при Совете Народных Комиссаров (СНК) СССР, которому надлежало обеспечить государственное руководство созданием атомного оружия. С этой даты в СССР фактически стартовал Атомный проект № 1 [70-73].

В 1945 году после проведения в США первого ядерного испытания и атомных бомбардировок Хиросимы и Нагасаки, в СССР перед создаваемой атомной отраслью стояла жизненно важная для страны задача – обеспечение безопасности государства перед лицом нависшей ядерной угрозы со стороны США, обладавших монополией на ядерное оружие. Благодаря усилиям высшего руководства государства и огромного вклада выдающихся учёных крупномасштабные и небывалые по сложности работы были выполнены в самые сжатые сроки. 29 августа 1949 года на Семипалатинском полигоне был успешно испытан первый советский ядерный заряд (РДС-1). Героический труд больших научных и производственных коллективов позволил Советскому Союзу за четыре года (1945-1949 годы) ликвидировать ядерную монополию США.

Далее история отрасли развивалась весьма стремительно: 1953 год – испытания первой отечественной термоядерной бомбы (РДС-6с). 1954 год – пуск первой в мире атомной электростанции, построенной под руководством И.В. Курчатова в подмосковном Обнинске. 1955 год – запущен в эксплуатацию первый в мире реактор на быстрых нейтронах БР-1 с нулевой мощностью, а через год – БР-2 с тепловой мощностью 100 кВт. В 1957 году построена первая атомная подводная лодка К-3 (проект 627), в 1959 году был сдан в эксплуатацию первый в мире ледокол с ядерной энергетической установкой («Ленин»).

Следует отметить, что в течение короткого времени за десять-пятнадцать лет, после выхода постановления ГОКО в 1945 году, был создан не только «ядерный щит», но и заложен прочный фундамент (сеть предприятий, научных учреждений, городов для проживания персонала) для дальнейшего масштабного развития мирной атомной отрасли.

В отличие от «Манхэттенского проекта» США в СССР одновременно с военным применением атомной энергии сразу же были сделаны шаги к её мирному использованию. 25 декабря 1946 года ПГУ были сформулированы основные направления освоения атомной энергии в мирных целях. В 1956 году в СССР была принята первая программа строительства АЭС.

Первые годы атомной отрасли СССР – это история героического труда выдающихся ученых, инженеров, всех работников предприятий, НИИ и КБ. В последнее время опубликовано множество книг, очерков, документов и воспоминаний об этих событиях и о выдающихся людях, стоявших у истоков отрасли, например, [74-76].

Чрезвычайно высокие темпы строительства и ввода в эксплуатацию новых производств, разработки уникального технологического оборудования были осложнены отсутствием научных знаний и технологического опыта. Это породило серьезные проблемы и явилось одной из основных причин того, что созданные заводы и производства впоследствии подвергались неоднократно реконструкции и переоборудованию. Реконструкция проводилась в основном без остановки и снижения мощности производства. Это приводило к тому, что работы выполнялись в радиационных полях с высокой мощностью дозы.

Большой объем ремонтных работ, проводимых в условиях повышенного радиационного воздействия, привел в первый период к значительным дозовым нагрузкам на персонал, уровни которых превышали установленные пределы. Высокие уровни облучения персонала в начальный период существования атомной отрасли на отдельных производствах негативно сказывались на состоянии здоровья работников, что приводило к случаям хронической лучевой болезни, лучевым травмам и другим эффектам [77-78].

Негативные последствия для здоровья, связанные с воздействием ионизирующего излучения, потребовали создания системы обеспечения радиационной безопасности персонала вновь создаваемых предприятий атомной промышленности, включая систему дозовых нормативов, систему радиационного контроля, систему защиты от воздействия ионизирующего излучения и радиоактивных веществ.

Создавшиеся условия потребовали развития научных и практических работ по обеспечению радиационной безопасности персонала новых атомных производств, методов организации работ в условиях высоких дозовых воздействий, стимулировали и стремительное развитие дозиметрии, разработку и внедрение новых средств индивидуальной защиты. Наряду с совершенствованием технологии быстрыми темпами развивалась приборно-методическая база радиационного контроля. Появились новые радиометрические и спектрометрические приборы, модернизировались средства индивидуального контроля дозы внешнего облучения.

Нормативная база по внешнему облучению персонала претерпевала значительные изменения по мере накопления знаний о биологическом действии излучения и возможных неблагоприятных последствиях для человека.

В 1948 году для профессиональных работников действовали следующие ограничения дозы внешнего облучения [79]: 0,1 Р (1 мЗв) за 6 часов работы и 30 Р (300 мЗв) за год работы. Одновременно разрешалось получение дозы 25 Р (250 мЗв) за время 15 мин.

В 1954 году пределы доз были существенно уменьшены: 15 Р/год (150 мЗв/год) и 0,05 Р/день (0,5 мЗв/день), при аварии – 25 Р/год (250 мЗв/год).

В 1960 году допустимый предел годовой дозы был снижен до 5 бэр/год (50 мЗв/год).

С развитием в СССР атомной промышленности наряду с решением технических проблем остро встали вопросы обеспечения радиационной безопасности и защиты персонала от вредного воздействия ионизирующего излучения на организм чело-

века. Система обеспечения радиационной безопасности персонала атомной отрасли СССР строилась советскими учеными с использованием имевшегося мирового опыта, однако из-за секретности проводимых работ обмен научной информацией между советскими и зарубежными учеными до середины 1950-х годов был очень ограничен.

Для советских научных и практических работников на первое место вышла проблема нормирования вредных для здоровья факторов. Обеспечение радиационной безопасности персонала и населения в соответствии с принятыми официальными нормативами допустимых уровней облучения решалось путем совершенствования технического обеспечения безопасности объектов, включая качество проектирования, строительства, эксплуатации, наличие адекватных систем контроля, а также применения эффективных средств радиационной защиты. Таким путем шли как в СССР, так и в других странах, осваивающих и развивающих атомные технологии.

Одновременно со строительством и вводом в действие объектов атомной отрасли происходило создание и развитие специализированной системы медицинского обеспечения персонала этих объектов и населения «атомных городов», а также специального санитарно-эпидемиологического надзора.

21 августа 1947 года Правительство СССР приняло постановление о создании Третьего Главного управления при Министерстве здравоохранения СССР (Третьего ГУ при Минздраве СССР), которое в 1992 году было переименовано в Федеральное управление «Медбиоэкстрем» при Министерстве здравоохранения Российской Федерации. С 2004 года оно носит название Федеральное медико-биологическое агентство (ФМБА России). С 2024 года ФМБА России подчиняется Президенту Российской Федерации¹. С момента образования и по настоящее время главной задачей Третьего ГУ при Минздраве СССР (ФМБА России) является разработка научно обоснованных норм и правил радиационной безопасности, организация медицинского обслуживания работников атомной промышленности и санитарно-гигиенического обеспечения. В системе Третьего ГУ при Минздраве СССР были организованы научно-исследовательские институты, медико-санитарные части (МСЧ) и органы государственного санитарно-эпидемиологического надзора. Первым начальником Третьего ГУ в ранге заместителя Министра здравоохранения стал начальник медико-санитарного отдела ПГУ при Совете Министров СССР А.И. Бурназян. Санитарно-эпидемиологические станции (СЭС), которые первоначально входили в состав МСЧ, впоследствии были выделены в самостоятельные учреждения и, к настоящему времени, реорганизованы в Региональные (Межрегиональные) управления и Центры гигиены и эпидемиологии ФМБА России.

Для понимания статуса Третьего ГУ при Минздраве СССР очень важным является замечание Л.А. Ильина в его статье, посвященной памяти А.И. Бурназяна [80]: «Хочу обратить особое внимание на такую деталь, что это управление было не «Минздрава», а «при Минздраве». Дело в том, что де-факто финансирование этого уникального управления осуществлялось отдельной статьёй государственного бюджета, а Минздрав СССР не имел к этому никакого отношения и не владел информацией о его работе».

¹ Указ Президента Российской Федерации от 17.06.2024 № 522 «О Федеральном медико-биологическом агентстве»

В мае 1946 года по инициативе А.И. Бурназяна в СССР на базе биофизического отдела Всесоюзного института экспериментальной медицины (ВИЭМ) была создана Радиационная лаборатория с целью изучения влияния на организм человека радиации и разработки средств лечения и защиты человека от действия радиационного фактора, а также разработка дозиметрических приборов. Значимость радиобиологических исследований потребовала расширения фронта работ. В связи с этим в 1948 году по инициативе И.В. Курчатова Радиационная лаборатория была преобразована в Институт биофизики Минздрава СССР.

Работами учёных Института биофизики Минздрава СССР были заложены основы отечественной радиобиологии и радиотоксикологии, радиационной медицины и дозиметрии человека, радиационной гигиены и радиационной эпидемиологии. Речь идёт о комплексе актуальных проблем радиационной безопасности профессионалов атомной индустрии и энергетики, населения, проживающего в зоне её влияния, а также защиты личного состава различных видов вооружённых сил.

Результатом труда учёных-гигиенистов явились несколько редакций государственных норм радиационной безопасности и основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности, комплекс санитарных норм и правил, гигиенических нормативов, нормативно-методических документов практически по всем направлениям обеспечения радиационной безопасности персонала и населения и по всем объектам атомной отрасли.

По инициативе И.В. Курчатова на секции НТС ПГУ при Совете Министров СССР в мае 1948 года был рассмотрен проект временных норм радиационной безопасности, а в августе того же года Третьим ГУ при Минздраве СССР были утверждены «Общие санитарные нормы и правила по охране здоровья работающих на объектах комбината № 817» (ныне – ПО «Маяк»). Первые нормативы облучения были подготовлены одним из основателей Института биофизики Минздрава СССР заместителем директора Б.М. Исаевым и научными сотрудниками Института У.Я. Маргулисом и Ю.М. Штуккенбергом.

Основные составляющие, определяющие систему обеспечения радиационной безопасности объектов атомной отрасли СССР, формировались на основе опыта, полученного при создании первых ядерных установок. Выстроенная за десятилетия система опирается на следующие составляющие:

- наличие современной и эффективной нормативно-правовой базы (федеральных законов и иных законодательных актов, норм и правил обеспечения безопасности и других документов);
- техническое обеспечение безопасности объектов (качество проектирования, строительства, эксплуатации и снятия с эксплуатации, наличие соответствующих систем контроля, управления и защиты) и наличие комплекса организационно-технических мероприятий по физической защите объектов;
- высокий уровень профессионализма персонала (квалификация, аттестация, допуск к работе, дисциплина, учет человеческого фактора, специальные требования к состоянию здоровья персонала) и культура безопасности.

На основе практического опыта первых лет работы объектов атомной отрасли были разработаны основы радиационной защиты персонала предприятий и выработаны базовые принципы промышленной радиационной гигиены: внедрение

трехзональной планировки рабочих помещений; организация системы санитарно-пропускного режима; обеспечение эффективной вентиляции, а также создание специальных средств индивидуальной защиты работающих.

В основе всей системы обеспечения радиационной безопасности персонала и населения лежат фундаментальные результаты широкомасштабных радиобиологических исследований ученых Института биофизики Минздрава СССР.

2.1.2. Исследования в области радиобиологии как основа радиационной безопасности персонала и населения

Фундаментальные исследования в области радиобиологии служат теоретической базой прикладных разработок в области противорадиационной защиты. В России начало теоретических и экспериментальных исследований в области радиобиологии связано с работами С.В. Гольдберга и Е.С. Лондона, что нашло отражение в их трудах: в 1904 году была опубликована монография С.В. Гольдберга «К учению о физиологическом действии беккерелевых лучей» [81], а в 1911 году – монография Е.С. Лондона «Радий в биологии и медицине» [82].

Следует отметить, что начальный период развития радиобиологии характеризовался работами описательного характера, однако уже тогда было установлено два важнейших факта – торможение клеточного деления, вызываемое ионизирующим излучением и различие в степени выраженности реакции разных клеток на облучение. Суть этого явления состоит в том, что клетки тем более радиочувствительны, чем большая у них способность к размножению и чем менее они дифференцированы [83].

Становление российской радиобиологической науки связано с организацией в 1918 года в Ленинграде, по предложению М.И. Неменова и содействии Наркомпроса в лице А.В. Луначарского, научного центра для всестороннего изучения действия рентгеновских лучей и радия на организм человека, животных и растений. Этот центр тогда назывался Государственным рентгенологическим, радиологическим и раковым институтом [84].

Накопление клинических данных о последствиях воздействия ионизирующего излучения на организм человека, которое имело место в увеличении онкологических заболеваний среди радиологов, и экспериментальных данных по оценке воздействия на клетку живого организма побудили рост числа исследований и сформировали второй этап развития радиобиологии. Этот этап характеризуется массовыми экспериментами с различными биологическими клетками и животными, с количественным отражением результатов на специальных кривых доза-эффект. Целью этих исследований стала попытка связать биологический эффект с дозой излучения. Разработанный в этот период способ анализа результатов радиобиологических экспериментов с помощью кривых доза-эффект остается актуальным и в настоящее время [85].

Одним из важнейших открытий того времени было обнаружение действия ионизирующих излучений на генетический аппарат клетки, сопровождающееся наследственной передачей вновь приобретенных признаков. Впервые эти наблюдения были сделаны выдающимися русскими учеными Г.А. Надсоном и Г.С. Филипповым

в 1925 году в опытах на дрожжах [86]. Работами этих ученых было показано, что под влиянием излучения радия и рентгеновых лучей возникают новые микроорганизмы, названные ими радио- и рентгенорасами. Возникающие расы отличались от родоначальной формы как по своему строению и развитию, так и по жизненным свойствам.

Эти исследования вместе с исследованиями ученых других стран легли в основу концепции безопасного порога, ниже которого не ожидается никаких неблагоприятных эффектов. Количественно, как отмечено выше, было установлено, что таким порогом является доза 1 Зв в год.

Фундаментальные исследования Н.В. Тимофеева-Ресовского, являющегося одним из основоположников современной радиационной генетики и теоретической радиобиологии, выполненные в отделе генетики Института мозга в Берлин-Бухе, в Лаборатории биофизики Института биологии Уральского филиала АН СССР (Свердловск) и в Отделе общей радиобиологии и радиационной генетики НИИ медицинской радиологии АМН СССР, привели к двум крупным обобщениям: биофизической концепции мутационного процесса и применению принципов попадания и мишени в радиобиологии [87, 88].

Радиобиологические исследования в этом направлении оказали существенное влияние на концепцию безопасного порога, уровень которого был снижен до величин, превышающих современный предел дозы профессионального годового облучения приблизительно в десять раз. Эти данные оказали существенное влияние на формирование идеи толерантной дозы, которая составляла 3 мЗв в неделю для излучений с низкой линейной передачей энергии (ЛПЭ).

Новые технологии по добыче и переработке радиоактивных материалов, которые развивались в СССР в ходе «Атомного проекта», требовали разработки и осуществления специальных природоохранных мероприятий, разработки мер по безопасности условий труда, по профилактике профессиональных заболеваний и отравлений среди работников этих предприятий.

Назревала необходимость научного обоснования норм и правил радиационной безопасности, предельных допустимых доз и концентраций различных токсичных веществ, а также изучения ранних специфических признаков и клиники совершенно новых профессиональных заболеваний и отравлений, вызванных радиоактивными веществами.

Интенсивные работы по «Атомному проекту» оказали существенное влияние на развитие советской радиобиологии. Решение этих проблем в рамках 3-го Главного управления при Минздраве СССР (ныне – Федеральное медико-биологическое агентство) осуществляли специальные научно-исследовательские институты, в которых изучалось влияние на организм человека радиации и других физических и химических факторов, а также специализированные медицинские учреждения (медико-санитарные части) – для лечения и реабилитации пострадавших от радиационного и других физических и химических факторов.

Институт биофизики Минздрава СССР стал флагманом отечественной науки в области изучения вопросов воздействия ионизирующего излучения на биологические объекты и человека, в частности. Логика формирования научных направлений в этой комплексной проблеме базировалась на необходимости междисциплинарного подхода к реализации соответствующих научно-исследовательских проектов.

Поэтому в Институте (при тесном сотрудничестве с другими научными и практическими организациями) были развиты исследования в области радиобиологии (на всех уровнях биологической организации, включая радиобиологию человека), радиотоксикологии, патогенеза и клиники лучевой болезни животных и человека; разработки теоретических основ создания и синтеза радиозащитных препаратов, средств профилактики и лечения радиационных поражений; соединений, способствующих ускорению элиминации радионуклидов из организма.

Достижения в этих областях знаний в значительной мере были обусловлены тем фактом, что впервые в мировой практике изначально был осуществлен междисциплинарный подход к разработке новых научных направлений. Это обстоятельство сыграло важную роль в формировании адекватных научно-методических подходов к разработке таких комплексных проектов, как регламентация допустимых уровней воздействия антропогенных факторов на человека и среду его обитания, прогнозирование и оценка радиационно-гигиенической обстановки и т. п.

Широкое международное обсуждение вопросов радиобиологии было проведено в 1955 году на Женевской конференции по мирному использованию атомной энергии. С этого времени начался третий, современный этап развития радиобиологии. Фундаментальные исследования в радиобиологии определили необходимость осуществления регулирующей деятельности при промышленном использовании источников ионизирующего излучения. Научное осмысливание достижений радиобиологии в обеспечении радиационной безопасности нашло отражение в Публикации 1 МКРЗ, вышедшей в 1959 году [6].

В 1962 году в Советском Союзе был учрежден специальный Научный Совет АН СССР по проблемам радиобиологии, координировавший фундаментальные исследования, направленные на решение практических задач, в том числе медицинских. Первым председателем Научного Совета был директор Института биофизики академик АМН СССР А.В. Лебединский. Его исследования, в совокупности с исследованиями академика АМН СССР М.Н. Ливанова и профессора Ю.Г. Григорьева положили основу радиобиологии человека [89].

Большой цикл экспериментально-теоретических работ на уровне отдельных органов, систем и организма в целом позволил впервые сформировать представления о патогенезе лучевой болезни, в основу которых были положены соображения о ведущей роли взаимовлияния различных патогенетических механизмов, возникающих в облученном организме. Следует отметить, что в подавляющем большинстве этих исследований изучалось действие различных видов и источников ионизирующих излучений. Благодаря такому подходу представилось возможным изучить особенности биологического действия гамма- и нейтронного излучения, широкого спектра инкорпорированных и апплицированных радионуклидов. Это, в свою очередь, позволило установить общие закономерности и особенности биологического действия излучений разного качества и специфики их воздействия на животный организм, а также определить роль и значимость отдельных параметров воздействия на формирование биологических эффектов облучения, таких, например, как мощность дозы и поглощенная доза излучения, пространственно-временная характеристика облучения, роль равномерности, неравномерности облучения и т. п. Решение этих задач потребовало концентрации усилий специалистов в области биофизики, биохимии, физиологии, патологической анатомии и др.

Эти обстоятельства способствовали появлению новых лидеров научных знаний о взаимодействии организма и ионизирующего излучения. Эту плеяду имен составили такие ученые, как академик АН СССР Г.М. Франк, академики АМН СССР П.Д. Горизонтов, И.И. Иванов, академик АМН СССР Н.А. Краевский, профессор, заслуженный деятель науки РСФСР И.А. Пигалёв, профессора Б.Н. Тарусов, Ю.И. Москалев, а также академики РАН Л.А. Ильин, Б.Б. Мороз.

Сформированные ими коллективы вели разработки физико-химических (радиационно-химических), молекулярных, генетических и биохимических основ действия ионизирующих излучений, механизмов формирования лучевого поражения и пострadiационного восстановления на уровне организма, органов и систем.

Г.М. Франк сыграл важную роль в становлении и успешном развитии основных направлений радиационных исследований. Он обосновал необходимость академического, фундаментального подхода к решению актуальных радиобиологических и медико-биологических проблем и фактически сформировал новую область научных знаний.

Лидером в разработке морфологических основ патогенеза острой и хронической лучевой болезни, вызванной внешним облучением и инкорпорированными радиоактивными веществами, стал академик АМН СССР Н.А. Краевский. Он и под его руководством сотрудники отдела патологии Института биофизики Минздрава СССР описали основные патологические синдромы острой и хронической лучевой болезни, патологическую морфологию органных проявлений лучевого поражения и канцерогенное действие внешних и инкорпорированных источников ионизирующего излучения. Важнейшее значение для радиобиологии имеет установление Н.А. Краевским сходства патоморфологической картины лучевого поражения человека и животных, доказывающее правомочность его экспериментального моделирования. Установлено также, что при облучении головы изменения возникают в тех же топографических областях мозга, что и при общем облучении, но в ранние сроки они более выражены. В специальных модельных экспериментах были показаны изменения субклеточных структур, прослежена зависимость патологического процесса от распределения радионуклидов, т. е. от поглощенной тканевой дозы. Было изучено состояние обменных процессов в тканях, особенности развития воспаления, течения физиологической и репаративной регенерации при облучении.

Нарушения функции органов и систем при острой и хронической лучевой болезни, изменения коронарного кровообращения и чувствительности сердца к фармакологическим препаратам при острой лучевой болезни были исследованы академиком РАН Б.Б. Морозом и сотрудниками его лаборатории. Было установлено, что после внешнего воздействия ионизирующего излучения нарушается взаимодействие кортикостероидов с белками плазмы крови, и экспериментально обосновано представление о роли гиперкортицизма в патогенезе острой лучевой болезни; показана роль эндогенных глюкокортикоидов в регуляции процессов миграции и рециркуляции стволовых кроветворных клеток. На основе результатов исследования механизмов поражений клетки при воздействии ионизирующих излучений была разработана методология клеточной терапии местных лучевых поражений с целью обоснования путей использования клеточных технологий для восстановления пораженных тканей. Также были разработаны методы применения мезенхимальных стволовых клеток костного мозга и жировой ткани для стимуляции репаративных процессов при тяжелых местных лучевых поражениях.

Большой научный вклад в развитие радиационной медицины в области патологической физиологии поражений, вызванных инкорпорированными радионуклидами, внес профессор, заслуженный деятель науки РСФСР И.А. Пигалёв. Он и сотрудники возглавляемой им лаборатории патофизиологии Института биофизики Минздрава СССР внесли значительный вклад в изучение особенностей изменений органов и систем при действии различных радионуклидов. В его работе «Клиника поражений радиоактивными веществами и вопросы патогенеза» [90] была впервые детально описана клиническая картина острой и хронической лучевой болезни у экспериментальных животных, возникающей под влиянием инкорпорированных радионуклидов (^{210}Po и ^{90}Sr). Им обнаружены нарушения деятельности сердечно-сосудистой системы при поражении ^{210}Po . Подробно исследована функция почек при действии на организм различных радиоактивных веществ, что позволило оценить значение непосредственного воздействия и общих расстройств в механизме поражения почек.

Проблема инкорпорированных радионуклидов и оценка их биологических эффектов получила развитие в лаборатории радиотоксикологии Института биофизики МЗ СССР, возглавляемой профессором Ю.И. Москалевым, который совместно с сотрудниками своей лаборатории исследовал закономерности биологического действия радионуклидов в широком диапазоне доз – от малых, близких к естественному фону, до абсолютно летальных, – на разных видах животных, при разных способах введения радионуклидов. Эти исследования по оценке относительной биологической эффективности и риску развития отдаленной патологии в зависимости от дозы облучения и мощности дозы легли в основу разработки принципов гигиенического нормирования и норм радиационной безопасности (НРБ). Систематизация научных исследований по биологическому действию в практическом отношении и опасных для здоровья равномерно распределяющихся по организму радионуклидов (^{137}Cs , ^{14}C , ^3H , ^{210}Po), а также нуклидов с органным типом распределения ($^{238,239}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{244}Cm , ^{252}Cf , $^{89,90}\text{Sr}$, ^{106}Ru , ^{238}U , $^{224,226}\text{Ra}$, ^{131}I) приведена в монографии В.С. Калистратовой [91].

Создателем и активным участником становления новой специальной области радиобиологии, получившей название нейрорадиобиология, возникшей в ходе изучения поражающего действия ионизирующего излучения на ЦНС и периферическую нервную систему является академик АН СССР М.Н. Ливанов. Он с сотрудниками возглавляемой им лаборатории Института биофизики Минздрава СССР и в дальнейшем Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии АН СССР исследовали воздействия ионизирующих излучений на биоэлектрические процессы мозга. М.Н. Ливанов впервые применил функциональный подход. Методом анализа электроэнцефалографических кривых реактивности им и его коллегами проводилась оценка функционального состояния коры головного мозга до облучения и после него. Выяснилось, что показатели ЭЭГ в этих двух случаях резко различались. Таким образом, М.Н. Ливановым впервые в мире была показана высокая функциональная радиочувствительность ЦНС.

В результате этих исследований была предложена стройная гипотеза формирования функциональных нарушений в ЦНС под действием ионизирующих излучений и роли этих нарушений в развитии лучевой болезни. Позднее на основании исследования эффектов ионизирующих излучений в малых дозах М.Н. Ливанов одним из первых пришел к выводу о беспороговости этих воздействий и о кумулятивном эффекте многократных облучений.

Эти работы в области нейрорадиобиологии существенно дополняют исследования, выполненные академиком АМН СССР А.В. Лебединским и его сотрудниками, которые были посвящены оценке функционального состояния различных уровней вегетативной регуляции (гипоталамус, средний мозг, мозжечок, гипофиз-адреналовая система), проницаемости сосудистой стенки и трофики тканей. Им сформулировано представление о нарушении адаптационных возможностей облученного организма, определены условия и механизмы воздействия ионизирующих излучений в качестве раздражителя рецепторных образований. Весьма важной в формировании основ радиационной безопасности стала его публикация о понятии «малые дозы», а также монография «Влияние ионизирующей радиации на организм животного и человека» (1957) [89]. Фундаментальные исследования влияния ионизирующей радиации на сердечно-сосудистую и нервную системы организма позволили А.В. Лебединскому сформулировать общую концепцию о воздействии ионизирующей радиации на живой организм и, в частности, об особенностях действия малых доз.

Большая работа по изучению изменений в различных видах обмена веществ при действии ионизирующих излучений на организм выполнена академиком АМН СССР И.И. Ивановым и его сотрудниками в возглавляемой им лаборатории биохимии Института биофизики МЗ СССР. Он, изучив характера выявляемых радиационно-индуцируемых изменений, сформулировал гипотезу о радиационном нарушении состояния и реализации генетической информации, хранящейся в ДНК, как основе развития лучевой патологии органов, систем живого организма.

Исследования кинетических закономерностей протекающих физико-химических процессов радиационного окисления структурных липидов клетки были положены в основу биофизики клетки. Эти исследования были выполнены в лаборатории биофизики Института биофизики Минздрава СССР профессором Б.Н. Тарусовым, руководившим этой лабораторией, и которые он продолжил на организованной им на биологическом факультете МГУ первой в СССР кафедре биофизики. Б.Н. Тарусов и его сотрудники исследовали первичные механизмы биологического действия ионизирующей радиации. Основываясь на теории цепных реакций, созданной академиком Н.Н. Семеновым, установили, что цепные реакции в липидах мембран нарушают нормальную жизнедеятельность клеток. Эти реакции, а также инактивация ими естественных антиоксидантов продуктами радиационно-химических реакций могут играть существенную роль в развитии лучевого поражения.

Основоположником теории патогенеза лучевой болезни, основанной на анализе взаимовлияния одновременно действующих различных патогенетических механизмов, является академик АМН СССР П.Д. Горизонтов. Он, будучи заведующим сектором экспериментальной и клинической терапии радиационных поражений Института биофизики Минздрава СССР, а в последующем и директором института, с сотрудниками возглавляемого им коллектива исследовал проблему токсемии, роль опосредованных реакций, механизмы изменений в системе крови, что позволило заложить основы поиска средств профилактики и терапии лучевой болезни в эксперименте. П.Д. Горизонтов обосновал различие между понятиями «радиочувствительность» и «радиопоражаемость», обобщил материалы по механизму желудочно-кишечного синдрома при радиационных поражениях. Эти работы позволили ему стать основоположником советской школы патофизиологов-радиобиологов.

Обширный объем патофизиологических исследований, выполненных под руководством академика П.Д. Горизонтова, позволил сформировать три крупных направления радиобиологических исследований: разработка патогенеза острой лучевой болезни; проблема поражения и восстановления кроветворных тканей; разработка способов профилактики и терапии острой лучевой болезни. Результаты этой работы представлены в монографиях [93-96].

Проведенный комплекс радиобиологических исследований с привлечением различных видов животных, включая приматов, позволил изучить и описать различные виды радиационной патологии в рамках острых, подострых, хронических и отдаленных эффектов. Эти исследования позволили выделить церебральный, желудочно-кишечный и кроветворный синдромы, обозначить в качестве субнозологической формы (с учетом клинических данных) хроническую лучевую болезнь, количественно описать отдаленные эффекты в виде онкопатологии у облученных особей, тератогенные эффекты и генетические дефекты, по крайней мере, у двух последовательных поколений облученных животных.

Фундаментальные клинические исследования патогенеза лучевых поражений, разработка классификации лучевой болезни человека и ее терапии были выполнены член-корреспондентом РАН А.К. Гуськовой и профессором Г.Д. Байсоголовым [97]. Эти исследования стали возможными благодаря созданию специализированной клиники для лечения лучевой патологии. Приказом Министерства здравоохранения СССР от 17.09.1951 был создан Клинический отдел радиационной медицины в составе Института биофизики Минздрава СССР и с 1960 года — Клинической больницы № 6. Основателем клиники и первым ее руководителем был назначен член-корр. АМН СССР Н.А. Куршаков (1951—1964 годы).

Первые больные, подвергшиеся воздействию больших доз ионизирующего излучения, поступили в сентябре 1953 года из Института атомной энергии им. И. В. Курчатова; из ФЭИ (г. Обнинск) — 11 марта 1954 года.

Чернобыльская катастрофа — особая страница в истории Института биофизики Минздрава СССР и Клинической больницы № 6 Третьего Главного управления. Начиная с первых часов после катастрофы, ученые, врачи, специалисты аварийных бригад прибыли в Чернобыль и организовали сортировку и эвакуацию наиболее тяжело пострадавших в Клиническую больницу № 6, где под методическим руководством и непосредственным участии коллектива клинического отдела Института биофизики Минздрава СССР, пострадавшим была оказана высококвалифицированная медицинская помощь и выполнен необходимый объем сложных исследований по оценке дозы облучения пострадавших.

Накопленные материалы экспериментальных исследований в сочетании с уникальным клиническим опытом позволили разработать многие фундаментальные проблемы клиники радиационных поражений человека, таких как установление роли мощности дозы и ее распределения в объеме тела (что необходимо для определения значимости особенностей проявления некоторых форм лучевой болезни), установление диапазона доз, при которых возможна трансплантация костного мозга; описание особенностей радиационной патологии при инкорпорации различных радионуклидов, особенно плутония.

В результате исследований, выполненных в клинике Института биофизики Минздрава СССР и клинического отдела филиала № 1 (в настоящее время Южно-Уральский институт биофизики ФМБА России), была разработана и апробирована схема лечения острой лучевой болезни и местных лучевых поражений, эффективность которой была подтверждена при лечении пострадавших в результате аварии на ЧАЭС.

Уникальный научный материал и полученные знания в сочетании с мировыми и отечественными достижениями позволили целенаправленно, на солидной научной основе разрабатывать лекарственные методы и средства профилактики и лечения радиационных поражений. Результаты этих исследований отражены в научных трудах [98-102].

Многолетние исследования этой сложнейшей проблемы как у нас в стране, так и за рубежом сопровождались многочисленными неудачами и разочарованиями. Были изучены многие тысячи потенциально радиозащитных соединений и множество средств (препаратов) для лечения острой лучевой болезни. Под руководством академика РАН Л.А. Ильина был разработан большой спектр фармацевтических препаратов для защиты от воздействия ионизирующего излучения.

В отечественную практику в качестве табельных средств внедрены: препараты стабильного йода (KI) для защиты организма (щитовидной железы). Также был выполнен большой цикл работ по поиску эффективных препаратов и средств для борьбы с радиоактивной контаминацией организма, завершившийся созданием и внедрением в практику целой серии селективно действующих соединений, таких, например, как ферроцин, адсобар и альгисорб, пентацин (плутоний, редкоземельные элементы), тримефацин (уран и бериллий) и др. [103].

В 1972 профессор Н.Н. Суворов синтезировал в качестве потенциального радиопротектора химическое соединение, получившее название индралин [104]. В опытах на животных, включая собак и обезьян, при гамма- и гамма-нейтронном облучении индралин оказался малотоксичным средством, обладающим выраженными радиопротекторными свойствами. Л.А. Ильин возглавил в качестве научного руководителя широкомасштабные и многостадийные работы по созданию на базе индралина нового радиопротектора, в которых участвовало около 100 ученых и специалистов.

Эти исследования завершились принятием МЗ СССР в качестве радиопротектора для внутримышечного введения (1975) препарата, получившего название «Б-190». В последующем была разработана и принята для клинического применения и его таблеточная форма (1984). Препарат Б-190 в качестве табельного радиопротекторного средства получил широкую известность и был принят для использования в соответствующих организациях МЗ СССР/РФ и на объектах Министерства обороны, ВМФ, ВВС, МЧС, Росатома.

Для дезактивации кожных покровов и борьбы с радиоактивным загрязнением ран и ожогов созданы совместно с Ленинградским НИИ радиационной гигиены (ЛНИИРГ) препарат «Защита», паста 11Б и др. [91].

Под научным руководством Л.А. Ильина еще в 1967 году были разработаны инструктивно-методические документы, регламентирующие проведение йодной профилактики в случае аварии на ядерном реакторе, которые в 1970 году были утверждены в виде временных методических указаний [105]. Эти разработки в 1986

году явились методической основой для проведения йодной профилактики после аварии на Чернобыльской АЭС. С учетом опыта аварии на Чернобыльской АЭС некоторые элементы йодной профилактики были усовершенствованы и в 2010 году были утверждены в виде Методических рекомендаций и Руководства [106-107]. Эти документы были использованы при планировании защитных мероприятий в случае выпадения на территории России радиоактивных изотопов йода в результате радиационной аварии на АЭС «Фукусима-1».

Разработанные в Институте биофизики в 1950-1970-х годах под руководством профессора С.М. Городинского [108] средства индивидуальной защиты от радиоактивных веществ и ионизирующих излучений позволили коренным образом снизить радиационное воздействие на персонал атомной отрасли и практически исключить случаи профессиональных заболеваний радиационной этиологии. Пневмокостюмы, дезактивируемая спецодежда из хлопчатобумажных и полиэфирных тканей, дезактивируемая спецобувь из новых синтетических материалов, защитные перчатки, щитки для защиты глаз и лица от бета-излучения, дополнительная спецодежда из легко дезактивируемого поливинилхлоридного пластика, шланговые средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожных покровов – таков далеко неполный перечень СИЗ, внедренных в массовое производство. Малые партии отдельных СИЗ выпускали Экспериментально-производственные мастерские Института биофизики.

Особо нужно отметить разработку, удостоенную Ленинской премии – лёгкие противоаэрозольные респираторы ШБ-1 «Лепесток». В их конструкции главную роль играет изобретенный академиком И.В. Петряновым эффективный фильтрующий материал ФП. В обозначении респиратора увековечены имена его создателей: С.Н. Шатского (Институт биофизики Минздрава СССР) и П.И. Басманова (НИФХИ им. Л.Я. Карпова) [109].

Следует подчеркнуть, что все разработанные СИЗ внедрялись на предприятиях атомной отрасли системно в комплексе с научно-обоснованными рекомендациями по их эксплуатации и дезактивации [110]

Отмечая значимость радиобиологических исследований, следует отметить их большой вклад в формирование современной философии радиационной безопасности. Эти исследования позволили развить представление о детерминированных эффектах и ввести новый термин для их обозначения – тканевые реакции. Это понятие в настоящее время широко используется в публикациях МКРЗ. Проведенные исследования позволили обосновать необходимость пересмотра ряда тканевых эффектов и отнести их к тканевым реакциям, у которых нет порога. Данные об отдаленных эффектах воздействия ионизирующего излучения на организм человека определили необходимость отнесения к стохастическим эффектам ряда нераковых заболеваний, например, заболеваний сердечно-сосудистой и иммунной систем и т. д.

Особенности реагирования организма мужчины и женщины на облучение являются основанием для отдельной оценки радиационного риска для мужчин и женщин с учетом возраста при облучении для большого числа органов/тканей и видов рака. Полученные данные об изменениях на уровне генома достаточно убедительно указывают на необходимость в будущем существенно изменить методологию радиационной защиты персонала и населения путем учета индивидуальных особенностей человека.

2.1.3. Создание и развитие приборно-методической базы радиационного контроля и мер радиационной защиты персонала

Основой материалов о создании и развитии приборно-методической базы радиационного контроля послужила статья непосредственного участника этих работ У.Я. Маргулиса [111]

На первых этапах создания атомной промышленности в проблеме обеспечения радиационной безопасности наиболее важным звеном являлось создание в кратчайшие сроки методов и средств для оценки радиационной обстановки и радиационного воздействия на персонал, поскольку пуск атомных объектов был немислим без наличия надежной системы радиационного контроля.

Эта задача в значительной степени была новой. В науке и технике не имелось готовых решений, а опыт работы прежних лет по радиевой и рентгеновской дозиметрии был совершенно недостаточен. Следует отметить, что в то время были известны только принципы работы ионизационных камер и газоразрядных счетчиков. Единственным дозиметром, который был предназначен для измерения прямого пучка рентгеновского излучения был дозиметр ГРИ.

Наряду со старыми задачами дозиметрии рентгеновских и гамма-лучей, стали актуальными такие задачи, как дозиметрия бета-излучения, потоков нейтронов различных энергий, определение уровня радиоактивного загрязнения рабочих поверхностей, спецодежды и кожных покровов, измерение концентрации радиоактивных веществ в воздухе, воде, определение их содержания в организме и т. д.

Небольшой коллектив вновь созданной Радиационной лаборатории за очень короткий срок (2-2,5 года) решил эту первоочередную и чрезвычайно важную задачу. К моменту пуска первых атомных объектов был создан комплекс приборов, обеспечивающих самые необходимые задачи практической дозиметрии.

Первоочередное внимание было уделено созданию методов индивидуального контроля, поскольку уже на первых этапах развития атомных технологий стало очевидным, что одной из основных характеристик условий труда в лабораторных и производственных помещениях является величина суммарной дозы излучения, полученной каждым работником за определенный промежуток времени (рабочий день, неделя, месяц и т. д.). Данные индивидуального дозиметрического контроля необходимы также для установления связи между состоянием здоровья работника и степенью радиационного воздействия. Поэтому серьезное внимание было сосредоточено на разработке достаточно простых и портативных дозиметров, которые можно было бы крепить на рабочей одежде.

Эти работы велись в двух направлениях: на основе метода индивидуального фотографического контроля (метод ИФК) и метода индивидуального контроля при помощи конденсационных ионизационных камер (метод ИДК¹).

В основу метода ИФК была положена существующая в определенном интервале линейная зависимость между почернением рентгеновской пленки и количеством падающего излучения. В процессе создания метода были проведены широкие исследования чувствительности фотоэмульсий от энергии и интенсивности падающего излучения. Была разработана конструкция кассеты индивидуального пленочного дозиметра, а также метод градуировки.

¹ В настоящее время под аббревиатурой ИДК понимают индивидуальный дозиметрический контроль с использованием различных детекторов

Существенное значение для повышения точности ИФК имел предложенный Маргулисом У.Я. метод сглаживания хода с жесткостью, которой обладает фотоэмульсия в области энергии фотонов 100-150 кэВ, путем использования компенсирующих фильтров из свинца (или кадмия) и алюминия. Следует отметить, что этот принцип сглаживания чувствительности фотоэмульсии от энергии фотонов, предложенный и осуществленный практически одновременно и независимо от американских ученых (Deal, Robertson), сейчас широко используется в дозиметрии.

В 1948 году экспериментальными мастерскими ВИЭМа был начат выпуск комплектов ИФК. Метод ИФК до начала восьмидесятых годов оставался одним из основных и наиболее широко применяемых методов индивидуальной дозиметрии.

В 1963 году фотографический метод индивидуального дозиметрического контроля был модернизирован и расширены его возможности – метод ИФКУ (А.Д. Туркин, И.С. Егорова, Ф.К. Левочкин, И.В. Левин, Ю.Я. Соколов).

Для проведения дозиметрических исследований при первом испытании атомной бомбы использовался метод ИФК, что позволило осуществить регистрацию экспозиционной дозы гамма-излучения от единиц до тысяч рентген. Работы на полигоне по измерению поля гамма-излучения были выполнены В.П. Крыловым.

Одновременно с разработкой метода ИФК в 1946 году была начата разработка метода индивидуального дозиметрического контроля при помощи конденсаторных наперстковых ионизационных камер (метод ИДК). При создании метода ИДК (Б.М. Исаевым, Ю.М. Штуккенбергом) был решен ряд принципиальных вопросов, связанных с выбором материала стенок камер, не имеющего хода с жесткостью, разработкой конструкции камеры, позволяющей измерять дозы в заданном диапазоне, и метода измерения электрического заряда камеры. Диапазон измерения камер 0,02-1,0 Р. Первая промышленная партия комплекта ИДК была выпущена в 1948 году экспериментальными мастерскими ВИЭМа.

Следующим этапом в совершенствовании метода ИДК и расширения диапазона измеряемых доз явилось создание комплекта КИД-4 в 1955-56 годах (Ю.М. Штуккенберг, К.С. Калугин, Л.В. Воробьева). Был разработан новый принцип работы и конструкция ионизационных камер и зарядно-измерительного устройства. В результате удалось избавиться от двух основных недостатков прежних приборов ИДК: утечка электрического заряда и, следовательно, невозможность использовать камеры длительное время (несколько суток, неделя), а также малый диапазон измеряемых доз. Диапазон измерений доз в методе ИДК-4 – 0,025-50 Р (0,25-500 мЗв).

В ряде случаев, в частности, в условиях радиационной аварии, важно в процессе работы иметь данные о значении полученной дозы. Для этой цели были разработаны и внедрены в промышленность несколько типов карманных прямопоказывающих дозиметров типа ДК-0,2, ДК-0,5, ДК-50, рассчитанных на измерение дозы в диапазонах до 0,2, 0,5 и 50 Р (2, 5, 500 мЗв), соответственно (Ю.М. Штуккенберг, В.Е. Бусыгин, М.И. Амирагова).

Существенным этапом в развитии индивидуальной дозиметрии явился, начатый в 1950 году под руководством И.Б. Кеирим-Маркуса цикл работ по изучению дозиметрических характеристик датчиков, в которых используется явление люминесценции. Так, использование вспышечных фосфоров (И.Б. Кеирим-Маркус, М.С. Порошина), а в дальнейшем термолюминесцентных стекол (И.Б. Кеирим-Маркус, И.А. Бочвар, Т.И. Гимадова) для индивидуальной дозиметрии позволил

значительно расширить диапазон измеряемых доз (от десятых долей до десятков тысяч рентген) повысить точность, обеспечить практически неограниченное хранение информации о накопленной дозе, а также решить проблему индивидуальной дозиметрии тепловых нейтронов (метод ИФКН).

Важной вехой явилось создание комплекса аварийных индивидуальных дозиметров, усовершенствование средств и методов твердотельной дозиметрии (И.Б. Кеирим-Маркус, С.Н. Крайтор).

Наряду с развитием методов индивидуальной дозиметрии в Институте биофизики Минздрава СССР была создана серия гамма-рентгенметров, необходимых для оперативного контроля радиационной обстановки.

В 1947-49 годах был разработан первый в Советском Союзе образец переносного дозиметра, позволяющий измерять мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в диапазоне 1-5000 мкР/с (0,01-50 мкЗв/с). На основе лабораторного образца прибора была создана промышленная модель дозиметра и налажен его массовый выпуск (дозиметр типа «Мак»).

В то же время был разработан прибор стационарного типа «ДИГД», позволяющий измерять не только мощность, но и суммарную дозу гамма-излучения, накопленную за определенное время. Прибор имел сигнальное устройство, срабатывающее при достижении заданной дозы, датчиком прибора являлась ионизационная камера.

Следует отметить, что в первые годы создания атомной промышленности «ДИГД» и «МАК» являлись основными широко используемыми приборами контроля уровня гамма-излучения в рабочих помещениях (А.В. Бибергаль, Б.М. Исаев, К.С. Калугин, В.Г. Хрущев).

С течением времени совершенствовались технологические процессы на атомных заводах и были значительно улучшены радиационная обстановка и условия труда. Кроме того, были снижены и предельно допустимые дозы внешнего облучения. В силу этого были повышены требования к чувствительности дозиметрической аппаратуры. Одним из первых переносных приборов, предназначенных для измерения низких мощностей доз, был дозиметр контроля защиты (ДКЗ), разработанный в 1950-52 годах (Б.М. Исаев, К.С. Калугин). Датчик прибора – ионизационная камера объемом 1000 см³. Диапазон измерения 1-50 мкР/с (0,01-0,5 мкЗв/с). Массовый выпуск прибора был налажен в Экспериментально-производственных мастерских Института биофизики Минздрава СССР.

На смену ДКЗ в 1959 году пришел разработанный в Институте биофизики Минздрава СССР портативный и стабильно работающий карманный радиометр РК-01 для регистрации мощности дозы гамма-излучения в диапазоне 0,1-1000 мкР/с (0,001-10 мкЗв/с) (В.В. Маркелов). Датчиком прибора являются малогабаритные галогенные счетчики, радиотехническая схема была выполнена на полупроводниках.

Массовый выпуск РК-01 был налажен в экспериментальных мастерских Института. Прибор РК-01 до последнего времени широко применялся дозиметрическими службами предприятий для оперативного контроля радиационной обстановки.

Заслуживают внимания разработанные в пятидесятые годы два типа портативных индивидуально-групповых дозиметров, которые сигнализируют о накопленной дозе (И.Б. Кеирим-Маркус, Л.Н. Успенский). Опытная партия приборов выпущена Экспериментально-производственными мастерскими Института биофизики Минздрава СССР.

Такого типа приборы нашли применение при выполнении ремонтных и аварийно-спасательных работ в высоких полях излучения, когда важно регламентировать дозу облучения персонала за короткий промежуток времени.

Начавшееся в 1949-50 годах широкое использование радиоактивного кобальта для гамма-терапии злокачественных образований и широкое развитие радиобиологических экспериментов потребовало разработки дозиметра для медицинских и радиобиологических целей. Дозиметр РИП, разработанный в 1950 году, был первым дозиметром универсального назначения, позволяющего регистрировать как мощность дозы, так и суммарную дозу, создаваемую за определенный промежуток времени (Б.М. Исаев, А.П. Кронгауз, С.А. Титов). Дозиметр был снабжен комплектом ионизационных камер объемом от 1 до 1000 см³, что позволяло измерять мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в диапазоне 5 мкР/с – 15000 Р/мин (0,05 мкЗв/с-150 Зв/мин) [111]. Несколько сот экземпляров РИП было изготовлено экспериментальными мастерскими Института биофизики Минздрава СССР и разосланы в медицинские учреждения страны.

В приборах для измерения загрязненности поверхностей радиоактивными веществами в качестве датчиков были применены газоразрядные счетчики. Однако к началу работ в этом направлении (1947 год) еще не был налажен в стране выпуск газоразрядных счетчиков и отсутствовал опыт их использования для целей дозиметрии. Поэтому для решения этой задачи были проведены широкие исследования характеристики счетчиков с различным газовым наполнением при различных нагрузках в параметрах схемы гашения разряда (А.В. Бибергаль, Б.М. Исаев, В.Г. Хрущев). В результате этих исследований был создан оригинальный многонитный плоский пропорциональный счетчик с рабочей поверхностью 150 см² для контроля уровня загрязненности поверхностей альфа-активными веществами (А.В. Бибергаль).

На базе многонитного плоского пропорционального счетчика в 1948 году был создан прибор «СИМОД», который имел датчики для измерения загрязнения поверхностей альфа- и бета-активными веществами, а также датчик с устройством для сигнализации о превышении мощности дозы гамма-излучения в диапазоне 0,1-20 мкР/с (0,001-0,2 мкЗв/с) (А.В. Бибергаль, Б.М. Исаев, К.С. Калугин).

Для контроля загрязненности тела и одежды радиоактивными веществами была сконструирована установка «АРКА». Выпуск первой промышленной партии приборов «СИМОД», «АРКА» и счетчиков для датчиков был осуществлен экспериментальными мастерскими ВИПа.

Одной из сложных проблем дозиметрии является контроль содержания в воздухе радиоактивных веществ, поскольку их предельно допустимые концентрации очень малы. В результате необходимо прибегать к различным методам концентрирования радиоактивных веществ из больших объемов.

Создание под руководством академика И.В. Петрянова специальных фильтрующих материалов, обладающих высоким коэффициентом задержки радиоактивных аэрозолей, позволило решить вопрос измерения концентрации радиоактивных аэрозолей в воздухе, путем прокачивания через фильтры из ткани Петрянова больших объемов воздуха с последующим определением активности радиоактивных веществ, осажденных на фильтре.

Значительно сложнее обстояло дело с определением концентрации радиоактивных газов (в частности, инертных), которые фильтрами не задерживаются. На первых порах для этих целей пытались использовать большие (объемом до 70 л) ионизационные камеры. Однако не удавалось достичь необходимой точности и чувствительности. В этой связи большой интерес представляли исследования В.В. Бочкарева и Ю.С. Фролова (1948 год), которые теоретически обосновали и разработали метод измерения концентрации радиоактивных газов при помощи газоразрядного счетчика, помещенного в замкнутый объем. Этот метод был впоследствии усовершенствован А.Д. Туркиным (1957 год), в результате был создан прибор с малыми габаритами и весом, простой и надежный в работе, который нашел широкое практическое применение. Этот прибор состоит из легкой складной герметичной камеры для забора воздуха, внутри которой помещен торцовый счетчик. Нижний предел измерения концентрации бета-активных газов (по аргону, криптону и ксенону) порядка 5×10^5 Ки/л.

Позднее в 1961 году под руководством А.Д. Туркина был разработан новый метод измерения и анализа состава радиоактивных газов при помощи сферических ионизационных камер и создан прибор РАГ.

На первых этапах разработки дозиметрической аппаратуры, в качестве датчиков использовались ионизационные камеры или газоразрядные счетчики, которые характеризуются простотой устройства и надежностью в работе. Вместе с тем в связи с расширением задач дозиметрии (измерение загрязненности одежды, тела, поверхностей, непрерывный контроль радиоактивности воды и воздуха и т. д.), а также необходимостью повышения чувствительности приборов, попытки использовать ионизационные камеры и счетчики в виде датчиков приводят к значительным усложнениям, а иногда наталкиваются на непреодолимые трудности, в то время как использование датчиков, основанных на других принципах регистрации излучения, приводит к простым и эффективным решениям. Поэтому, начиная с 1952 года, серьезное внимание было обращено на изучение дозиметрических характеристик сцинтилляционных датчиков, что позволило решить почти все задачи дозиметрии и, более того, совместить большое число функций в одном приборе. Примером этому может служить разработанный в 1954 году универсальный сцинтилляционный радиометр РУС (И.Б. Кеирим-Маркус, Л.Н. Успенский, В.В. Маркелов).

При помощи прибора можно производить измерение мощности дозы гамма-излучения, начиная от уровня естественного фона, контролировать загрязненность поверхностей альфа- и бета-активными веществами в присутствии гамма-фона, а также регистрировать потоки и дозу нейтронов в широком диапазоне энергий.

Для измерения дозы нейтронов были использованы сферические замедлители из тканезквивалентного материала по нейтронам. Прибор РУС явился первым нейтронным дозиметром у нас в стране. При помощи этого прибора впервые было показано, что за защитой реакторов промежуточные нейтроны вносят существенный вклад в создаваемую дозу. Это послужило основанием для усиления защиты, в результате чего удалось снизить лучевые нагрузки в обслуживаемых помещениях транспортных ядерно-энергетических установок.

В период строительства и пуска первых атомных предприятий, наряду с разработкой методов и приборов дозиметрического контроля, была проведена большая организационно-методическая работа по обеспечению безопасности персонала.

В частности, были подготовлены положения о дозиметрических службах, сформированы и обучены кадры дозиметристов. Совместно с дозиметрическими службами было проведено детальное исследование радиационной обстановки, что позволило оценить качество защитных устройств, выявить наиболее радиационно-опасные операции, установить содержание радиоактивных веществ, как в рабочих помещениях, так и в окружающей среде, было проведено изучение движения радиоактивных веществ по технологическим цепочкам и коммуникациям. Эти исследования послужили основой для разработки рекомендаций по улучшению условий труда и обоснованию объема радиационного контроля (Н.Г. Гусев, С.М. Городинский, Б.М. Исаев, А.Н. Марей, Г.М. Пархоменко, Н.Ю. Тарасенко, У.Я. Маргулис, Ю.М. Штуккенберг).

Следует отметить еще одну проблему. После пуска первого радиохимического завода (завода Б ПО «Маяк») было обнаружено, что происходит довольно интенсивное радиоактивное загрязнение воздуха рабочих помещений открытых поверхностей в цехах, спецодежды и кожных покровов персонала. Это было обусловлено конструктивными недостатками ряда узлов установок, что приводило к протечкам радиоактивных веществ. Для обеспечения безопасности и устранения проблем, обусловленных указанным радиационным фактором, необходимо было принимать срочные меры. Н.Ю. Тарасенко непосредственно на объекте провела эксперименты по подбору моющих и дезактивирующих средств. Была ужесточена система санитарно-пропускного режима и контроль уровня радиоактивного загрязнения спецодежды и кожных покровов. Однако при разработке мероприятий по обеспечению радиационной безопасности на заводе Б возник ещё ряд трудностей, связанных с тем, что были не известны предельно-допустимые уровни загрязнения воздуха, воды, рабочих поверхностей и кожи продуктами деления урана, т. е. возникла необходимость разработки соответствующих нормативов.

Инициатором этих работ был И.В. Курчатов. В начале 1949 года он лично поставил задачу и дал необходимую информацию о свойствах продуктов деления урана, которая в то время была крайне секретной. При этом он постоянно следил за выполнением работы, обсуждал результаты, торопил с завершением. За короткий срок были рассчитаны допустимые уровни содержания урана, радия, плутония, стронция и смесей продуктов деления в воде, воздухе, а также в организме человека. Это позволило оценить радиационную опасность загрязнения открытых поверхностей, рук и спецодежды персонала радиоактивными веществами и установить соответствующие допустимые уровни. Эти первые в стране нормативы, базирующиеся, хотя и на ограниченных экспериментальных радиобиологических данных, послужили основой для разработки мероприятий по улучшению условий труда на объектах ПО «Маяк».

За исходное положение при регламентации допустимых уровней радиоактивного загрязнения в то время было принято, что загрязненная поверхность является потенциальным источником внутреннего облучения за счет наличия определенной вероятности попадания радиоактивных веществ в организм пероральным путем по цепочке: загрязненная поверхность – руки – желудочно-кишечный тракт.

Допустимый уровень радиоактивного загрязнения поверхности рассчитывали, исходя из предположений, что при ежедневном поступлении радионуклида внутрь организма с загрязненных поверхностей или рук, его содержание в критическом

органе к концу трудовой деятельности, т. е. через 30 лет, не должно превысить предельно допустимое содержание (ПДС). Ежедневное поступление для этих граничных условий определяли из уравнения баланса активности радионуклида в организме с использованием известных в то время данных о коэффициентах ре-сорбции радионуклидов из желудочно-кишечного тракта в критический орган, эффективном периоде полувыведения и других радиобиологических константах.

Накопленный опыт работы с радиоактивными веществами позволил разработать концепцию нормирования уровней радиоактивного загрязнения поверхностей как источника внутреннего облучения персонала. При этом ведущую роль играет не пероральное, как считалось ранее, а ингаляционное поступление в результате перехода радиоактивных веществ с загрязненных поверхностей в воздух рабочих помещений.

Существенную роль в разработке современных концепций нормирования радиоактивного загрязнения кожи сыграли работы, выполненные под руководством Л.А. Ильина о механизмах действия радиоактивных веществ на кожу и закономерностях их поведения и Д.П. Осанова по разработке дозиметрических моделей облучения кожи и методов расчета уровня облучения кожных покровов.

Следует отметить, что в 50-е годы существенную роль сыграли работы Н.Г. Гусева по обоснованию и расчету предельно допустимых уровней при внешнем облучении и попадании отдельных радионуклидов и их смесей в организм.

Таким образом, исходя из практических задач обеспечения радиационной безопасности на первых этапах становления атомной промышленности, усилия Института биофизики Минздрава СССР были сосредоточены на создании методов и средств радиационного контроля, а также на решении основных вопросов нормирования радиационных факторов на основе очень скудных в то время данных о поведении радиоактивных продуктов в организме и их биологическом действии.

После создания в 1953 году Союзного научно-исследовательского института приборостроения (СНИИП), который стал головной организацией в отрасли по разработке и созданию средств радиационного контроля, усилия Института биофизики Минздрава СССР стали сосредотачиваться на решении более фундаментальных проблем радиационной безопасности. Имеется в виду разработка методов прогнозирования радиационной обстановки и методов оценок лучевых нагрузок, обосновании объема радиационного контроля, теоретических основ дозиметрии внутреннего облучения, методов бета-радиометрии, разработке критериев, моделей и подходов по нормированию радиационных факторов.

2.1.4. Формирование системы нормирования в области обеспечения радиационной безопасности в СССР

Начальный период освоения атомных технологий в СССР (1940-1950-е годы) проходил в условиях гонки ядерных вооружений и военно-политического противостояния между сверхдержавами, к тому же эффекты воздействия радиации на организм человека были мало изучены, ещё не получили своего развития методы дозиметрического и радиометрического контроля, отсутствовали эффективные средства защиты персонала от радиоактивных веществ и ионизирующих излучений.

История отечественного радиационного нормирования и радиационной безопасности неразрывно связана со становлением атомной промышленности. В 1940-е годы радиационная обстановка на отдельных объектах, связанных с созданием атомного оружия (ПО «Маяк» и др.), была крайне сложной. Среднегодовые дозы облучения работников достигали 100 бэр/год (1 Зв/год) и выше. Поэтому было крайне необходимо установить пределы дозы облучения персонала, исходя как из необходимости сохранения здоровья людей, так и ограниченных возможностей создававшейся в те годы системы радиационной защиты. В таблице 2.1 представлен перечень расположенных в хронологическом порядке нормативных документов, в котором хорошо прослеживается динамика изменений основных дозовых пределов профессионального облучения в СССР и России.

До 1948 года официальных пределов доз облучения в СССР не было, они были установлены в первом советском ведомственном нормативном документе «Санитарные нормы и правила...» № Т-1031с 24.08.1948. Это первый документ, в котором установлен основной дозовый предел 0,1 Р/сут. (30 Р/год), равнозначный нынешним 300 мЗв/год. Этот дозовый предел был вновь продублирован в 1950 году в ведомственном «Санитарных нормах и правилах...» № 2413с.

В 1950-х годах было начато международное сотрудничество по мирному использованию атомной энергии, начали эффективно функционировать международные организации (МАГАТЭ, МКРЗ, НКДАР ООН).

У истоков создания и развития промышленной радиационной гигиены стояли известные ученые Г.М. Франк, А.А. Летавет, А.В. Лебединский, Н.Ю. Тарасенко, А.Н. Марей и другие. Большой вклад в становление радиационной гигиены внес крупный организатор здравоохранения А.И. Бурназян. Дальнейшее развитие промышленная радиационная гигиена получила под руководством академика Л.А. Ильина.

При подготовке нормативов советские специалисты опирались на Рекомендации МКРЗ 1950-1952 годов. Философия МКРЗ основывалась тогда на представлении о пороговом действии излучения. Была рекомендована предельно-допустимая доза облучения (ПДД) 15 Р/год, что соответствовало пожизненной дозе 750 Р при 50-летнем стаже профессиональной деятельности. Вместе с тем, путем регламентации недельной дозы ограничивали ритм ее накопления. Считали, что замедление ритма увеличивает латентный период появления вредных эффектов облучения, благодаря чему все большее их число не успевает реализоваться до естественного конца жизни. Однако в документах МКРЗ рекомендации по ограничению дозы за смену отсутствовали.

В 1952 году в СССР была организована «Комиссия по допустимым уровням воздействия радиационных факторов» под руководством А.А. Летавета. В её работе активно участвовали сотрудники Института биофизики Минздрава СССР (ныне ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России). В 1953 году Комиссией выпущены первые общесоюзные Санитарные правила и нормы работы с радиоактивными изотопами [112]. ПДД за смену уменьшили до 50 мР (0,5 мЗв), а за неделю – до 300 мР (3 мЗв). Это соответствовало годовому пределу дозы 15 Р в год (150 мЗв в год). Нормировали не только фотонное, но и корпускулярные излучения, для которых ПДД представляли в единицах фэр (физический эквивалент рентгена) с соответствующими коэффициентами ОБЭ. Для некоторых радионуклидов приводили ПДК в воде и в воздухе. Документ был включен в Справочник Н.Г. Гусева (1956 год) [120], многие годы служивший настольной книгой для специалистов.

**Перечень нормативных документов
и дозовые пределы профессионального облучения
в СССР/Российской Федерации**

Дата утверждения, номер	Наименование документа	Дозовые пределы
24.08.1948 № Т-1031с	Общие санитарные нормы и правила по охране здоровья работающих на объектах А и Б комбината № 817 [79]	0,1 Р/сут. (30 Р/год) При аварии – 25 Р за 15 мин
10.02.1950 № 2413с	Временные общие санитарные нормы и правила по охране здоровья работающих с радиоактивными веществами [79]	30 Р/год При аварии – 25 Р за 15 мин
04.04.1953 № 129-53	Санитарные правила и нормы при работе с радиоактивными изотопами [112]	15 Р/год (0,05 Р/день) за неделю – до 300 мР При аварии – 25 Р/год
11.04.1954 № 851с	Санитарные нормы проектирования предприятий и лабораторий [79]	15 Р/год (0,05 Р/день) При аварии – 25 Р/год
14.01. 1957 № 233-57	Санитарные правила перевозки, хранения, учета и работы с радиоактивными веществами [113]	15 Р/год (0,05 Р/день) При аварии – 25 Р/год
25.06.1960 № 333-60	Санитарные правила работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений [114]	5 бэр/год (100 мбэр/нед.) При аварии – 25 бэр/год
25.08.1969 № 821А-69	Нормы радиационной безопасности (НРБ-69) [115]*	5 бэр/год (3 бэр/квартал) При ликвидации аварии – 25 бэр
07.06.1976 № 141-76	Нормы радиационной безопасности (НРБ-76) [116]*	5 бэр/год При ликвидации аварии – 25 бэр
25.05.1987 № 4392-87	Нормы радиационной безопасности (НРБ-76/87) [117]*	5 бэр/год При ликвидации аварии – 25 бэр
09.01.1996 № 3-ФЗ	Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения»	20 мЗв/год – средняя за 5 лет (максимальная 50 мЗв/год) При ликвидации аварии – 200 мЗв/год
19.04.1996, ГН 2.6.1.054-96, 02.07.1999, СП 2.6.1.758-99, 07.07.2009, СанПиН 2.6.1.2523 – 09	Нормы радиационной безопасности (НРБ-96 [118], НРБ-99 [119] и НРБ-99/2009 [35])	20 мЗв/год – средняя за 5 лет (максимальная 50 мЗв/год) При ликвидации аварии – 200 мЗв/год

* **Примечание:**

НРБ-69, НРБ-76 и НРБ-76/87 содержат также дозовые пределы для отдельных (критических) органов.

В дальнейшем норматив 15 Р в год был сохранен в 1954 году в ведомственных Санитарных нормах проектирования предприятий и лабораторий № 851 и в 1957 году в Санитарных правилах СП № 233-57 [113]. В 1957 году Комиссия А.А. Летавета выпустила документ «Меры защиты работающих с радиоактивными веществами» [121].

Для решения возрастающего круга задач по обеспечению радиационной безопасности населения страны в 1956 году на базе Ленинградского научно-исследовательского санитарно-гигиенического института был образован Ленинградский научно-исследовательский институт радиационной гигиены, ныне Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Роспотребнадзора.

Первые общие отечественные «Санитарные правила работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений» СП № 333-60 [114] были утверждены Главным государственным врачом СССР 25.06.1960. В этих правилах, известных в свое время как «синяя книжка», были установлены новые Предельно допустимые уровни ионизирующих излучений (ПДУ-1960) для внешнего и внутреннего облучения. Эти нормы в целом соответствовали принятым в тот период времени международным подходам в области регламентации облучения человека и мер радиационной защиты (рекомендациям МКРЗ 1959 года [6]).

В соответствии с рекомендациями МКРЗ СП № 333-60 вводили в практику отечественной дозиметрии различные единицы измерения дозы: рентген (Р), рад, физический эквивалент рада (фэр), биологический эквивалент рада (бэр). Были введены категории облучаемых лиц, причем для категории А (профессионалы) ПДД уменьшили до 5 бэр в год, а для категории Б (работающие в смежных помещениях и находящиеся в санитарно-защитной зоне) – 0,5 бэр в год, для категории В (все население) – 0,05 бэр в год.

Органы тела человека по порогам радиочувствительности разделили на 3 группы, различающиеся по ПДД в соотношении 1:3:6. Облучение нормировали по органу, критическому в данных обстоятельствах. Радионуклиды по их токсичности разделили на 5 классов.

Следует отметить, что в отличие от МКРЗ, которая предложила регламентировать квартальные и годовые дозы, СП № 333-60 устанавливали ПДД также на неделю и, более того, нормировали предельно допустимую мощность дозы и концентрацию радионуклидов в воздухе и в воде. Подчеркивалось, что ограничиваются не средние, а мгновенные значения. Это, конечно, необоснованно ужесточало нормирование, но упрощало контроль. Благодаря новым нормам удалось достаточно быстро (в течение 5-6 лет) снизить облучение персонала и довести его до установленных ПДД.

Начиная с 1954 года, по итогам анализа накопленных к тому времени научных данных, МКРЗ в своих рекомендациях принимает и в дальнейшем развивает концепцию беспорогового действия ионизирующего излучения, признавая возможность развития стохастических эффектов при любой дозе облучения [5]. Одновременно МКРЗ приняла концепцию «критического органа».

В 1966 году вышла Публикация 9 МКРЗ [7], которая коренным образом изменила направление философии радиационной защиты, перейдя от детерминированных эффектов к стохастическим. Предел облучения гонад, как «критического органа» выбирали для уменьшения генетических последствий. От формулы, пропорциональной

возрасту, отказались, и ПДД для половых желез и органов кроветворения теперь выражалась как годовая доза в размере 5 бэр (т. е. 50 мЗв). Норматив «предел дозы» 0,5 бэр/год (5 мЗв/год) был установлен для облучения населения.

В 1962 году Комиссия по допустимым уровням облучения была преобразована в Национальную комиссию по радиационной защите при Минздраве СССР (НКРЗ). Комиссия работала под руководством Ю.И. Москалева. В 1973 году НКРЗ возглавил Л.А. Ильин, осуществлявший руководство Комиссией в течение 20 лет [77].

В работе Комиссии на протяжении многих лет активно участвовали члены НКРЗ – сотрудники Института биофизики Минздрава СССР: Г.М. Аветисов, Л.А. Булдаков, К.И. Гордеев, Н.Г. Гусев, А.К. Гуськова, И.Б. Кеирим-Маркус, В.А. Книжников, О.А. Кочетков, Ф.К. Левочкин, У.Я. Маргулис, А.Н. Марей, А.А. Моисеев, Д.П. Осанов, О.А. Павловский, В.Г. Рядов, Ю.М. Сауров, Р.Я. Саяпина, А.Д. Туркин.

Результатом работы НКРЗ стали новые Нормы радиационной безопасности НРБ-69 [115]. В них нашли отражение рекомендации МКРЗ 1966 года. [7]. МКРЗ объявила задачами нормирования предупреждение острых эффектов облучения и ограничение отдаленных последствий приемлемым малым риском. При этом МКРЗ приняла концепцию линейной беспороговой дозовой зависимости отдаленных эффектов. Поскольку эта концепция исключает существование абсолютно безопасных доз, то выбор ПДД МКРЗ обосновывала, сопоставляя с риском, приемлемым для общества в других профессиях. Предел облучения гонад уже выбирали не только для предупреждения стерилизации, как ранее, но и для уменьшения генетических последствий. В этой связи накладывали дополнительные ограничения на профессиональное облучение женщин.

После бурной дискуссии для снижения неоправданной жесткости ограничения мгновенных концентраций радионуклидов во внешней среде НКРЗ заменила ПДД на СДК – среднегодовую допустимую концентрацию. По той же причине была исключена регламентация мгновенной мощности дозы, но в отличие от рекомендаций МКРЗ были сохранены нормативы содержания радионуклидов в организме.

НКРЗ исключила категорию «работающие в смежных помещениях и находящиеся в санитарно-защитной зоне» и отнесла их к категории А. Для категории Б была введена концепция критической группы населения. Облучение персонала теперь предлагали регламентировать только по уровню годовой дозы, причем допускали однократно получение 2 ПДД, а один раз в жизни – 5 ПДД.

Для категории В нормировалась лишь доза облучения гонад. Учитывая рекомендации МКРЗ, НКРЗ в 1972 году дала разъяснение, фактически переводящее «работающих в смежных помещениях и находящихся в санитарно-защитной зоне» в состав категории Б. Вслед за МКРЗ НКРЗ ввела IV группу критических органов для нижних частей конечностей. Было отменено ограничение дозы за неделю, но сохранена ПДД за квартал. Примечательно оригинальное замечание в НРБ-69, что предел дозы для категории Б может, в принципе, быть распространен на все население. Впервые рекомендовали всемерно снижать не только индивидуальную дозу облучения, но и число лиц, подвергающихся повышенному облучению.

Новый этап развития международных подходов к обеспечению радиационной безопасности начался с изданием Публикации 26 МКРЗ (1977 год) [11]. Новые подходы, предложенные в Публикации 26, проанализированы выше в разделе 1.1. Основные нововведения заключаются в следующем:

1. Сформулированы три основополагающих принципа (обоснование и оптимизация радиационной защиты, установление пределов индивидуальной дозы облучения). В соответствии с линейной беспороговой концепцией, означающей отсутствие порога действия ионизирующего излучения, МКРЗ рекомендовала снижать облучение ниже предела дозы, оптимизируя его по коллективной дозе на основе баланса между риском от облучения и выгодой от применения источника излучения.
2. Негативные последствия облучения разделены на нестохастические, характеризующиеся пороговой зависимостью от дозы, и стохастические – раки и наследственные заболевания.
3. Впервые введено понятие эффективной дозы, суммирующей облучение всех органов, взвешивая это облучение по вкладу в стохастические эффекты при равномерном облучении тела.
4. Для стохастических эффектов принята концепция линейной беспороговой зависимости эффекта от дозы и впервые были даны количественные оценки стохастического риска.
5. Установлены пределы годовой эффективной дозы, равные для персонала – 50 мЗв, для населения – 5 мЗв.
6. Установлена иерархия регламентируемых величин. Основные величины – пределы дозы. Вторичные величины – допустимые уровни внешнего облучения или радиоактивности внешних сред (воздуха, воды, поверхностей и т. п.). Контрольные уровни – вспомогательные величины, способствующие улучшению радиационной обстановки.

В 1978 году вышли новые отечественные Нормы радиационной безопасности НРБ-76 [116], подготовленные НКРЗ. В этом документе нововведения, изложенные в Публикации 26, были использованы лишь частично. В частности, в НРБ-76 сохранилась концепция критического органа, поэтому не использовалась эффективная доза. НКРЗ также отказалась и от применения процедуры оптимизации облучения, аргументируя ее сложностью, поскольку вмешательство в практическую деятельность изменяет не только уровень облучения, но и другие факторы, учесть которые при оптимизации крайне трудно. В то же время в НРБ-76 была принята иерархия регламентируемых величин, рекомендованная МКРЗ. Производные допустимые уровни стали рассматриваться как справочные, отказались от нормирования облучения всего населения, также отказались от кварталных ПДД, но расширили ограничения профессионального облучения женщин моложе 40 лет, учитывая особенности национального законодательства.

В НРБ-76/87 [117], вышедших в 1988 году вместе с ОСП-72/87 [122], были внесены необходимые коррективы в действовавшие до 1987 года НРБ-76 и ОСП-72/80. Кроме того, были исправлены некоторые неточности, допущенные в предыдущих изданиях, включены нормативы, утвержденные Министерством здравоохранения СССР после 1980 года. В НРБ-76/87 были учтены некоторые, не вызывающие возражений положения Публикаций 26 и 30 МКРЗ, однако в целом новая международная система нормирования в них не была реализована. Они по-прежнему базировались на концепции «порогового значения» при возникновении радиационных эффектов у человека и установлении предельно-допустимых доз для критических органов.

В целом под руководством НКРЗ были разработаны НРБ-69 [115], ОСП-72 [123], НРБ-76 [116], НРБ-76/87 [117], ОСП-72/80 [122] и ряд других документов.

Чернобыльская авария явилась серьезной проверкой ответственной системы нормирования облучения. Для ликвидаторов в соответствии с НРБ-76 [116] на 1986 год была установлена предельная доза 25 бэр (250 мЗв), а в 1987 году получать 25 бэр разрешалось лишь лицам по списку, утвержденному Минздравом СССР. В дальнейшем в условиях долговременного загрязнения территории НКРЗ пришла к заключению, что нужны более фундаментальные решения. Поэтому НКРЗ приняла новую концепцию нормирования по пожизненной дозе, согласно которой решение о переселении должно было приниматься на основе прогнозируемой дозы за всю жизнь у критической группы жителей населенного пункта, если эта доза превысит 35 бэр (350 мЗв). Решение НКРЗ вызвало отрицательную реакцию средств массовой информации и некоторых ученых, не являвшихся специалистами в данной области. НКРЗ была отстранена от деятельности по установлению нормативов. По поручению Правительства СССР Комиссия АН СССР подготовила свои предложения, отвергавшие 35-бэрную концепцию. На основе этих предложений был разработан проект соответствующего Закона.

С учетом опыта работ по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС и рекомендаций новых международных документов НКРЗ был подготовлен проект новых «Норм и правил радиационной безопасности» (НПРБ-90), однако он не был утвержден в связи с распадом СССР.

В конце 1991 года в связи с распадом СССР и ликвидацией Минздрава СССР НКРЗ перестала существовать. Задачи нормирования облучения перешли к Российской научной комиссии по радиологической защите (РНКРЗ). Первоочередной задачей РНКРЗ явилось приведение российского нормативного и правового обеспечения радиационной безопасности в соответствие с рекомендациями международных организаций, в первую очередь с базовой Публикацией 60 МКРЗ [12] и Международными основными нормами безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения, подготовленными МАГАТЭ (серия изданий по безопасности МАГАТЭ, № 115) [124].

Необходимо констатировать, что формирование системы радиационной защиты и установление основных нормативов по ограничению профессионального облучения проходило путем объединения усилий специалистов разных стран. Отечественные специалисты, в том числе многие учёные Института биофизики Минздрава СССР, активно сотрудничали со своими зарубежными коллегами и плодотворно участвовали в работе ведущих международных организаций – НКДАР ООН, МКРЗ, МАГАТЭ, ВОЗ. Академик Л.А. Ильин в 1993 -2000 годах являлся членом Главного комитета МКРЗ и с 1972 по 2008 год являлся представителем СССР (впоследствии России) в НКДАР ООН.

2.1.5. Формирование новых подходов к обеспечению радиационной безопасности в России

В конце 20-го века в России произошло коренное изменение подходов к нормированию радиационного воздействия на персонал и население и методов радиационного контроля.

Наиболее значимыми изменениями явились [125]:

1. Установление требований по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения на уровне Федерального закона. Впервые в истории нашей страны был принят Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения». До этого требования радиационной безопасности устанавливались на уровне документов, утвержденных Министерством здравоохранения.

2. Принятие в России концепции эффективной дозы, рекомендованной международными документами, вместо действовавшей до этого концепции нормирования дозы на критический орган. Наиболее четко концепция эффективной дозы была сформулирована в Публикации 60 МКРЗ [12]. Общие положения этой концепции были закреплены в Федеральном законе «О радиационной безопасности населения» и затем были реализованы в российских нормативных документах НРБ-96 [118] и НРБ-99 [119]. Для удобства сопоставления российские документы, отражающие эволюцию основных дозовых пределов облучения профессиональных работников России, включены в представленную выше в разделе 2.1.4 таблицу 2.

Концепция критического органа позволяла достаточно просто контролировать дозы облучения персонала и сопоставлять их с установленными нормативами. Согласно определению, приведенному в НРБ-76/87 [117], критический орган – ткань, орган или часть тела, облучение которого в данных условиях неравномерного облучения организма может причинить наибольший ущерб здоровью данного лица или его потомства. В порядке убывания радиочувствительности критические органы относят к I, II или III группам, для которых устанавливают разные значения основных дозовых пределов. При сравнительно равномерном облучении организма ущерб здоровью рассматривают по уровню облучения всего тела, что соответствует I группе критических органов

Преимуществом концепции критического органа является достаточная простота: при равномерном облучении необходимо контролировать облучение всего тела, а при неравномерном облучении – облучение только критического органа, т. е. органа, облучения которого приводит к наибольшей дозе с учетом того, к какой группе этот орган относится.

Недостатком концепции критического органа является отсутствие учета доз облучения других органов, кроме критического. При многофакторном радиационном воздействии каждому фактору могут соответствовать разные критические органы, но суммировать эти дозы нельзя. Более того, наибольшую суммарную дозу облучения может получить орган, который для каждого отдельного фактора не является критическим. Используя концепцию критического органа, очень трудно также выстроить систему контроля дозы внутреннего облучения человека.

Эти недостатки во многом устраняет концепция эффективной дозы. Согласно НРБ-99, эффективная доза – это 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 в органах и тканях на соответствующие взвешивающие коэффициенты [119].

Понятие эффективной дозы позволяет выстроить стройную систему радиационного контроля, однако саму величину эффективной дозы измерить невозможно – ее определяют на основе определения измеряемых величин, называемых операционными величинами, или с использованием специальных методик выполнения измерений и методик выполнения расчетов (для определения ожидаемой эффективной дозы внутреннего облучения).

Принятие концепции эффективной дозы и других новых понятий, рекомендованных международными организациями, потребовало существенного изменения системы обеспечения радиационной безопасности персонала атомной отрасли России и, в частности, системы радиационного контроля. Организационной формой, обеспечившей привлечение ведущих ученых и наиболее квалифицированных практических работников к разработке комплекса нормативно-методических документов по проведению радиационного контроля, явилось создание в 1997 году Методического совета по радиационной безопасности при Департаменте безопасности и чрезвычайных ситуаций Минатома России.

В 2009-2013 годах в России вслед за пересмотром международных нормативных документов были внесены изменения в Нормы радиационной безопасности и Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности. Итогом этого явилось принятие новых документов: НРБ-99/2009 [35] и ОСПОРБ-99/2010 [36]. Переработка этих документов проводилась в связи с истечением 10-летнего срока действия предыдущих документов, при этом задача внесения в российские нормативные документы нововведений из международных рекомендаций и стандартов не ставилась. Наиболее существенные изменения в ОСПОРБ-99/2010 были внесены в 2013 году в связи с принятием в России Федерального закона от 11.07.2011 № 190-ФЗ¹ и Постановления Правительства Российской Федерации от 19.10.2012 № 1069², устанавливающих законодательные нормы и критерии обращения с радиоактивными отходами.

Важное значение для развития российской науки и практики по обеспечению радиационной безопасности явились научные работы российских и советских ученых, обобщенные в монографиях, опубликованных после 2000 года.

В этом ряду публикаций фундаментальное значение имеет подготовленная большим коллективом специалистов четырехтомное издание «Радиационная медицина» под общей редакцией академика Л.А. Ильина [126]:

Том 1. Теоретические основы радиационной медицины.

Том 2. Радиационные поражения человека.

Том 3. Радиационная гигиена.

Том 4. Гигиенические проблемы неионизирующих излучений.

¹ Федеральный закон от 11.07.2011 № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

² Постановление Правительства Российской Федерации от 19.10.2012 № 1069 «О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов» (с изменениями от 04.02.2015 и от 29.10.2022).

Россия по праву занимает лидирующие мировые позиции в области работы с плутоном как для его применения в атомном оружии, так и для производства электроэнергии. Обширные научные знания в области обеспечения радиационной безопасности при работе с плутоном, накопленные советскими и российскими специалистами, представлены в изданной под общей редакцией Л.А. Ильина, О.А. Кочеткова, С.А. Романова монографии «Плутоний. Радиационная безопасность» [127].

Очень важный опыт аварийного реагирования и оказания помощи пострадавшим при радиационных авариях обобщен в коллективной монографии под общей редакцией Л.А. Ильина и В.А. Губанова «Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры» [128]. Также в этом ряду необходимо отметить публицистическую книгу Л.А. Ильина «Реалии и мифы Чернобыля» [129], в которой на основе личного опыта Л.А. Ильин обобщил очень важные наблюдения о научном потенциале и состоянии отечественной радиационной медицины, определившие эффективность оказания медицинской помощи пострадавшим, а также обозначил проблему сочетанного воздействия научных рекомендаций и политизированных решений, определивших успехи и неудачи в ликвидации последствий чернобыльской аварии.

Бесценные, ранее засекреченные сведения по обеспечению общей и радиационной безопасности при проведении ядерных взрывов как в мирных целях, так и при испытании ядерного оружия, обобщил в серии монографий коллектив авторов по руководством В.А. Логачева [130-133].

Современная научная информация о современном состоянии проблемы влияния техногенного облучения на здоровье человека, а также научные сведения о биологических и медицинских эффектах воздействия облучения при больших и малых дозах обобщены в изданной под общей редакцией Л.А. Ильина монографии «Техногенное облучение и безопасность человека» [134]. Значительное внимание уделено вопросам обеспечения радиационной безопасности на предприятиях атомной промышленности и энергетики. Детально рассмотрена роль ядерных технологий и значимость радиационного риска в общей структуре совокупного риска, сопровождающего жизнь современного человека и общества в целом.

В монографиях [135, 136] проанализирован прогресс в развитии биодозиметрических методов ретроспективного восстановления доз, и этот опыт обобщен на примере материалов, раскрывающих дозиметрические аспекты ликвидации последствий аварии на 4-м энергоблоке в 1986 году. Описаны методы анализа дозовых распределений для различных контингентов ликвидаторов.

Эти публикации наряду с большим объемом другой научной информации, накопленной учеными ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России и других российских научных организаций, явились научно-методической основой для развития правовой, нормативной и методической базы регулирования радиационной безопасности в организациях и на территориях, обслуживаемых ФМБА России

Подводя итоги рассмотрения вопроса о создании и развитии системы радиационной безопасности в СССР/России, следует констатировать, что почти за 80 лет она весьма динамично развивалась и прошла путь от очень непростых условий становления в 40-е – 50-е годы прошлого века до периода стабильного функционирования объектов использования атомной энергии в 21 веке, безопасность которых в полной мере отвечает национальному законодательству, действующим

нормам и правилам радиационной безопасности. Из событий первых лет работы атомных предприятий, прежде всего, из опыта ПО «Маяк», а также тяжелых аварий на АЭС, в первую очередь на Чернобыльской АЭС, были сделаны соответствующие выводы. В настоящее время случаи превышения установленных дозовых пределов облучения персонала крайне редки.

2.2. Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения и его реализация в российских федеральных законах

После распада СССР обеспечение радиационной безопасности на объектах использования атомной энергии решалось по системе, принятой еще в СССР, продолжали свое действие НРБ-76/87 и ОСП-72/87. За этот начальный период становления правовой базы Российской Федерации никаких отклонений в нормальной работе всех предприятий не наблюдалось.

Перед вновь образованной страной встали проблемы создания новой законодательной и нормативной базы по всем вопросам жизнедеятельности.

Чернобыльская авария оказала заметное влияние на переосмысление основ регулирования радиационной безопасности. Еще в бытность СССР действовавшая в то время НКРЗ разработала проект новых норм и основных санитарных правил радиационной безопасности (НПРБ-90), которые ввиду распада СССР не были утверждены. Были запланированы и начали осуществляться серьезные мероприятия по модернизации атомных электростанций с целью повышения их безопасности.

В настоящее время Россия является ядерной державой, имеющей все виды ядерных технологий и радиационных объектов, включая:

- ядерный топливный цикл (ЯТЦ) – объединяющий предприятия, ведущие добычу урана, получение гексафторида урана, его обогащение по изотопу ^{235}U , изготовление ядерного топлива, получение энергии на атомных электростанциях (АЭС);
- производственные объекты по переработке отработавшего топлива АЭС и получению из него делящихся материалов (рефабрикация ядерного топлива);
- производство радионуклидов, используемых в медицине и некоторых отраслях промышленности;
- морские суда с ядерными энергетическими установками;
- производственные объекты, осуществляющие переработку и захоронение радиоактивных отходов;
- научно-исследовательские организации, эксплуатирующие исследовательские ядерные реакторы, ускорители заряженных частиц, радиохимические лаборатории и другие исследовательские радиационные объекты.

Важное значение для обеспечения безопасности государства имеет ядерный оборонный комплекс (ЯОК).

Эксплуатация предприятий с момента появления первых производств и по настоящее время является потенциальным источником риска для работающего на них персонала и для населения. При этом возможен социальный и экологический ущерб, который принимается возможным с точки зрения допустимости облучения персонала и населения.

Вышеизложенное обуславливает необходимость решения проблемы безопасности объектов использования атомной энергии как системной задачи, подход к которой должен быть единым для всех производственных объектов.

Задача обеспечения безопасности персонала радиационно опасных объектов и проживающего в районе их расположения населения решается посредством:

- научно-обоснованного нормирования факторов радиационной природы для персонала предприятий и для населения;
- разработки и совершенствования соответствующих составных частей отечественного санитарного законодательства;
- разработки методологии и приборного обеспечения радиационного дозиметрического и биофизического контроля;
- создания и внедрения средств индивидуальной защиты (СИЗ) от неблагоприятного воздействия источников ионизирующего излучения (ИИИ);
- осуществления предупредительного санитарно-гигиенического надзора: экспертиза проектов строительства, реконструкции, перепрофилирования и вывода из эксплуатации объектов атомной промышленности и энергетики;
- осуществления текущего санитарно-гигиенического надзора – радиационно-гигиеническое сопровождение основных технологических операций, ремонтных и аварийно-восстановительных работ, разработка и внедрение защитных мероприятий.

Правовой основой решения практической задачи обеспечения безопасности персонала опасных производств и населения, проживающего в зоне их влияния, является Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». Этот закон направлен на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения как одного из основных условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду. На его законодательных положениях основана комплексная система государственного санитарно-эпидемиологического нормирования и надзора, включающая в себя разработку научно обоснованных обязательных к выполнению требований по обеспечению безопасности персонала и населения, а также предупреждение, обнаружение и пресечение нарушений данных требований.

Закон устанавливает понятие социально-гигиенического мониторинга как государственной системы наблюдений за состоянием здоровья населения и среды обитания, их анализа, оценки и прогноза, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания. Также установлены основные виды документов, регулирующих обеспечение безопасных условий для человека: санитарные правила, санитарные нормы, гигиенические нормативы.

Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» определяет правовые основы обеспечения безопасности населения и защиты от воздействия вредных факторов среды обитания, создающих угрозу жизни или здоровью человека либо угрозу жизни или здоровью будущих поколений. Законом определено, что санитарно-эпидемиологическое благополучие населения обеспечивается в том числе посредством государственного санитарно-эпидемиологического нормирования. Основной задачей санитарно-эпидемиологического нормирования является установление санитарно-эпидемиологических

требований, удовлетворяющих условиям безопасности для здоровья человека среды его обитания. Обязательные для выполнения санитарно-эпидемиологические требования в соответствии с Федеральным законом от 30.03.1999 № 52-ФЗ регламентируются:

– **гигиеническими нормативами** – установленными исследованиями допустимыми максимальными или минимальными количественными и (или) качественными значениями показателя, характеризующего тот или иной фактор среды обитания с позиций его безопасности и (или) безвредности для человека;

– **государственными санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами** (далее – санитарные правила) – нормативными правовыми актами, устанавливающими санитарно-эпидемиологические требования (в том числе критерии безопасности и (или) безвредности факторов среды обитания для человека, гигиенические и иные нормативы), несоблюдение которых создает угрозу жизни или здоровью человека.

Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ устанавливает основные подходы в области обеспечения радиационной, химической и биологической безопасности. При этом необходимо отметить, что указанный Федеральный закон является «зонтичным» документом, придающим единый смысл этим трем основным видам опасности, требующим регулирования. Основные требования к наиболее важным объектам регулирования устанавливаются по радиационному, химическому и биологическому факторам. При этом конкретные требования по радиационному, химическому и биологическому факторам не установлены – как правило, требование ограничивается указанием на необходимость разработки санитарных правил либо издания постановления Правительства Российской Федерации.

Конкретные правовые механизмы обеспечения безопасности персонала и населения изложены в федеральных законах, ориентированных на конкретные области деятельности человека.

В настоящее время в России действует целый ряд федеральных законов, направленных на обеспечение различных аспектов безопасности:

1. Федеральный закон от 28.12.2010 № 390-ФЗ «О безопасности».
2. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
3. Федеральный закон от 21.11.1995 № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии».
4. Федеральный закон от 10.12.1995 № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения».
5. Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».
6. Федеральный закон от 21.06.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
7. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
8. Федеральный закон от 09.02.2007 № 16-ФЗ «О транспортной безопасности».
9. Федеральный закон от 11.07.2011 № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;
10. Федеральный закон от 30.12.2020 № 492-ФЗ «О биологической безопасности в Российской Федерации».

Кроме того, находится в стадии обсуждения проект федерального закона «О химической безопасности в Российской Федерации».

За прошедшие три десятилетия в стране накоплена достаточная законодательная практика в области обеспечения различных аспектов безопасности, которую необходимо использовать при развитии правовой базы в области радиационной безопасности.

Анализ перечисленных выше федеральных законов показал, что все законы нацелены как на регулирование источника опасности, так и на обеспечение безопасности человека. В области обеспечения радиационной безопасности в российском законодательстве функции разделены: Федеральный закон от 21.11.1995 № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» главным образом обеспечивает правовое регулирование технических систем объектов использования атомной энергии, а Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» регулирует безопасность человека.

Закон об использовании атомной энергии впервые закрепил приоритет безопасности человека и окружающей природной среды, права и обязанности субъектов в области использования атомной энергии, заложил основы регулирования деятельности, связанной с использованием атомной энергии и источников ионизирующих излучений, разграничил функции и ответственность органов государственной власти и регулирования в области использования атомной энергии, нормотворчества в сфере лицензирования и надзора в указанной области, радиационной защиты персонала и населения, транспортировки и обращения с ядерными материалами и радиоактивными отходами, гражданской ответственности за ядерный ущерб и некоторых других положений. Этот закон определяет правовые основы международных обязательств России в области использования атомной энергии. Он обеспечил дальнейшее развитие законодательства в области атомного права и формирования правовой системы в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

Почти одновременно с Федеральным законом от 21.11.1995 № 170-ФЗ был принят Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения». Хотя этот закон лежит в сфере ответственности Роспотребнадзора, он имеет непосредственное отношение к системе атомного права, поскольку в нем определены правовые основы обеспечения радиационной безопасности населения на всей территории России, в том числе персонала, работающего на объектах использования атомной энергии. Несомненно, что этот закон сыграл положительную роль в свете практической реализации всей системы регулирования отношений в области реализации прав граждан на обеспечение радиационной безопасности.

Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения»:

- стал правовой основой ряда постановлений Правительства Российской Федерации и Федеральных целевых программ в области радиационной безопасности;
- получил развитие в нормативных правовых актах, устанавливающих санитарно-эпидемиологические требования в области обеспечения радиационной безопасности: в Нормах радиационной безопасности, в Основных санитарных правилах обеспечения радиационной безопасности и др.;

- ускорил реализацию рекомендаций Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ) по внедрению новых подходов и уменьшению основных дозовых пределов облучения населения и персонала;
- в определённой степени снял озабоченность общества по поводу радиационной безопасности, порождённую Чернобыльской аварией;
- улучшил обеспечение радиационной безопасности и создал основу для снижения доз облучения персонала и населения.

Однако, начиная с первых лет действия Федерального закона от 09.01.1996 № 3-ФЗ, проявились и его недостатки, обусловленные во многом отсутствием необходимого взаимодействия групп специалистов, разрабатывающих федеральные законы от 21.11.1995 № 170-ФЗ и от 09.01.1996 № 3-ФЗ. В первую очередь выявилась необходимость гармонизации терминов, применяющихся в указанных законах: «радиационный источник» и «источник ионизирующего излучения», «персонал» и «работник», «ядерная установка» и «радиационный объект» и др.

Требуется согласование и четкое разграничение функций по лицензированию деятельности в области обращения с источниками ионизирующего излучения.

Следует также учесть положительную правоприменительную практику применения указанных выше федеральных законов в области безопасности, в которых значительное внимание уделено государственному нормированию в области обеспечения безопасности. При этом следует подчеркнуть, что в законах установлены правовые нормы без конкретных количественных ограничений.

В отличие от перечисленных выше законов Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» в статье 9 «Государственное нормирование в области обеспечения радиационной безопасности» устанавливает количественные значения дозовых пределов. Это единственный прецедент среди федеральных законов, который можно понять, если учесть политическую обстановку в момент его принятия. В обществе в тот период наблюдалось значительное психологическое напряжение, обусловленное последствиями аварии на Чернобыльской АЭС. Поэтому было важно закрепить в федеральном законе дозовые пределы, соответствующие международным рекомендациям.

За прошедшие почти 30 лет эти нормативы полностью включены в российскую нормативную и методическую базы, повсеместно применяются на практике. Более того, фактические значения дозы облучения большей части персонала атомной отрасли гораздо ниже установленных законом пределов. Поэтому представляется правильным привести федеральный закон «О радиационной безопасности...» к виду, принятому во всех действующих федеральных законах: в законах устанавливаются правовые нормы, а конкретные числовые параметры устанавливаются в подзаконных нормативных актах. Для радиационного фактора таким подзаконным нормативным актом являются Нормы радиационной безопасности, которые, по нашему мнению, должны утверждаться постановлением Правительства Российской Федерации, т. к. они действуют на федеральном уровне.

Название Федерального закона от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» не в полной мере соответствует его содержанию, поскольку требования этого закона распространяется не только на население, но и на другие категории облучаемых лиц: персонал и пациентов. Можно также выделить и такую

категорию как «аварийные работники», под которой понимают персонал аварийно-спасательных формирований, для которого применяются другие принципы ограничения дозы облучения.

С учетом сказанного вытекает вывод о необходимости расширения категории лиц, безопасность которых регулирует данный закон. Выходом является не расширение перечня облучаемых лиц в названии закона, а наоборот исключение их из названия закона. Наилучшим вариантом является следующее название закона: Федеральный закон «О радиационной безопасности в Российской Федерации».

Принятие такого названия нового закона приведет к созданию триады законов, включающей также: Федеральный закон от 30.12.2020 № 492-ФЗ «О биологической безопасности в Российской Федерации» и Федеральный закон «О химической безопасности в Российской Федерации» (в настоящее время представлен в виде проекта).

В ряде действующих федеральных законов большое внимание уделено вопросам защиты (социальной, правовой, экономической) персонала и личного состава. В частности, в ФЗ «О пожарной безопасности» этому вопросу посвящен отдельный блок статей. В других федеральных законах этому вопросу также уделяется внимание – часто в виде ссылок на другие законы.

В Федеральном законе от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» также сформулированы меры социальной поддержки граждан, проживающих на территориях, прилегающих к организациям, осуществляющим деятельность с использованием источников ионизирующего излучения, а также права граждан на возмещение вреда, причиненного их жизни и здоровью, обусловленного облучением в результате радиационной аварии, и на возмещение причиненных им убытков. Безусловно, все перечисленные меры социальной поддержки граждан должны быть сохранены в новом Федеральном законе «О радиационной безопасности в Российской Федерации». Но не менее важно изложить в новом законе права персонала на социальную поддержку, на высокотехнологическую медицинскую помощь, на реабилитационные мероприятия и мероприятия по продлению профессионального долголетия.

На персонал штатных и нештатных аварийных формирований необходимо распространить все положения Федерального закона от 22.08.1995 № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей». Положения этого закона нужно также распространить на специалистов различного профиля, привлекаемых к аварийно-спасательным работам в случае радиационной аварии.

При этом важным представляется принцип, сформулированный ведущими советскими и российскими специалистами: социальные льготы и преференции должны назначаться не за фактический вред (полученную дозу облучения, поступление в организм радиоактивных веществ и др.), а за потенциальный вред, определяемый на основе оценок риска радиационного воздействия при неблагоприятном стечении обстоятельств, но который может быть существенно уменьшен путем правильной организации работы, применением средств защиты и дистанционного оборудования. Именно такой подход позволяет добиться заинтересованности каждого работника в уменьшении фактического радиационного воздействия при работе во вредных и опасных условиях труда. Отход от этого принципа неизбежно приведет к росту дозы облучения персонала и другим неблагоприятным последствиям.

Серьезно отличаются от современного мирового уровня подходы к обеспечению радиационной безопасности при радиационной аварии, изложенные в главе V Федерального закона от 09.01.1996 № 3-ФЗ. Особенно большие вопросы и затруднения вызывают установленный в законе порядок регулирования планируемого повышенного облучения специалистов аварийно-спасательных формирований, привлекаемых для ликвидации последствий радиационной аварии.

Указанные недостатки Федерального закона от 09.01.1996 № 3-ФЗ и подзаконных нормативных актов, принятых в его развитие, вполне понятны, потому что они в своей основе применяют философию, концепции и стандарты, сформулированные в Публикации 60 МКРЗ (1991 г) и Международных основных норм безопасности МАГАТЭ (1996 год). Поэтому в настоящее время создалась ситуация, когда российские документы, регулирующие радиационную безопасность персонала, населения и охрану окружающей среды, устарели и в значительной степени не соответствуют современной международной системе радиационной защиты.

Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ в настоящее время действует в редакции Федеральных законов от 22.08.2004 № 122-ФЗ, от 23.07.2008 № 160-ФЗ, от 18.07.2011 № 242-ФЗ, от 19.07.2011 № 248-ФЗ, от 08.12.2020 № 429-ФЗ, от 11.06.2021 № 170-ФЗ, от 18.03.2023 № 67-ФЗ.

Несмотря на то, что последние поправки относятся к 2023 году, Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ не учитывает изменения в системе радиационной защиты и в требованиях безопасности, выработанные международными профессиональными и экспертными сообществами при участии представителей Российской Федерации в период с 2007 года по настоящее время и закрепленные в различных документах Международной комиссии по радиологической защите и Международного агентства по атомной энергии.

Работа по совершенствованию Федерального закона от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» и гармонизации его с основными международными документами продолжается уже более 20 лет.

Этот вопрос рассматривался на заседании научно-технического совета № 5 Минатома России (2000 год), на заседаниях Российской научной комиссии по радиационной защите (РНКРЗ) (2000, 2012 годы), на парламентских слушаниях «О радиационной безопасности» (2000 год), в Департаменте санитарно-эпидемиологического надзора Минздрава России (2002 год), на Межведомственной комиссии Совета Безопасности Российской Федерации по экологической безопасности (2011 год), в Генеральной инспекции Госкорпорации «Росатом» (2015 год).

В мае 2020 года на Федеральном портале проектов нормативных правовых актов (<https://regulation.gov.ru/projects>) был размещен для публичного обсуждения проект Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон от 09.01.1996 №3-ФЗ «О радиационной безопасности населения», разработанный специалистами Роспотребнадзора.

Законопроект вызвал большой резонанс и критику среди специалистов. Подробный анализ недостатков указанного законопроекта и пути переработки действующего закона был представлен в препринте ИБРАЭ РАН [137]. Аналогичные подходы изложены в работах специалистов ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России [138-140], НТЦ РХБГ ФМБА России [141].

Госкорпорация «Росатом», Ростехнадзор, ФМБА России направили в Роспотребнадзор официальные отзывы, в которых было изложено большое количество существенных замечаний, с учетом которых было предложено снять проект закона с рассмотрения.

Новая попытка обсуждения изменений в федеральный закон «О радиационной безопасности населения» была предпринята в 2022 году, когда Приказом Роспотребнадзора от 06.04.2022 № 174 была сформирована рабочая группа под руководством И.К. Романовича, директора ФБУН «Санкт-Петербургский НИИ радиационной гигиены им. проф. П.В. Рамзаева» Роспотребнадзора. Этой рабочей группой были сформулированы обоснованные предложения по внесению изменений в закон, которые в дальнейшем, к сожалению, не были реализованы.

Таким образом, задача обновления российского законодательства в области обеспечения радиационной безопасности остается нерешенной и сохраняет свою актуальность. Конкретные предложения авторов настоящей монографии по актуализации правового и нормативного обеспечения радиационной безопасности персонала и населения представлены в главе 3.

2.3. Современная система дозиметрических величин для контроля облучаемости

Важной составляющей системы обеспечения радиационной безопасности и радиационной защиты является дозиметрический контроль облучаемости персонала и населения. Дозиметрический контроль предназначен для определения дозы внешнего и внутреннего облучения с тем, чтобы на основании полученных данных можно было принять решение о соблюдении принципов радиационной защиты и установленных требований, включая неперевышение основных пределов дозы и установленных значений референтных уровней.

Физические величины [142]:

Дозиметрический контроль основан на измерении объективно существующих физических величин, из которых основной является поглощенная доза:

Поглощенная доза, D {absorbed dose, D } – фундаментальная дозиметрическая величина D , выражаемая формулой:

$$D = d\varepsilon/dm, \quad (1)$$

где $d\varepsilon$ – средняя энергия, переданная ионизирующим излучением веществу, находящемуся в элементарном объеме,

dm – масса вещества в этом элементарном объеме.

Единицей поглощенной дозы является грей (Гр). 1 Гр = 1 Дж/кг

Также в качестве вспомогательных физических величин, позволяющих определить поглощенную дозу, в ряде случаев используются флюенс (например, для контроля уровня радиоактивного загрязнения поверхности) и керма:

Керма, K {kerma, K } Kinetic Energy Released in Material – кинетическая энергия, освобожденная в веществе – сумма начальных кинетических энергий всех заряженных частиц, переданных веществу незаряженным ионизирующим излучением, таким как фотоны или нейтроны.

Величина K , выражается формулой:

$$K = dE_{tr}/dm, \quad (2)$$

где dE_{tr} – сумма начальных кинетических энергий всех заряженных ионизирующих частиц, высвобожденных незаряженными ионизирующими частицами в массе вещества dm .

Единицей кермы является грей (Гр).

Нормируемые величины [142]

Дозиметрическими величинами, рекомендованными для целей обеспечения радиационной защиты [16, 35, 142], являются эквивалентная доза H_T в ткани или органе T {equivalent dose, H_T } и эффективная доза E {effective dose, E }.

Определение эквивалентной дозы H_T в ткани или органе T включает использование взвешивающего коэффициента для излучения w_R в качестве множителя поглощенной дозы для облучения типа R с целью учета относительной биологической эффективности (ОБЭ) излучения в индуцировании стохастических эффектов при низких дозах:

$$H_T = \sum_R w_R \times D_{T,R} , \quad (3)$$

где $D_{T,R}$ — средняя поглощенная доза в ткани или органе T для вида излучения R .

Единицей эквивалентной дозы является зиверт (Зв). На практике используется мЗв.

Определение эффективной дозы E включает использование взвешивающего коэффициента для ткани w_T в качестве множителя эквивалентной дозы для ткани T с целью учета различной чувствительности различных тканей и органов к индуцированию стохастических эффектов:

$$E = \sum_T w_T \times H_T , \quad (4)$$

где, после подстановки H_T из уравнения (2.3), получаем:

$$E = \sum_T w_T \times \sum_R w_R \times D_{T,R} , \quad (5)$$

Единицей эффективной дозы является зиверт (Зв). На практике используется мЗв.

Рекомендуемые значения w_R и w_T , которые основаны на рассмотрении опубликованных результатов биологических и эпидемиологических исследований, приведены в определениях терминов в Публикации 103 МКРЗ [13] и Международных основных нормах безопасности МАГАТЭ [16].

Как в международной, так и в российской нормативной базе установлены пределы дозы облучения персонала и населения. Эти пределы выражены в единицах эффективной или эквивалентной дозы (в зивертах (Зв) и миллизивертах (мЗв)). Ниже в таблице 3.6 представлены действующие в России пределы дозы.

**Действующие в России пределы дозы
(извлечения из таблицы 3.1 НРБ-99/2009) [35]
Основные пределы доз**

Нормируемые величины *	Пределы доз	
	персонал (группа А) **	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год:		
в хрусталике глаза ***	150 мЗв	15 мЗв
в коже ****	500 мЗв	50 мЗв
в кистях и стопах	500 мЗв	50 мЗв

Примечание:

- * Допускается одновременное облучение до указанных пределов по всем нормируемым величинам.
 ** Основные пределы доз, как и все остальные допустимые уровни воздействия персонала группы Б, равны 1/4 значений для персонала группы А. Далее в тексте все нормативные значения для категории персонала приводятся только для группы А.
 *** Относится к дозе на глубине 300 мг/см².
 **** Относится к среднему по площади в 1 см² значению в базальном слое кожи толщиной 5 мг/см² под покровным слоем толщиной 5 мг/см². На ладонях толщина покровного слоя – 40 мг/см². Указанным пределом допускается облучение всей кожи человека при условии, что в пределах усредненного облучения любого 1 см² площади кожи этот предел не будет превышен. Предел дозы при облучении кожи лица обеспечивает непревышение предела дозы на хрусталик от бета-частиц.

Операционные величины [142]

Поскольку эффективную или эквивалентную дозы непосредственно измерить невозможно, для измерения дозы внешнего облучения документами МКРЗ рекомендованы операционные величины. Операционные величины являются измеримыми, и оборудование для радиационного контроля откалибровано в единицах измерения этих величин. При штатном контроле значения операционных величин принимаются в виде достаточно точной оценки эффективной дозы и эквивалентной дозы в отдельных органах, особенно, если их значения лежат ниже пределов дозы.

Применение операционных величин для дозиметрического контроля внешнего облучения человека [142]

МКРЕ [143] проводит различие между сильнопроникающим излучением и слабопроникающим излучением. Если для заданной ориентации тела в однородном и однонаправленном поле излучения эквивалентная доза, полученная любой небольшой областью чувствительного слоя кожи, менее чем в десять раз превышает эффективную дозу, излучение считают сильнопроникающим. Если эквивалентная доза более чем в десять раз превышает эффективную дозу, излучение считают слабопроникающим.

Операционной величиной для индивидуального мониторинга является **индивидуальный эквивалент дозы $H_p(d)$** . При использовании операционной величины «индивидуальный эквивалент дозы» необходимо указывать рекомендуемую глубину d . Для сильнопроникающего излучения рекомендуемая глубина составляет

10 мм. Для слабопроникающего излучения рекомендуемая глубина составляет 0,07 мм. Для упрощения обозначения предполагается, что d выражается в миллиметрах, и поэтому индивидуальные эквиваленты дозы обозначаются, соответственно, как $H_p(10)$ и $H_p(0,07)$.

Для мониторинга хрусталика глаза может оказаться приемлемым использование дозиметров, откалиброванных для измерения $H_p(0,07)$, как указано в публикации [144]. Поэтому $H_p(0,07)$ можно считать хорошей операционной величиной для хрусталика.

Применение операционных величин для дозиметрического контроля рабочего места персонала (ДКРМ)

В тех случаях, когда индивидуальный контроль нецелесообразен, не отвечает требованиям или невозможен, облучение персонала может оцениваться на основе контроля рабочего места с учетом другой соответствующей информации, такой как данные о месте и продолжительности облучения.

В Публикации 103 МКРЗ [13] для целей дозиметрического контроля рабочего места персонала предложены следующие операционные величины:

- при определении эффективной дозы внешнего облучения – **амбиентный эквивалент дозы, $H^*(10)$** ;
- при определении эквивалентной дозы в хрусталике глаза – **направленный эквивалент дозы $H^*(3, \Omega)$** ;
- при определении эквивалентной дозы в коже, кистях и стопах – **направленный эквивалент дозы $H^*(0,07, \Omega)$** .

Подробная оценка численной зависимости между физическими величинами, величинами радиационной защиты и операционными величинами для контроля внешнего облучения персонала была проведена объединенной целевой группой МКРЗ и МКРЕ [145]. Концептуальная связь между этими величинами показана на рис. 4. [142].

Соответствие между нормируемыми и операционными величинами представлено в таблице 3.



Рис. 4 – Концептуальная зависимость между физическими, нормируемыми и операционными величинами, используемыми для целей радиационной защиты (контроль внешнего облучения) [142]

Соответствие между нормируемыми и операционными величинами при проведении ИДК

Нормируемая величина	Операционная величина	Положение индивидуального дозиметра	d , мм	Условное обозначение
Эффективная доза внешнего облучения	Индивидуальный эквивалент дозы $H_P(10)$	На нагрудном кармане спецодежды либо внутри него	10	$H_P(10)$
Эквивалентная доза внешнего облучения кожи	Индивидуальный эквивалент дозы $H_P(0,07)$	Непосредственно на поверхности наиболее облучаемого участка кожи	0,07	$H_P(0,07)$
Эквивалентная доза внешнего облучения кистей и стоп	Индивидуальный эквивалент дозы $H_P(0,07)$	На поверхности кистей и стоп	0,07	$H_P(0,07)$
Эквивалентная доза внешнего облучения хрусталика глаза	Индивидуальный эквивалент дозы $H_P(3)$	На лицевой части головы	3	$H_P(3)$
Эквивалентная доза на поверхности нижней части области живота женщины	Индивидуальный эквивалент дозы $H_P(10)$	На соответствующем месте поверх спецодежды	10	$H_P(10)$

Дозиметрия внутреннего облучения [142]

Доза внутреннего облучения не может быть измерена напрямую. Она может быть получена только на основе индивидуальных измерений таких величин, как активность радионуклида в организме или в образцах экскреции [34].

Индивидуальные измерения включают измерения, проводимые как прямыми, так и косвенными методами. Примерами прямых методов являются методы измерения активности радионуклида в организме, такие как спектрометрия всего тела, грудной клетки или щитовидной железы (спектрометр излучения человека – СИЧ). Примерами косвенных методов являются измерения активности *in vitro* в собранных биологических пробах или измерения, проведенные с использованием индивидуального отбора проб воздуха. Концептуальная основа оценки дозы при проведении таких измерений показана на рис. 5.



Рис. 5 – Общая схема оценки дозы внутреннего облучения на основе данных радиационного мониторинга [142]. Возможные альтернативные подходы к расчету показаны пунктирными линиями

Как показано на рис. 5, величиной, представляющей главный интерес в отношении дозы внутреннего облучения, является поступление радионуклида в организм I (т. е. активность радионуклида, поступившего в организм). Величину поступления в организм получают путем деления измеренного содержания в организме или скорости экскреции M на соответствующее значение $m(t)$:

$$I = M / m(t) , \quad (6)$$

где $m(t)$ — доля поступления, которая остается в организме (для прямых методов) или выведена из организма (для косвенных методов) в момент времени t после поступления [34]. Эта доля зависит от радионуклида, его химической и физической формы, пути поступления и времени t .

В случае поступления смеси радионуклидов или многократного поступления, значение поступления I_j радионуклида j может быть рассчитано с использованием соответствующего измеренного значения M_j и полученной доли $m(t)_j$.

Доза, ожидаемая в результате заданного поступления, I , называется **ожидаемой эффективной дозой $E(\tau)$** , где τ — период времени после поступления, в течение которого доза накапливается. Ожидаемая эффективная доза $E(\tau)$ обычно используется для текущей оценки облучения персонала, для которого τ принимается равной 50 годам. Для профессионального облучения учащихся в возрасте от 16 до 18 лет τ представляет собой период времени до достижения возраста 70 лет [142].

Для получения значения ожидаемой эффективной дозы $E(\tau)$ поступление I умножают на e , ожидаемую эффективную дозу на единицу перорального или ингаляционного поступления, в зависимости от обстоятельств.

В случае поступления смеси радионуклидов, поступление каждого радионуклида следует оценивать отдельно и умножать на соответствующий дозовый коэффициент (т. е. на соответствующую ожидаемую эффективную дозу на единицу поступления).

Следует иметь в виду, что ожидаемая доза может быть серьезно занижена, если дозовый коэффициент $h_T(g)$ или $e(g)$ применяется непосредственно к измеренному содержанию в организме, а не к предполагаемому поступлению.

Разработаны различные биокинетические модели для расчета значений $m(t)$ и $e(g)$ [142]. МКРЗ представила в графической и табличной форме значения $m(t)$ в определенные моменты времени для подгруппы радионуклидов (см. [34]). Сводные данные о дозовых коэффициентах $e(g)$ для поступления радионуклидов в организм персонала приведены в таблице III.2А Международного основного стандарта безопасности [16]. Эти дозовые коэффициенты основаны на методах расчета и параметрах, приведенных в Публикации 60 МКРЗ [12]. Опубликованные в настоящее время значения $m(t)$ и $e(g)$ заменены новыми значениями, представленными в Публикациях 130, 134, 137, 141, 151 МКРЗ [22-26] на основе обновленных биокинетических моделей и на основе методов расчета и параметров, приведенных в Публикации 103 МКРЗ [13].

МКРЗ предоставила данные о дозовых коэффициентах на единицу содержания в организме $z(t)$ [22-26]. Как показано на рис. 5, эти коэффициенты позволят рассчитать ожидаемую эффективную дозу непосредственно по результатам измерений при мониторинге без выполнения процесса расчета соответствующего поступления, в соответствии с уравнением:

$$E(\tau) = M \times z(t). \quad (7)$$

В ситуациях облучения от одного радионуклида при пероральном или ингаляционном поступлении без внешнего облучения предел поступления I_L , соответствующий пределу L эффективной дозы, определяется как:

$$I_L = L/e(g), \quad (8)$$

где $e(g)$ — соответствующее значение ожидаемой эффективной дозы на единицу поступления. При наличии внутреннего облучения, получаемого от ряда радионуклидов, или внешнего облучения суммарную эффективную дозу следует рассчитывать путем суммирования отдельных вкладов и сравнивать с соответствующим пределом эффективной дозы.

Потенциальную возможность ингаляционного поступления радионуклидов можно при необходимости оценивать путем измерения объемной активности в пробах воздуха. Допустимая объемная активность воздуха определяется как объемная активность аэрозолей, которая приведет к поступлению $I_{inh,L}$ в организм работника, постоянно подвергающегося облучению в течение одного года (в НРБ-99/2009 рабочий год принимается равным 1700 ч).

Следует подчеркнуть, что в ОСПОРБ-99/2010 [36] предусмотрено осуществление индивидуального дозиметрического контроля как путем использования индивидуальных дозиметров, так и с использованием расчетного способа. Хотя в ОСПОРБ-99/2010 не указано, как осуществляется расчетный способ дозиметрического контроля, но ясно, что он может быть реализован только путем измерения радиационной обстановки на рабочем месте (рабочих местах) работника и учета времени пребывания работника на рабочем месте (рабочих местах).

Поскольку ДКРМ характеризуется значительной неопределенностью определения индивидуальных доз, то он может использоваться для определения доз облучения персонала только в условиях нормальной эксплуатации ИИИ и только в том случае, если прогнозируемая доза облучения работника значительно ниже установленного дозового предела. В противном случае должны использоваться методы, основанные на проведении измерения дозы облучения конкретного работника с применением индивидуальных дозиметров, СИЧ, методов биофизического контроля.

Практическая значимость этого подхода заключается в том, чтобы не выполнять огромный объем индивидуальных инструментальных измерений в области малых доз облучения, а определять индивидуальную дозу каждого работника расчетным методом по результатам ДКРМ. За счет этого удастся сосредоточить основное внимание дозиметрической службы на тщательном контроле значимых (т. е. сопоставимых с годовым пределом) доз облучения персонала.

Суммарная доза [142]

В результате проведения индивидуального дозиметрического контроля внешнего облучения персонала и расчета ожидаемой эффективной дозы внутреннего облучения персонала определяется суммарная доза для каждого работника.

Нормируемые величины E и H_T относятся к сумме эффективных доз или эквивалентных доз, соответственно, полученных в результате облучения от внешних источников в течение заданного периода времени, и ожидаемых эффективных доз или ожидаемых эквивалентных доз, соответственно, в результате поступления

радионуклидов в течение того же периода времени. Суммарная эффективная доза E , полученная или ожидаемая в течение заданного периода времени, может быть оценена на основе операционных величин с помощью следующего уравнения [142]:

$$E = H_p(d) + \sum_j e(g)_{j,ing} \times I_{j,ing} + \sum_j e(g)_{j,inh} \times I_{j,inh} , \quad (9)$$

где

$H_p(d)$ — индивидуальный эквивалент дозы за заданный период времени;

$e(g)_{j,ing}$ — ожидаемая эффективная доза на единицу перорального поступления радионуклида j в возрастной группе g за тот же период времени;

$e(g)_{j,inh}$ — ожидаемая эффективная доза на единицу ингаляционного поступления радионуклида j в возрастной группе g за тот же период времени;

$I_{j,ing}$ — пероральное поступление радионуклида j за тот же период времени;

$I_{j,inh}$ — ингаляционное поступление радионуклида j за тот же период времени.

Для профессионального облучения соответствующими значениями $e(g)_{j,ing}$ и $e(g)_{j,inh}$ являются значения для персонала.

Общие нормативные положения дозиметрического контроля внешнего и внутреннего облучения персонала реализованы в НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010 [35, 36], а также в пакете методических документов (см. далее в разделе 2.4).

2.4. Нормативно-методическое обеспечение радиационной безопасности

2.4.1. Нормативный уровень обеспечения радиационной безопасности

В СССР, начиная с 1960-х годов, сложилась определенная структура нормативных документов в области обеспечения радиационной безопасности персонала и населения:

- Нормы радиационной безопасности;
- Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности;
- Отдельные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности для различных производств и технологий, где используются источники ионизирующего излучения.

В России во главе этой структуры стоит Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения». В соответствии с этим законом основу российской нормативной базы составляют Нормы радиационной безопасности и Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (до 1999 года – «Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений» – ОСП). Эти нормы и правила являются самостоятельными нормативными документами, содержащими гигиенические нормативы и требования по защите персонала радиационных объектов и проживающего в районе их расположения населения от вредного воздействия ионизирующего излучения. Приоритет НРБ и ОСПОРБ в системе государственного санитарно-эпидемиологического нормирования заключается в том, что никакой нормативный или методический документ в области обеспечения радиационной безопасности не должен противоречить регламентированным НРБ и ОСПОРБ нормативам и требованиям.

Действующие в настоящее время **Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009** являются шестой редакцией данного документа, начиная с 1969 года (НРБ-69, НРБ-76, НРБ-76/87, НРБ-96, НРБ-99, НРБ-99/2009). Планомерное совершенствование Норм радиационной безопасности основано на достижениях радиобиологии и радиационной гигиены, других смежных научных дисциплин, а также обусловлено обновлением международных рекомендаций МКРЗ и МАГАТЭ. Существенную роль в дополнениях, внесенных в НРБ-76/87 и НРБ-96, сыграл опыт ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

НРБ-99/2009 устанавливают:

- основные принципы обеспечения радиационной безопасности;
- требования к ограничению техногенного облучения персонала:
 - категории облучаемых лиц;
 - основные пределы дозы для категорий облучаемых лиц;
 - допустимые уровни воздействия ионизирующего излучения по ограничению облучения персонала;
 - нормативы планируемого повышенного облучения;
- требования к защите от природного облучения в производственных условиях;
- требования к ограничению облучения населения:
 - ограничение техногенного облучения в нормальных условиях;
 - ограничение природного облучения;
 - ограничение медицинского облучения;
- требования по ограничению облучения населения в условиях радиационной аварии;
- требования к контролю за выполнением норм.

Действующие в настоящее время **Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99/2010** также претерпели со временем несколько видоизменений (СП № 333-60, ОСП-72, ОСП-72/80, ОСП-72/87, ОСПОРБ-99, ОСПОРБ-99/2010). ОСПОРБ-99/2010 устанавливают требования по защите людей от вредного радиационного воздействия при всех условиях облучения, где действуют Нормы радиационной безопасности. Выполнение правил являются обязательным при проектировании, строительстве, эксплуатации, реконструкции, перепрофилировании и выводе из эксплуатации радиационных объектов и источников ионизирующего излучения.

В целях обеспечения радиационной безопасности персонала и населения при эксплуатации техногенных источников излучения ОСПОРБ-99/2010 устанавливают:

- классификацию радиационных объектов по потенциальной радиационной опасности;
- требования к размещению радиационных объектов и зонированию территорий:
 - требования к установлению санитарно-защитной зоны;
 - требования к установлению зоны наблюдения;
- требования к проектированию радиационных объектов;
- требования к организации работ с источниками излучения;
- требования к поставке, учету, хранению и транспортированию ИИИ;
- требования к выводу из эксплуатации радиационных объектов и источников излучения;
- требования к работам с закрытыми радионуклидными источниками;

- требования к работам с открытыми источниками излучения:
 - требования к установлению класса работ с открытыми источниками излучения;
 - требования к зонированию производственных помещений;
 - требования к санитарно-техническим системам обеспечения работ с открытыми источниками излучения;
- требования к санпропускникам и саншлюзам;
- требования к обращению с материалами и изделиями, загрязненными или содержащими техногенные радионуклиды;
- требования к обращению с радиоактивными отходами;
- требования к радиационному контролю при работе с техногенными источниками излучения;
- требования к методам и средствам индивидуальной защиты и личной гигиены персонала;
- требования к обеспечению радиационной безопасности при медицинском облучении;
- требования к обеспечению радиационной безопасности при воздействии природных источников излучения;
- требования обеспечения безопасности при радиационных авариях.

Если основным назначением Норм радиационной безопасности является установление нормативов, критериев и требований, обеспечивающих ограничение радиационного воздействия на человека (персонал и население), то Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности предназначены для установления именно правил безопасного проведения работ. В действующих ОСПОРБ-99/2010 этот подход соблюдается не в полной мере, поскольку в ОСПОРБ-99/2010 установлен ряд нормативов, для которых логичное место размещения – Нормы радиационной безопасности. В частности, в ОСПОРБ-99/2010 установлены нормативы, определяющие класс работ с открытыми источниками ионизирующего излучения (таблица 3.8.1), классификация жидких и твердых радиоактивных отходов (таблица 3.12), удельные активности техногенных радионуклидов, при которых допускается неограниченное использование твердых материалов (Приложение 3), допустимые удельные активности основных долгоживущих радионуклидов для неограниченного использования металлов и изделий на их основе (Приложение 4, предельные значения удельной и объемной активностей радионуклидов в отходах для отнесения их к радиоактивным отходам (приложение 5). Целесообразно при очередной актуализации указанных документов перенести нормативы в Нормы радиационной безопасности.

Вызывает серьезные возражения интерпретация величин, приведенных в Приложении 6 ОСПОРБ-99/2010. Это приложение имеет название: «Активности радионуклидов в закрытых радионуклидных источниках, при превышении которых на обращение с источником необходима лицензия (минимально лицензируемая активность)». Такая интерпретация величин, приведенных в приложении 6, не соответствует первоисточнику – документу МАГАТЭ [146], в котором они названы D-величинами. Dangerous Quantity – опасное количество – это такое количество радиоактивного вещества, которое в отсутствие контроля может быть задействовано в осуществлении сценария, приводящего к смерти облученного человека или

нанесению его здоровью постоянного вреда, снижающего качество его жизни. Таким образом, приложение 6 необходимо перенести в Нормы радиационной безопасности и дать ему правильную интерпретацию в соответствии с документом МАГАТЭ.

НРБ-99, ОСПОРБ-99 основаны на Публикации 60 МКРЗ и других международных документах 1990-х годов. В 2009 году Нормы радиационной безопасности НРБ-99 были переработаны с учетом практики их применения и утверждены в виде НРБ-99/2009 [35]. Изменения носили не принципиальный, в основном, редакционный характер. Также в 2010 году были актуализированы Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99. Новая редакция документа была утверждена в виде ОСПОРБ-99/2010 [36]. В 2013 году в ОСПОРБ-99/2010 были внесены изменения с целью реализации положений Федерального закона от 11.07.2011 № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Кроме документов, реализующих порядок обеспечения радиационной безопасности в соответствии с Федеральными законами от 30.03.1999 № 52-ФЗ и от 09.01.1996 № 3-ФЗ, действуют еще документы Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) в соответствии с Федеральным законом от 21.11.1995 № 170-ФЗ. Эти документы носят название федеральные нормы и правила. В соответствии с Положением о Ростехнадзоре, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 30.07.2004 № 401, федеральные нормы и правила устанавливают требования по обеспечению безопасности ядерных установок, радиационных источников, пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилищ радиоактивных отходов.

В нормативной базе Ростехнадзора в настоящее время действуют более 100 различных федеральных норм и правил.

В развитие основных нормативных документов НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010 в системе санитарного законодательства исторически сложилась практика разработки санитарных правил, регулирующих требования обеспечения безопасности для отдельных производств, ядерных установок, радиационных источников и видов деятельности.

Государственными санитарно-эпидемиологическими правилами и гигиеническими нормативами (санитарными правилами) устанавливаются санитарно-эпидемиологические требования – обязательные требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания, условий деятельности юридических лиц и граждан, в том числе индивидуальных предпринимателей, используемых ими территорий, зданий, строений, сооружений, помещений, оборудования, транспортных средств, несоблюдение которых создает угрозу жизни или здоровью человека, угрозу возникновения и распространения заболеваний. В период после 2000 года специалистами ГНЦ «Институт биофизики» (с 2008 года ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России) разработаны более 20 санитарных правил по различным аспектам обеспечения радиационной безопасности персонала и населения. Важно отметить, что санитарные правила для отдельных областей и видов деятельности (например, для атомных станций, для исследовательских реакторов, для обращения с радиоактивными

отходами и др.) разрабатываются в дополнение к НРБ и ОСПОРБ и большей степени содержат конкретные требования, учитывающие специфику указанных видов деятельности.

СанПиН 2.6.1.07-03 «Гигиенические требования к проектированию предприятий и установок атомной промышленности» СПП ПУАП-03

Правила распространяются на все учреждения, организации и предприятия Госкорпорации «Росатом» добывающие, производящие, перерабатывающие, применяющие, хранящие, транспортирующие, обезвреживающие и захоранивающие радиоактивные вещества, ядерные материалы и другие источники излучений. СПП ПУАП-03 являются обязательными к исполнению при проектировании, сооружении, эксплуатации, выводе из эксплуатации, реконструкции и перепрофилировании объектов, цехов, участков и установок, предназначенных для работ с ядерными материалами, радиоактивными веществами и другими источниками излучений.

Впервые в практике государственного санитарно-эпидемиологического нормирования в СПП ПУАП-03 регламентируют требования к сырью и готовой продукции предприятий Госкорпорации «Росатом», которые должны соответствовать техническим условиям (ТУ) и отвечать предъявляемым к ним требованиям по обеспечению радиационной безопасности, а именно:

- предельное содержание высокотоксичных радионуклидов;
- удельная альфа- и бета-активность;
- мощность дозы внешнего гамма- и нейтронного облучения;
- предельные уровни поверхностного загрязнения радионуклидами и т. п.

Новым элементом в СПП ПУАП-03 являются требования к постоянному повышению уровня культуры безопасности, которая является составной частью общей культуры производства и представляет собой совокупность видов деятельности администрации и поведения персонала, направленных на обеспечение безопасности радиационно-опасных производств. Администрация радиационно-опасных объектов должна проводить политику, показывающую, что обеспечение безопасности облагает высшим приоритетом перед остальными видами деятельности предприятия.

В 2019 году подготовлена актуализированная редакция санитарных правил с измененным названием «Гигиенические требования к обращению с техногенными источниками ионизирующего излучения в производственных условиях (СП ОТИИ-19)», которая вследствие действия механизма «регуляторной гильотины» до настоящего времени не утверждена.

СанПиН 2.61.24-03 «Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций СП АС-03»

Обеспечение радиационной безопасности атомных станций (АС) должно осуществляться путем проведения комплекса специальных мероприятий:

- установлением и выполнением требований радиационной безопасности на промышленной площадке АС и прилегающих к ней территориях;
- контролем за состоянием физических барьеров АС на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ;
- локализацией источников радиационного воздействия и защитой персонала и населения при нормальной эксплуатации и в случае аварии на АС.

Для действующих АС настоящими Правилами устанавливается квота на облучение населения, равная 250 мкЗв в год, а для проектируемых и строящихся АС – 100 мкЗв в год. Данные квоты устанавливаются на суммарное облучение населения от радиоактивных газоаэрозольных выбросов в атмосферу и жидких сбросов в поверхностные воды в целом для АС независимо от количества энергоблоков на промышленной площадке.

Основным организационно-техническим принципом обеспечения радиационной безопасности является строгое соблюдение персоналом режима зон. Впервые в практике государственного санитарно-эпидемиологического нормирования в СП АС-03 содержится требование деления зданий и сооружений АС на зоны:

- зону контролируемого доступа (ЗКД) – производственные помещения, где осуществляется обращение с источниками излучения и возможно воздействие радиационных факторов на персонал. Доступ в помещения ЗКД должен осуществляться через санпропускник;
- зону свободного доступа – вспомогательные и административные помещения, где при нормальной эксплуатации АС не осуществляется обращение с источниками излучения и, как правило, практически исключается воздействие на персонал радиационных факторов.

В Правилах включена система мероприятий по обеспечению надежности профессиональной деятельности персонала, которая включает в себя:

- профессиональный отбор персонала;
- подготовку персонала и его стажировку на рабочих местах;
- обеспечение эргономических требований к средствам отображения информации, органам управления и к рабочим местам операторов в целом;
- обеспечение санитарно-гигиенических и эргономических требований к производственному оборудованию АС;
- обеспечение санитарно-гигиенических требований к факторам рабочей среды (микроклимат, шум и т. д.);
- психофизиологический и медицинский контроль состояния персонала;
- использование оптимальных режимов труда и отдыха.

В 2017 году подготовлена актуализированная редакция санитарных правил, которая до настоящего времени не введена в действие.

СП 2.6.1.2216-07 «Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ – СП СЗЗ и ЗН»

СП СЗЗ и ЗН определяют гигиенические требования к порядку установления санитарно-защитных зон и зон наблюдения, обоснованию их размеров в зависимости от категории потенциальной опасности радиационного объекта, а также регламентируют условия эксплуатации этих зон и меры по обеспечению безопасности населения и окружающей среды.

В развитие требований действовавших в то время ОСПОРБ-99 правилами установлено, что:

- критерием для определения размеров санитарно-защитной зоны (СЗЗ) является непревышение на ее внешней границе годовой эффективной дозы облучения населения – 1 мЗв/год, или квоты предела годовой эффективной дозы облучения населения, утвержденной органом исполнительной власти,

уполномоченным осуществлять федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор;

- любое изменение размеров СЗЗ действующих объектов должно быть обосновано и сопровождаться разработкой проекта, отражающего данные изменения;
- размер зоны наблюдения может быть изменен на основе анализа информативности радиационного контроля при нормальной эксплуатации радиационного объекта, а также в случае изменения размеров соответствующей СЗЗ.

В 2019 году подготовлена актуализированная редакция санитарных правил с измененным названием «Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения в районе размещения ядерной установки, радиационного источника или пункта хранения. Условия эксплуатации и обоснование границ. (СП СЗЗ и ЗН-19)». В новой редакции правил впервые в практике государственного санитарно-эпидемиологического нормирования при установлении размеров СЗЗ радиационного объекта содержится требование проведения дополнительной оценки соответствия радиационного объекта нормативным требованиям в части химического и физического (нерадиационного) воздействия на население:

- радиационный объект соответствует нормативным требованиям в части химического воздействия на население, если на границе СЗЗ и за ее пределами соблюдаются предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ, источником выбросов которых является данный объект, для атмосферного воздуха населенных мест с учетом фоновых концентраций;
- радиационный объект соответствует нормативным требованиям в части физического (нерадиационного) воздействия на население, если на границе СЗЗ и за ее пределами соблюдаются предельно-допустимые уровни.

Перечень действующих в настоящее время санитарных правил в области обеспечения радиационной безопасности в атомной отрасли (кроме медицины) в хронологическом порядке их принятия представлен в Приложении 4 к настоящей монографии.

2.4.2. Методический уровень обеспечения радиационной безопасности

Введение в 1999 году новых Норм радиационной безопасности НРБ-99 и Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99, основанных на положениях Публикации 60 МКРЗ, потребовало разработки нового пакета методических документов, излагающих методы измерения и расчета новых дозиметрических величин. Такая работа была осуществлена под руководством Методического совета по обеспечению радиационной безопасности при Департаменте безопасности и чрезвычайных ситуаций Минатома России в 2000-2006 годах. Разработанные и введенные в действие документы были опубликованы в пятитомном сборнике [147-151].

С учетом ввода в действие НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010 (с изменением № 1 от 16 сентября 2013 года) и принятия новых базовых международных документов в области радиационной защиты, в частности Международных основных норм без-

опасности МАГАТЭ [16] возникла необходимость разработки новой редакции методических документов взамен действовавших с 2001-2003 годов, а также разработки новых документов с учетом запросов практических работников. Эта работа была выполнена в рамках деятельности Совета по методическому обеспечению радиационной безопасности предприятий Госкорпорации «Росатом» сотрудниками ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России с участием авторов данной монографии, других ученых и специалистов предприятий атомной отрасли.

В итоге данной работы был разработан пакет методических документов, в которых подробно изложен порядок проведения радиационного контроля. Разработанные методические указания утверждены ФМБА России и опубликованы в шеститомном сборнике «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли» (2016-2019) [152-157].

Методическими указаниями первого уровня являются МУ 2.6.5.028-2016 «Определение индивидуальных эффективных и эквивалентных доз и организаций контроля профессионального облучения в условиях планируемого облучения. Общие требования». [158], которые развивают и конкретизируют общие требования к организации и проведению дозиметрического контроля облучения персонала, установленные в НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010. В этом документе установлены общие требования к процедурам определения индивидуальной эффективной и эквивалентной дозы внешнего и внутреннего облучения персонала предприятий и организаций Госкорпорации «Росатом», работающего с источниками ионизирующего излучения в условиях планируемого облучения.

В МУ 2.6.5.028-2016 установлен критерий введения индивидуального дозиметрического контроля в виде уровня введения контроля $У_{ВК}$ (см. табл. 4). Если прогнозируемая годовая доза облучения работника превышает $У_{ВК}$, то осуществляется индивидуальный дозиметрический контроль. При прогнозируемой дозе ниже $У_{ВК}$ проводится ДКРМ.

Критерии введения ИДК приведены в табл. 4.

При разработке МУ 2.6.5.028-2016 был решен и такой важный для практики вопрос, как установление операционных величин мощности дозы. Наличие таких величин необходимо при проведении оперативного контроля радиационной обстановки с помощью дозиметров, регистрирующих мощность дозы излучения на рабочих местах. Поскольку действующими международными и российскими документами такой операционной величины для мощности дозы не установлено, в МУ 2.6.5.028-2016 рекомендованы производные величины от операционных величин, применяемые при оперативном контроле полей излучения для целей ДКРМ (см. табл. 5).

Таблица 4

**Критерии введения ИДК с помощью индивидуальных дозиметров
(для контроля внешнего облучения), методов СИЧ и контроля биосубстратов
(для контроля внутреннего облучения)**

Контролируемая величина	$У_{ВК}$, мЗв
Годовая эффективная доза внешнего облучения фотонами	Не установлен
Годовая эффективная доза внешнего облучения любым излучением, кроме фотонного	1
Годовая эффективная доза внутреннего облучения	1– 5
Годовая эквивалентная доза облучения хрусталика глаза, кожи, кистей и стоп	20

Производные величины от операционных величин при ДКРМ

Нормируемая величина	Производная величина от операционной величины, используемая для расчета дозы и сопоставления с нормируемой величиной	Условное обозначение
Эффективная доза внешнего облучения	Мощность амбиентного эквивалента дозы	\dot{H}^* (10)
Эквивалентная доза внешнего облучения на поверхности нижней части области живота женщин	Мощность амбиентного эквивалента дозы	\dot{H}^* (10)
Эквивалентная доза внешнего облучения хрусталика глаза	Мощность направленного эквивалента дозы	\dot{H}' (3, Ω)
Эквивалентная доза внешнего облучения кожи, кистей и стоп	Мощность направленного эквивалента дозы	\dot{H}' (0,07, Ω)

В МУ 2.6.5.028-2016 в Приложении 1 «Термины и определения» систематизированы основные термины в области радиационной безопасности, введенные как в российских нормативно-правовых и инструктивно-методических документах, так и в международных документах. В этом плане приложение 1 является шагом на пути создания русскоязычного общего глоссария терминов в области радиационной безопасности.

Методическими документами второго уровня являются МУ 2.6.5.026-016 [159], МУ 2.6.1.065-2014 [160] и МУ 2.6.5.008-2016 [161].

Методические указания МУ 2.6.5.026-2016 «Дозиметрический контроль внешнего профессионального облучения. Общие требования» [159] детализируют общие требования и принципы организации, планирования и проведения дозиметрического контроля, изложенные в МУ 2.6.5.028-2016. Приведены технические и метрологические требования к средствам контроля доз внешнего облучения согласно стандартам Международной электротехнической комиссии (МЭК).

Методические указания МУ 2.6.1.065-2014 «Дозиметрический контроль профессионального внутреннего облучения. Общие требования» [160] распространяются на систему организации и осуществления дозиметрического контроля внутреннего облучения персонала при поступлении радиоактивных веществ в организм человека через органы дыхания (ингаляционное поступление). В методических указаниях установлены общие требования к методам определения индивидуальных доз облучения, планированию, организации и проведению дозиметрического контроля внутреннего облучения профессиональных работников при обращении с радиоактивными веществами в открытом виде в контролируемых условиях техногенного облучения.

Все положения нового документа согласованы с требованиями международных стандартов ISO 20553:2006 [162] и ISO 27048:2011 [163]. В частности, в тексте МУ приведена таблица допустимых значений интервалов между измерениями для проведения текущей программы индивидуального дозиметрического контроля, изменены требования к допустимым уровням неопределенности при определении индивидуальной дозы внутреннего облучения, изменен термин групповой дозиметрический контроль на ДКРМ (дозиметрический контроль рабочих мест),

изменен способ расчета максимального значения индивидуальной ожидаемой эффективной дозы (ОЭД) работников при проведении ДКРМ, изменен термин Регламент ДК на Порядок ДК, а также конкретизированы требования к содержанию Порядка ДК и к методикам расчета дозы. В Приложениях приведены критические значения измеряемых величин при проведении текущего дозиметрического контроля, соответствующие значению ОЭД, равному 0,1 мЗв, а также стандартная процедура расчета поступления и ОЭД работника при проведении индивидуального дозиметрического контроля, в основном, повторяющая процедуру, представленную в стандарте ISO 27048:2011.

Методические указания **МУ 2.6.5.008-2016** «Контроль радиационной обстановки. Общие требования» содержат основные требования к организации и объему контроля в контролируемых условиях и при аварийной ситуации на радиационных объектах Госкорпорации «Росатом» [161], а также вопросы метрологического обеспечения измерений и требования к представлению, протоколированию и хранению информации о результатах контроля радиационной обстановки. Основные изменения обусловлены необходимостью учёта требований МУ 2.6.5.028-2016.

В приложениях к МУ 2.6.5.008-2016 приведены технические требования к аппаратуре контроля радиационной обстановки согласно положениям Международной электротехнической комиссии (МЭК) и Международной организации по стандартизации (ИСО).

Методические указания третьего уровня излагают процедуры решения конкретных дозиметрических задач по обеспечению радиационной безопасности.

Методические указания **МУ 2.6.5.010-2016** «Обоснование границ и условия эксплуатации санитарно-защитных зон и зон наблюдения радиационных объектов» [164] устанавливают методику расчета и обоснования границ санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и зоны наблюдения (ЗН) радиационного объекта как территорий, обеспечивающих безопасность населения при нормальной эксплуатации радиационного объекта. Методические указания МУ 2.6.5.010-2016 предназначены для применения на всех этапах жизненного цикла радиационного объекта с целью ограничения негативного воздействия радиационных, физических (нерадиационных) и химических факторов на население. К особенностям документа следует отнести описание процедуры оценки соответствия радиационного объекта нормативным требованиям в части химического и физического (нерадиационного) воздействия на население.

Методические указания **МУ 2.6.5.037-2016** «Контроль эквивалентной дозы фотонного и бета-излучения в коже и хрусталике глаза» [165] развивают основные положения МУ 2.6.5.028-2016, НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010 применительно к контролю эквивалентных доз фотонного и бета-излучения в коже и хрусталике глаза. Методические указания устанавливают общие требования к индивидуальному дозиметрическому контролю внешнего облучения кожного покрова и хрусталика глаза персонала и распространяются на систему организации и осуществления контроля внешнего облучения кожи и хрусталика глаза персонала при работах в полях фотонного и бета-излучения от техногенных источников ионизирующего излучения

в условиях планируемого облучения. В связи с расширением применения источников импульсного излучения в документе отдельно рассматриваются проблемы дозиметрии в импульсных полях излучений, где при небольшом среднем значении мощности дозы мощность дозы в импульсе может существенно превышать измерительные возможности электронных дозиметров.

Методические указания **МУ 2.6.5.027-2016** «Контроль ингаляционного поступления радионуклидов в организм персонала на плутониевых производствах» [166] распространяются на систему организации и осуществления контроля ингаляционного поступления радионуклидов плутония и америция в организм персонала на плутониевых производствах в стандартных условиях. Устанавливаются общие правила планирования, организации и проведения контроля ингаляционного поступления радионуклидов плутония и америция в организм персонала в контролируемых условиях техногенного облучения. Общие положения нового документа соответствуют положениям МУ 2.6.1.065-2014 и международных стандартов ISO 20553:2006 и ISO 27048:2011. В документе впервые приведены правила планирования, организации и проведения контроля ингаляционного поступления радионуклидов плутония и америция для персонала в контролируемых условиях техногенного облучения. В тексте МУ приведены таблицы, конкретизирующие требуемые значения порогов измерений радионуклидов плутония и америция при определении: объемной активности аэрозолей, инкорпорированной активности в теле человека *in vivo* и в биопробах *in vitro* для разных условий ингаляционного поступления в организм персонала. Приведена таблица допустимых интервалов между измерениями плутония и америция при проведении текущего и подтверждающего ИДК внутреннего облучения. В приложениях представлены стандартная и специальная процедуры расчета поступления и ОЭД, а также дана информация об основных методах и средствах измерения, используемых для проведения ИДК внутреннего облучения персонала на плутониевых производствах.

Методические указания **МУ 2.6.5.040-2016** «Определение дозы незапланированного или аварийного облучения персонала предприятий Госкорпорации «Росатом» [167] распространяются на ситуации незапланированного облучения персонала (НПО) и на ситуации аварийного облучения (АО) персонала предприятий Госкорпорации «Росатом». НПО, в рамках данного документа, – облучение персонала, которое является следствием действий персонала, не запланированных при нормальной эксплуатации источника ионизирующего излучения, или следствием нарушения нормальных условий эксплуатации источника ионизирующего излучения, при котором произошло отклонение от установленных эксплуатационных пределов и условий, и которое не квалифицируется как радиационная авария. К НПО относятся случаи выполнения радиационно-опасных работ в соответствии с п.3.2.2 НРБ-99/2009. АО – облучение персонала, которое является следствием радиационной аварии. Методические указания устанавливают порядок определения (восстановления) индивидуальной дозы НПО и АО персонала предприятий Госкорпорации «Росатом» с целью дальнейшего проведения в установленном порядке необходимых мер медицинской, а также социальной защиты облученного работника.

Методические указания **МУ 2.6.5.004–2016** «Экспрессная оценка дозы гамма-нейтронного излучения с помощью воксел-фантомной технологии расчетов при возникновении самопроизвольной цепной реакции на ядерно-опасных участках предприятий ядерно-оружейного комплекса» [168] позволяют оценить дозу гамма-нейтронного излучения непосредственно на ядерно-опасном участке (установке) сотрудниками службы радиационной безопасности предприятия с использованием прилагаемой компьютерной программы.

В качестве исходных данных для каждого пострадавшего вводятся:

- доза гамма-излучения (по показаниям носимого дозиметра);
- доза нейтронного излучения (по показаниям носимого дозиметра);
- ориентация пострадавшего относительно источника излучения в момент СЦР.

Расчеты по специальной компьютерной программе занимают не более 1 минуты. Результатами расчета являются средние поглощенные дозы (в Гр) нейтронного, гамма-излучения, а также их суммы для всех жизненно важных органов (почек, красного костного мозга – ККМ, сердца, легких, печени).

Методические указания **МУ 2.6.5.032-2017** «Контроль радиоактивного загрязнения поверхностей» [169] устанавливают порядок и методы проведения контроля загрязнения радиоактивными нуклидами поверхностей рабочих помещений, оборудования, транспортных средств, кожных покровов, средств индивидуальной защиты персонала и других объектов. Целью контроля радиоактивных загрязнений поверхностей является получение достоверной информации о фактических уровнях радиоактивного загрязнения поверхностей контролируемых объектов, на основе которой разрабатываются и реализуются организационные и технические мероприятия по обеспечению безопасных условий труда. В документе изложен порядок проведения измерений для приборного метода контроля общего радиоактивного загрязнения поверхностей, метода мазков и приборного разностного метода контроля снимаемого радиоактивного загрязнения.

Основное внимание при проведении измерений уделяется своевременному обнаружению вновь возникшего радиоактивного загрязнения в помещениях постоянного пребывания персонала с целью оперативного расследования инцидента, установления источника и причин радиоактивного загрязнения и прекращения его действия, устранения причин возникновения источника радиоактивного загрязнения, локализации возникшего загрязнения, предотвращения его распространения и эффективной дезактивации загрязненных поверхностей.

Методические указания **МУ 2.6.5.033-2017** «Организация вентиляции на радиационно опасных предприятиях (производствах) Госкорпорации «Росатом» [170] устанавливают санитарно-гигиенические и технические требования к общеобменной и местной вентиляции, воздушному отоплению, средствам газоочистки и к организации контроля за их работой.

Технологическая вентиляция должна обеспечивать удаление газов и пылевоздушных смесей, образующихся в результате работы производственного оборудования, компенсацию тепловыделения и поддержание скорости движения воздуха в технологических проемах для исключения проникновения вредных химических веществ из оборудования в воздух помещений, а также обеспечивать необходимое разрежение в оборудовании по отношению к помещению, в котором оно находится.

Ремонтная вентиляция должна обеспечивать локализацию источников выделения вредных химических веществ и исключать загрязнение воздуха на рабочих местах при проведении ремонтных работ.

Аварийная вентиляция предназначена для локализации аварийных выбросов внутри производственных помещений с целью защиты воздуха в помещениях и в окружающей среде.

Методические указания **МУ 2.6.5.052-2017** «Дозиметрия. Определение индивидуальной эффективной дозы нейтронного излучения» [171] излагают методы дозиметрии нейтронного излучения, которые очень сильно зависят от характеристик полей нейтронного излучения. Это обусловлено широким диапазоном энергии нейтронов (больше девяти порядков величины). В таком диапазоне энергии существенно изменяются физические процессы взаимодействия нейтронов с веществом. Операционные величины (амбиентный или индивидуальный эквивалент дозы), измеряемые при радиационном контроле, основаны на эквивалентах дозы и включают в себя взвешивающие коэффициенты, которые существенно меняются с энергией нейтронов.

В данных МУ рассмотрен многошаровой метод спектрометрии нейтронов как метод спектрометрии, получивший наибольшее применение для широкого диапазона энергии нейтронов. Также представлены различные методы дозиметрии для целей радиационного контроля.

Методические указания **МУ 2.6.5.053-2017** «Организация аварийного радиационного контроля внешнего облучения персонала при проведении работ на ядерно-опасных участках предприятий Госкорпорации «Росатом». Общие требования» [172] устанавливают порядок решения задачи обнаружения факта радиационной аварии и достоверной оценки индивидуальной дозы внешнего облучения участников аварии для оценки медицинских последствий аварийного облучения.

Система аварийного радиационного контроля внешнего облучения предусматривает использование индивидуальных дозиметров фотонного и нейтронного излучения, размещаемых на теле и конечностях работника, автоматизированных стационарных дозиметрических постов и переносных приборов, размещаемых на рабочих местах персонала.

Для предварительной оценки дозы аварийного облучения могут быть использованы следующие методы:

- метод определения дозы с помощью индивидуальных, переносных и стационарных дозиметров;
- метод предварительной оценки поглощенной дозы нейтронного излучения в точке нахождения участников аварии при СЦР по величине мощности дозы гамма излучения от торса участника аварии;
- метод предварительной оценки флюенса нейтронного излучения в точке нахождения участника аварии при СЦР по величине наведенной активности в крови участника аварии;
- метод оценки поглощенной дозы по хромосомным абберациям лимфоцитов крови;
- метод предварительной оценки дозы облучения нейтронами отдельных органов участников аварии при СЦР;

- метод измерения наведенной активности, сопутствующих предметов, изъятых у участников аварии;
- метод ЭПР-спектрометрии зубов участников аварии;
- метод ЭПР-спектрометрии тканей одежды участников аварии;
- оценка дозы гамма-нейтронного излучения с помощью воксел-фантомной технологии расчётов;
- моделирование аварийной ситуации (если это возможно).

Методические указания **МУ 2.6.5.054-2017** «Оптимизация радиационной защиты персонала предприятий Госкорпорации «Росатом» [173] устанавливают подходы к совершенствованию защиты облучаемых лиц на основе установления баланса вреда от облучения и ресурсов, необходимых для защиты.

Оптимизация осуществляется как циклический процесс для:

- оценки необходимости принятия мер;
- определения возможных вариантов защиты для поддержания облучения настолько низким, насколько это возможно с учётом экономических и социальных факторов;
- выбора наилучшего варианта с учетом превалирующих обстоятельств;
- реализации выбранного варианта с помощью программы эффективной оптимизации;
- периодического рассмотрения ситуации облучения для оценки, требуют ли превалирующие обстоятельства проведения скорректированных защитных мероприятий.

Результатом процедуры оптимизации является получение результата, который может рассматриваться как рекомендация, помогающая ответственному лицу принять оптимальное решение.

Методические указания **МУ 2.6.1.044-08** «Установление класса работ при обращении с открытыми источниками излучения».

Методические указания вводят в действие систему критериев для установления класса работ при работе с открытыми источниками ионизирующих излучений. Согласно ОСПОРБ 99/2010 класс работ устанавливается в зависимости от группы радиационной опасности радионуклида как потенциального источника внутреннего облучения и суммарной активности радионуклидов на рабочем месте.

Для установления класса работ с открытыми источниками излучения при переработке урана и его соединений на предприятиях по фабрикации ядерного топлива, добыче и переработке урановой руды в качестве гигиенического критерия принимается фактическая суммарная активность радионуклидов (термин, введенный МУ 2.6.1.044 -08) – суммарная активность радионуклидов, поступающая в воздушную среду производственных помещений и определяющая потенциальную опасность внутреннего облучения персонала на рабочем месте.

Руководство **Р 2.6.5.026 – 15** «Обеспечение радиационной безопасности персонала и населения при проведении работ по реабилитации загрязненных радионуклидами участков территории».

Работы по реабилитации загрязненных радионуклидами участков территории должны выполняться с соблюдением требований обеспечения безопасности как

персонала, так и населения. Основными радиационными факторами при работах по реабилитации территории являются поверхностное загрязнение радиоактивными веществами, поступление радионуклидов в организм при дыхании и гамма-излучение от загрязненных участков.

В проекте реабилитации должен быть приведен прогноз радиационной обстановки на реабилитированной территории в зависимости от принятого варианта ее конечного состояния. Выполнение работ на радиационно-загрязненных участках территории и работ по обращению с радиоактивными отходами должно производиться по специальным регламентам и программам.

Руководство Р 2.6.5.026 – 15 содержит требования практически по всем основным аспектам безопасности персонала и населения при проведении работ по реабилитации загрязненных радионуклидами территорий промышленных объектов при выводе их из эксплуатации, территорий, загрязненных в результате радиационных аварий и испытаний ядерного оружия.

Руководство **Р 2.6.5.064 – 16** «Радиационно-гигиенические требования к утилизации судов атомно-технологического обслуживания».

Руководство разработано ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна совместно с ФГУП НИИ ПММ ФМБА России. Утилизация судов представляет собой деятельность, связанную с разделкой судна, транспортировкой и ликвидацией или повторным использованием материалов, узлов и компонентов утилизированного судна. Утилизация судна атомно-технологического обслуживания (АТО) характеризуется большим объемом работ и сложностью их выполнения.

Принципиальная технология утилизации судов АТО предусматривает проведение работ в соответствии со следующими основными этапами:

- вывод судна из состава флота;
- промежуточное хранение судна в режиме холодного отстоя на плаву с обеспечением ядерной и радиационной безопасности;
- подготовку предприятия-исполнителя работ к проведению работ по утилизации судна в соответствии с проектом утилизации;
- комплексное инженерное и радиационное обследование судна;
- подготовку судна к утилизации (выгрузка ОЯТ, РАО, горюче-смазочных материалов, технологических сред и пр.);
- перевод судна на твердое основание, разрезку на блоки, утилизацию корпусных конструкций, формирование блок-упаковок;
- передачу блок-упаковок на длительное хранение.

В документе представлены требования по обеспечению радиационной безопасности на всех этапах утилизации судов АТО.

Методические указания **МУ 2.6.5.044 – 2020** «Обеспечение радиационной безопасности персонала при долговременном хранении реакторных отсеков утилизированных атомных подводных лодок и блок-упаковок судов атомного технологического обслуживания».

Методические указания разработаны ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна совместно с ФГУП НИИ ПММ ФМБА России. Они определяют санитарно-гигиенические и организационные требования по обеспечению радиационной безопасности персо-

нала при долговременном хранении реакторных отсеков утилизированных подводных лодок с ядерной силовой установкой и блок-упаковок утилизированных судов АТО.

Значения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения на поверхности реакторного отсека и блок-упаковки не должны превышать следующих значений:

- в любой точке на наружной поверхности не более 2 мЗв/час;
- на расстоянии 1 м от наружной поверхности не более 0,1 мЗв/час.

Посещение реакторных отсеков утилизируемых АПЛ, блок-упаковок судов АТО на все время долговременного хранения не предусмотрено.

Объем радиационного контроля при возникновении аварии в пунктах хранения реакторных отсеков утилизированных АПЛ и блок-упаковок судов АТО определяется на стадии проектирования пункта временного хранения и уточняется при разработке планов мероприятий по защите персонала и по защите населения на случай аварии.

Руководство **Р ФМБА 2.6.5. 001-2024** «Гигиенические критерии для установления контрольных уровней параметров радиационной обстановки и доз облучения персонала».

Исходя из требований НРБ-99/2009, руководством Р ФМБА 2.6.5. 001-2024 предписано устанавливать КУ для следующих радиационных величин:

- эффективной дозы внешнего облучения персонала;
- ожидаемой эффективной дозы внутреннего облучения персонала;
- эквивалентной дозы облучения кожи, хрусталика глаза, кистей и стоп;
- параметров радиационной обстановки (мощности амбиентного эквивалента дозы внешнего облучения, объёмной активности радионуклидов в воздушной среде, плотности потока ионизирующих частиц, загрязнённости поверхностей радиоактивными веществами и др.).

Руководством предписано, что для решения задач управления радиационной безопасностью персонала и оперативного контроля за радиационной обстановкой могут устанавливаться следующие виды КУ:

- максимально возможные КУ, устанавливаемые из условия гарантированного непревышения допустимых значений параметров радиационной обстановки и пределов доз облучения. Эти значения КУ устанавливаются в начальный период эксплуатации радиационного объекта на основе допустимых значений радиационных параметров с учётом неопределённости результатов измерений;
- КУ, устанавливаемые из условия закрепления достигнутых значений параметров радиационной обстановки на уровне ниже допустимых. Эти значения КУ устанавливаются на основе сбора, обобщения и статистического анализа результатов радиационного контроля за предыдущий период (не менее одного года) после завершения начального периода эксплуатации;
- КУ, которые превышают допустимые значения параметров радиационной обстановки, могут устанавливаться в тех случаях, когда время радиационного воздействия мало, а снижение существующих уровней связано со значительными трудо- и дозо-затратами.

Внедрение Руководства позволило конкретизировать требования нормативных документов по установлению КУ в целях совершенствования системы радиационного контроля при обращении с источниками ионизирующего излучения в производственных условиях.

Совет по методическому обеспечению радиационной безопасности в организациях Госкорпорации «Росатом» и основные его задачи

Все перечисленные выше Методические указания, а также многие методические документы и рекомендации были разработаны под руководством Совета по методическому обеспечению радиационной безопасности в организациях Госкорпорации «Росатом» (в 1997-2013 году – Методический совет по радиационной безопасности). С учетом большого вклада этого совета в развитие системы регулирования радиационной безопасности в России необходимо кратко остановиться на его истории.

В России в области научно-методического обеспечения радиационной безопасности в атомной отрасли за прошедшую четверть века накоплен очень полезный опыт привлечения широкого круга специалистов и объединения их усилий.

Введение в действие на предприятиях Министерства Российской Федерации по атомной энергии Норм радиационной безопасности – НРБ-96 [118], а затем новой редакции Норм – НРБ-99 [119] и Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности – ОСПОРБ-99 [174] потребовало существенного изменения системы обеспечения радиационной безопасности. И в первую очередь – коренной перестройки научно-методического обеспечения системы контроля состояния радиационной безопасности.

Для решения этой задачи Министерство Российской Федерации по атомной энергии совместно с Федеральным управлением медико-биологических и экстремальных проблем в начале 1997 года создали при Департаменте безопасности и чрезвычайных ситуаций Методический совет по введению в действие новых норм радиационной безопасности на предприятиях отрасли. Методический совет по радиационной безопасности был создан приказом Министра по атомной энергии от 23.01.1997 № 42 в качестве совещательного органа по вопросам методического и организационного обеспечения перехода предприятий Минатома России на новые Нормы радиационной безопасности.

Первоначально Методический совет функционировал при Департаменте безопасности и чрезвычайных ситуаций Министерства по атомной энергии Российской Федерации (Минатома России), затем по мере изменения юридической формы и структуры атомной отрасли – при Управлении ядерной и радиационно безопасности (УЯРБ) Федерального агентства по атомной энергии (Росатом), а затем – при Департаменте ядерной и радиационной безопасности (ДЯРБ) Госкорпорации «Росатом». Начиная с образования совета и до 2011 года базовой организацией, обеспечивающей работу Методического совета, являлся ГНЦ – Институт биофизики (с 2008 года ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России). Начиная с 2015 года Совет работает на базе Генеральной инспекции Госкорпорации «Росатом».

Основным отличием и преимуществом Методического совета явился сплав науки и практики. В работе Совета принимали активное участие руководители служб радиационной безопасности, лабораторий, отделов предприятий отрасли и специалисты по радиационной безопасности научно-исследовательских организаций:

- органов управления: Минатом России (Госкорпорации «Росатом»), Федеральное управление «Медбиоэкстрем» (с 2004 года ФМБА России);
- научных организаций, подведомственных и взаимодействующих с Минатомом (Госкорпорацией «Росатом»): РНЦ «Курчатовский институт», ВНИИАЭС, СНИИП, НИИАР, Радиевый институт, НИФХИ им. Л.Я. Карпова, НИКИЭТ, ИФВЭ, ОИЯИ, ВНИПИПТ, ВНИИЭФ, ФЭИ, ВНИИЭФ, ВНИИТФ, ИРМ;
- научных организаций, подведомственных ФМБА России: ГНЦ – Институт биофизики, НИЦ РХБГ, Ю-Ур ИБФ, НИИПММ;
- научных организаций различного подчинения: ИБРАЭ РАН, ОИАТЭ;
- производственных предприятий Росатома: ПО «Маяк», СХК, ГХК, МСЗ, АЭХК, ЭХП, концерн «Росэнергоатом», ТВЭЛ.

В заседаниях Методического совета принимали участие специалисты многих других организаций – НПП «Доза», ГЦИПК, МИПК «Атомэнерго», Энергоуниверситет (г. Иваново), МРНЦ РАМН и др.

Российскими специалистами на основе международных рекомендаций была сформирована и внедрена в практику новая система дозиметрических величин, включающая:

- физические величины, являющиеся характеристиками источников и полей ионизирующего излучения и их взаимодействия с веществом (плотность потока частиц, активность, поглощенная доза, керма и др.);
- нормируемые величины, являющиеся мерой ущерба (вреда) от воздействия излучения на человека (эквивалентная доза облучения органа или ткани, эффективная доза и др.);
- операционные величины, являющиеся величинами, однозначно определяемыми через физические характеристики поля излучения в точке или через физико-химические характеристики аэрозоля в точке, максимально возможно приближенные к соответствующим нормируемым величинам в стандартных условиях облучения и предназначенные для консервативной оценки этой величины при дозиметрическом контроле (эквивалент дозы).

Для решения проблемы определения дозы внутреннего облучения в результате ингаляционного поступления радиоактивных веществ были выполнены исследования и разработаны методические документы:

- по оценке типа соединений радионуклидов при ингаляции радиоактивных аэрозолей;
- по определению объемной активности радиоактивных аэрозолей;
- по определению нуклидного состава и дисперсности радиоактивных аэрозолей.

Для проведения измерений были разработаны приборы для контроля аэрозолей:

- пакеты фильтров для оценки дисперсности радиоактивных аэрозолей;
- опытные образцы индивидуального пробоотборника радиоактивных аэрозолей;

- опытные образцы импактора для определения дисперсного состава радиоактивных аэрозолей.

Под руководством Методического совета разработан комплекс новых дозиметрических приборов, позволяющих проводить измерения в соответствии с требованиями НРБ-99:

- Индивидуальный альбедный дозиметр нейтронного излучения (Комплекс АКЖДК-301)
- Индивидуальный дозиметр облучения кожи и хрусталика глаза (Комплекс АКЖДК-401)
- Индивидуальный комбинированный трековый дозиметр нейтронного излучения (Типа «Кордон»)
- Аппаратурно-методический комплекс для аварийного и оперативного индивидуального дозиметрического контроля нейтронного излучения на основе твердотельных детекторов
- Аппаратурно-методический комплекс «ДИНГА» для аварийного индивидуального дозиметрического контроля нейтронного излучения на основе р-і-n диодов.

Итоги работ, в выполнении которых в части научно-методического обеспечения участвовал Методический совет, получили высокую оценку. Постановлением Правительства Российской Федерации от 2 марта 2005 года № 109 за разработку научных и практических основ создания и организацию серийного производства комплекса средств термолюминесцентной дозиметрии внешнего облучения персонала и населения ряд российских ученых были удостоены премии Правительства Российской Федерации 2004 года в области науки и техники. В их число вошли пять специалистов от Методического совета: А.А. Козлов (Ангарский электролизный химический комбинат), О.А. Кочетков (ГНЦ – Институт биофизики), В.Н. Лебедев (Институт физики высоких энергий), А.В. Санников (Институт физики высоких энергий), А.П. Панфилов (Федеральное агентство по атомной энергии).

Основным методическим документом, разработанным за указанный период, явились Методические указания МУ 2.6.1.016–00 «Определение индивидуальных эффективных и эквивалентных доз и организация контроля профессионального облучения в контролируемых условиях обращения с источниками излучения. Общие требования» [175].

Другие нормативно-методические документы конкретизируют общие требования и разделяются на следующие блоки:

- Дозиметрия внешнего облучения
- Дозиметрия внутреннего облучения
- Контроль радиационной обстановки
- Учет и хранения дозиметрической информации
- Установление факторов производственной и внешней среды СЗЗ, ЗН
- Восстановление доз облучения, полученных в условиях радиационных аварий
- Обеспечение радиационной защиты персонала

Разработанные и введенные в действие документы опубликованы в пятитомном сборнике «Методическое обеспечение радиационного контроля на предприятии» [147-151]:

Важным результатом деятельности Методического совета явилось то, что внедрение НРБ-99, ОСПОРБ-99 и всего комплекса нормативно-методических документов потребовало от предприятий осуществления ряда организационных и технических мероприятий, в результате которых заметно снизилась облучаемость персонала предприятий отрасли:

- среднегодовая эффективная доза облучения персонала отрасли снизилась с 3,25 мЗв в 2000 году до 2,10 мЗв в 2007 году;
- годовую эффективную дозу, превышающую 20 мЗв, получили в 2000 году 557 чел., в 2006 году – 84 чел., в 2007 году – 101 чел. (увеличение в 2007 году за счет нештатных ситуаций в ПО «Маяк» и ФГУП «ИРМ») [176].

Начиная с 2015 года, деятельность Методического совета в статусе Совета по методическому обеспечению радиационной безопасности Госкорпорации «Росатом» осуществлялась на базе Генеральной инспекции «Госкорпорации «Росатом» под руководством генерального инспектора С.А. Адамчика в соответствии с Приказом Госкорпорации «Росатом» от 04.09.2015 № 1/865-П. Персональный состав Совета утвержден 28.09.2015 № 1-1.4/22409-ВК:

В состав Совета включены более 30 ведущих специалистов организаций атомной отрасли и научных учреждений.

На заседаниях Совета рассмотрены новые проблемы, возникшие в ходе перестройки российского ядерного энергопромышленного комплекса, создания новых технологий и новых производств, развития новых направлений деятельности Госкорпорации «Росатом». В их число вошли:

- программа работ по модернизации методических документов в форме стандартов организации (СТО) и руководящих документов (РД);
- анализ состояния методической базы и приборного оснащения дозиметрии внутреннего облучения. Обобщение предложений дозиметрических служб предприятий ГК «Росатом». Разработка предложений по совершенствованию методической базы и развитию организационной системы контроля доз внутреннего облучения;
- анализ применения средств ИДК на предприятиях ГК «Росатом» и разработка процедуры проведения сличения систем ИДК;
- подготовка переработки нормативных и методических документов в связи с вступлением в действие Федерального закона от 11.07.2011 № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами ...».

Под руководством Совета по методическому обеспечению радиационной безопасности Госкорпорации «Росатом» в 2015-2019 годах был актуализирован и переработан указанный выше пакет методических документов по радиационной безопасности, разработанных в 1999-2006 годах. Обновленные документы опубликованы в Сборнике «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли» [152-157] – 6 томов.

Подводя общие итоги деятельности Методического совета по радиационной безопасности и его преемника – Совета по методическому обеспечению радиационной безопасности Госкорпорации «Росатом», можно отметить самые основные итоги их деятельности:

1. На практике подтверждена эффективность создания и функционирования научно-методического органа, объединяющего ведущих специалистов научных учреждений ФМБА России, Госкорпорации «Росатом» и других ведомств, организаций атомной промышленности и энергетики.
2. Показала свою эффективность практика подготовки, утверждения и реализации отраслевых программ по решению актуальных практических вопросов обеспечения радиационной безопасности.
3. Подтверждена эффективность взаимодействия структур (коллективов), осуществляющих разработку методических документов (Методический совет), их обсуждение и рецензирование (предприятия атомной отрасли и курирующие их учреждения ФМБА России), экспертизу, утверждение и введение в действие (ФМБА России).
4. Выявлены недостатки и проблемные вопросы в области регулирования радиационной безопасности персонала и населения, намечены пути их решения.
5. Показано, что наиболее острым и срочным вопросом является подготовка высококвалифицированных специалистов в области радиационной безопасности, в том числе путем обучения в аспирантуре (или соискательства) с защитой диссертаций, в том числе необходимость привлечения к исследовательской и методической работе практических работников организаций Госкорпорации «Росатом».
6. Показана необходимость создания и поддержания в актуальном состоянии общедоступной информационной базы нормативных и методических документов в области радиационной безопасности.
7. По существу, советы явились связующим звеном между эксплуатирующими организациями – оператором (предприятия Росатома) и регулирующим органом (ФМБА России). Взаимодействие при разработке и обсуждении проектов документов позволило свести к минимуму количество проблем и противоречий между производственниками и надзорными органами.

Важным является и то обстоятельство, что советы являются своеобразным интеллектуальным клубом, объединяющим большинство российских специалистов в области радиационной безопасности и гигиены.

Методический совет и Совет по методическому обеспечению радиационной безопасности не дублируют деятельность других советов, например, НТС Росатома, НТС ФМБА России. НТС собираются периодически рассматривают, как правило, результаты завершённых работ, а указанные методические советы являются постоянно работающим органом и осуществляют методическое руководство на всех этапах разработки, от концепции до окончательной редакции регулирующих документов.

2.5. Нормативное и методическое и обеспечение радиационной безопасности при медицинском облучении пациентов

В ранних версиях нормативной документации по обеспечению радиационной безопасности в рентгенорадиологических процедурах вообще отсутствовало понятие медицинского облучения (НРБ-69, НРБ-76, НРБ-76/87, НРБ-96). И только в НРБ-96 было указано, что мощность дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 метра от пациента, которому с терапевтической или диагностической целью введены радиофармацевтические препараты, не должна превышать при выходе из радиологического отделения 1 мкЗв/ч. В реальности подобная мощность дозы всегда существенно превышает указанный норматив при любом радионуклидном диагностическом исследовании *in vivo*, не говоря уж о радионуклидной терапии. Если этот норматив был бы реально применен на практике, то это привело бы к немедленному закрытию всех подразделений радионуклидной диагностики и радионуклидной терапии по всей России. К счастью, этого не произошло, и этот норматив просто был проигнорирован как проверяющими органами, так и практикующими радиологами.

В следующей версии НРБ-99 уже появилось понятие медицинского облучения, а данный норматив был существенно смягчен, составив 3 мкЗв/ч на расстоянии 1 м от тела пациента при введении в организм больных лишь терапевтических радиофармпрепаратов. Хотя для диагностических радиофармпрепаратов ограничения по предельно-допустимой мощности дозы были сняты вообще, для отделений радионуклидной терапии даже и этот смягченный норматив создал непреодолимые трудности, заставляя задерживать больных на закрытом режиме в «активных» палатах на такие сроки, которые были никак не оправданы клиническими показаниями к столь продолжительной госпитализации. И только в НРБ-99/2009 [35] данный норматив был еще больше смягчен до научно обоснованных и приемлемых для практики радионуклидной терапии значений мощности амбиентного эквивалента дозы по четырем наиболее применяемым радионуклидам. В частности, для курсов радионуклидной терапии с ^{131}I предельно-допустимая мощность дозы составила 20 мкЗв/ч на расстоянии 1 м от тела пациента при его выписке из стационара. Кроме того, в качестве субъектов медицинского облучения в соответствии с международными рекомендациями было выделено 4 группы лиц (см. раздел 3.7 настоящей монографии).

Что касается методического обеспечения радиационной безопасности в медицине, то в ранних версиях санитарных правил (ОСП №333–60, ОСП-72, ОСП 72/80) вообще отсутствует раздел по требованиям к обеспечению радиационной безопасности при проведении рентгенорадиологических процедур. В ОСПОРБ-99 такой раздел появляется впервые. Помимо ряда разумных научно обоснованных требований, там устанавливается и ничем не обоснованный «мягкий» норматив – при достижении накопленной дозы медицинского диагностического облучения пациента 0,5 Зв должны быть приняты меры по дальнейшему ограничению его облучения, если лучевые процедуры не диктуются жизненными показаниями. Кроме того, там же указывалось, что введение радиофармацевтических средств с целью диагностики, и особенно терапии, беременным женщинам не допускается. В действующей теперь версии ОСПОРБ-99/2010 оба этих требования были отменены.

За последние 60 лет был разработан целый ряд международных рекомендаций по обеспечению радиационной безопасности пациентов, персонала и отдельных лиц из населения в ситуациях медицинского облучения. За этот период времени МКРЗ разработала 37 Публикаций, имеющих непосредственное или косвенное отношение к радиационной защите в медицине, причем некоторые из них неоднократно обновлялись. Аналогичным образом, МАГАТЭ опубликовало более 150 докладов, рекомендаций и стандартов по средствам и технологиям медицинской радиологии, в том числе и по обеспечению радиационной безопасности при медицинском облучении. Следует отметить, что здесь наиболее глубоко проработанными и методически информативными являются Публикация 105 МКРЗ [177] и руководство МАГАТЭ № SSG-46 [178].

В настоящее время в основе нормативно-методического обеспечения радиационной безопасности в медицине лежат, безусловно, основополагающие документы НРБ-99/2009 [35] и ОСПОРБ-99/2010 [36]. До 2025 года основные положения этих документов применительно к медицинской радиологии вообще и к медицинскому облучению в частности были конкретизированы в санитарных правилах (СП), санитарных правилах и нормах (СанПиН), методических указаниях (МУ и МУК) и методических рекомендациях (МР).

Однако после многолетних дискуссий и рассмотрения различных версий Главным санитарным врачом Российской Федерации 27.03.2025 был утвержден новый объединенный документ: СанПиН 2.6.4115–25 «Санитарно-эпидемиологические требования в области радиационной безопасности населения при обращении источников ионизирующего излучения» [179], начинающий действовать с 01.09.2025 до 01.09.2031 и содержащий следующие разделы:

- I. Общие требования.
- II. Требования к обеспечению радиационной безопасности при обращении с радиоизотопными приборами.
- III. Требования к обеспечению радиационной безопасности при радионуклидной дефектоскопии.
- IV. Требования к обеспечению радиационной безопасности при рентгеновской дефектоскопии.
- V. Требования к обеспечению радиационной безопасности лучевых досмотровых установок и обращению с ними.
- VI. Требования к обеспечению радиационной безопасности установок, содержащих источники рентгеновского излучения, и обращению с ними.
- VII. Требования к обеспечению радиационной безопасности при радиометрических исследованиях буровых скважин с использованием закрытых радионуклидных источников ионизирующего излучения.
- VIII. Требования к обеспечению радиационной безопасности рентгеновских сканеров для персонального досмотра людей и обращению с ними.
- IX. Требования к обеспечению радиационной безопасности при обращении с металлоломом.
- X. Требования к обеспечению радиационной безопасности при проведении рентгенологических процедур.
- XI. Требования к обеспечению радиационной безопасности при проведении радионуклидной диагностики и терапии.

- XII. Требования к обеспечению радиационной безопасности при проведении лучевой терапии закрытыми радионуклидными источниками.
- XIII. Требования по ограничению облучения за счет природных источников ионизирующего излучения.
- XIV. Требования к обеспечению радиационной безопасности при размещении, устройстве, оборудовании и эксплуатации радоновых лабораторий и отделений радонотерапии.
- XV. Требования к эксплуатации средств индивидуальной защиты при работе с источниками ионизирующего излучения.
- XVI. Требования к обеспечению радиационной безопасности при подготовке средств индивидуальной защиты к дезактивации и при их дезактивации.

В СанПиН 2.6.4115–25 разделы X – XII и XIV относятся непосредственно к медицинской радиологии. При этом были отменены соответствующие нормативные документы по обеспечению радиационной безопасности при проведении рентгенологических исследований (СанПиН 2.6.1.1192–03), радионуклидной терапии (СанПиН 2.6.1.2368–08), позитронной эмиссионной томографии (СанПиН 2.6.1.3288–15) и радонотерапии (СанПиН 2.6.1.3247–15). В качестве положительного эффекта указанной отмены следует выделить устранение ряда научно необоснованных и чрезмерно жестких требований к организации, средствам и технологиям обеспечения радиационной безопасности пациентов, персонала, отдельных лиц из населения и окружающей среды. Кроме того, существенно расширен перечень терапевтических радионуклидов (с 4 до 17), в котором регламентируются значения мощности амбиентного эквивалента дозы при выписке пациента из отделения радионуклидной терапии.

Однако введение в действие СанПиН 2.6.4115–25 не решает всех накопившихся проблем. В частности, позитронная эмиссионная томография (ПЭТ) представляет собой лишь один из методов радионуклидной диагностики, но относящийся к ПЭТ СанПиН 2.6.1.3288–15 отменен, хотя оставлены в статусе действующих более общий документ МУ 2.6.1.1892–04 по радионуклидной диагностике в целом с соответствующим разделом по ПЭТ, и также относящийся к ПЭТ документ МУК 2.6.7.3651–20. В СанПиН 2.6.4115–25 имеется раздел XII с требованиями по обеспечению радиационной безопасности при лучевой терапии с закрытыми радионуклидными источниками, тогда как оставлены в силе методические указания МУ 2.6.1.2135–06 с аналогичными требованиями, но по ряду некоторых из них имеют место определенные несоответствия.

Очевидно, при разработке нормативного документа СанПиН 2.6.4115–25 предполагалось, что он станет исчерпывающим руководством по требованиям к обеспечению радиационной безопасности в рентгенорадиологических подразделениях медицинских организаций России. Однако указанные выше несоответствия и другие недостатки показывают, что поставленная авторами цель достигнута не полностью и что в данный СанПиН необходимо внести определенные изменения. Предложения по некоторым из них представлены ниже в разделе 3.7.

2.6. Актуальные проблемы обеспечения радиационной безопасности населения Российской Федерации

Исторические корни направления «радиационная безопасность и радиационная защита населения» неразрывно связаны с развитием «атомного проекта» в СССР и именами выдающихся отечественных ученых –гигиенистов и организаторов здравоохранения: А.А. Летавет, А.Н. Марей, А.С. Зыкова, В.А. Книжников, Н.А. Краевский, Л.А. Ильин, А.И. Бурназян и др.

Уже в 1940-50-х годах были проведены фундаментальные радиационно-гигиенические исследования на территориях, примыкающих к первым объектам атомной промышленности, по изучению облучаемости населения и радиационной обстановки на местности. Был выполнен комплекс исследований по оценке радиационных последствий для населения от испытательных ядерных взрывов на атомных полигонах СССР. Большое значение имели обширные работы по снятию «нулевого фона» практически на всех первых строящихся АЭС. Данные работы заложили основы научно-методической деятельности системы санитарно-эпидемиологического надзора за радиационной безопасностью в стране.

Концептуальные основы регламентации воздействия малых доз радиации на человека легли в основу современной технологии санитарно-эпидемиологического надзора и нормирования, а также основополагающей системы осуществления научных исследований в области радиационной гигиены – проведения радиационно-гигиенического мониторинга (РГМ), понятие которого было введено в практику обеспечения радиационной безопасности в 2000 году.

Современная методология РГМ, используемая в исследованиях по обеспечению радиационной безопасности населения, охватывает объекты и территории всех звеньев ядерно-топливного цикла России. При этом РГМ включает в себя оценку окружающей среды и оценку здоровья населения. Для оценки радиоактивности окружающей среды решаются задачи получения в динамике достаточной и достоверной информации о полях ионизирующего излучения на территориях и о содержании радионуклидов в различных объектах окружающей среды, а также в местных пищевых продуктах и питьевой воде. Сегодня в ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России проводится комплекс исследований с последующей разработкой рекомендаций и оценкой состояния здоровья населения, проживающего вблизи действующих атомных станций и других радиационно опасных объектов. Исследования реализуются на междисциплинарной основе учеными разных специальностей: гигиенистами, биологами, физиками, химиками. Многообразны используемые методы РГМ, широка география работ.

География исследовательских работ охватывает обширные регионы России, в первую очередь организации и территории, обслуживаемые ФМБА России

В Основах государственной политики в области ядерной и радиационной безопасности¹ констатируется, что «...в Российской Федерации обеспечивается ядерная и радиационная безопасность не только функционирующих объектов использования атомной энергии, но и объектов ядерного наследия, то есть тех военных и гражданских объектов, которые были созданы до установления современных требований к обеспечению ядерной и радиационной безопасности».

¹ Основы государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу. Утверждены указом Президента Российской Федерации от 13.10.2018 № 585

В связи с этим, важным направлением деятельности является совершенствование научных основ отечественной регулирующей базы обеспечения радиационной защиты населения на территориях расположения объектов наследия. Поэтому на протяжении последних 20 лет проводился комплекс исследований с последующей разработкой рекомендаций и оценкой состояния здоровья населения, проживающего вблизи действующих радиационно опасных объектов, объектов, подлежащих дальнейшему выводу из эксплуатации, на территориях ядерного и уранового наследия России.

Указанные территории были сформированы в результате прошлой ядерной, в том числе, военной деятельности. Наглядный пример, позволяющий оценить масштабы и основные результаты работы в области РГМ, – реабилитация бывших береговых технических баз (БТБ) ВМФ России, на которых осуществлялся прием и хранение радиоактивных отходов (РАО) и отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), прежде всего на пункте временного хранения (ПВХ) ОЯТ и РАО в губе Андреева и посёлке Гремиха в Мурманской области на берегу Баренцева моря. Кроме того, проведен комплекс работ по РГМ в регионах размещения судоремонтных заводов и предприятий, осуществляющих утилизацию АПЛ, судов атомного технологического обслуживания, кораблей с ядерно-энергетическими установками на дальневосточном ПВХ ОЯТ и РАО. Работы на территориях и объектах уранового наследия в Забайкалье, Ставрополье и государствах Центральной Азии ведутся с 2000-х годов.

Проведенные многолетние исследования позволяют не только охарактеризовать объекты и территории ядерного и уранового наследия, но и выявить особенности пространственно-временного распределения радиоактивных веществ. Результаты проведенных исследований показывают:

- наличие больших объемов техногенно загрязненных почв, которые по уровню активности в ряде случаев относятся к категории РАО;
- основные радионуклиды ^{90}Sr и ^{137}Cs распределены в окружающей среде (включая морскую акваторию) локально в результате миграции из хранилищ ОЯТ и РАО. При этом техногенное загрязнение распространяется в грунтовые и подземные воды, а также на локальные участки прибрежной морской акватории;
- удельная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в подземной воде из скважин значительно превышает установленные для питьевой воды уровни вмешательства. При этом в воде из подземных скважин зафиксировано превышение ПДК ряда тяжелых металлов 1 и 2 классов опасности.

В ходе исследований на территориях уранового наследия (Приаргунский горнохимический комбинат в Забайкалье, выведенное из эксплуатации ЛПО «Алмаз» в г. Лермонтове) получена информация о загрязнении всех объектов окружающей среды, источников водоснабжения, местных пищевых продуктов; изучена эквивалентная равновесная объемная активность радона и оценены дозы облучения населения. Полученные результаты явились основанием для переселения жителей из поселка Октябрьский в город Краснокаменск и позволили сформулировать рекомендации по совершенствованию системы социально-гигиенического мониторинга, а также разработать критерии реабилитации территорий предприятий по добыче урановых руд.

Для постоянного мониторинга радиационной обстановки на всей территории Российской Федерации функционирует Единая государственная автоматизированная система мониторинга радиационной обстановки (ЕГАСМРО) [180], которая предназначена для информационной поддержки деятельности органов государственной власти и управления всех уровней по обеспечению радиационной безопасности на территории Российской Федерации. Нормативно-правовая база построения и функционирования ЕГАСМРО определяется Федеральными законами:

- № 170-ФЗ от 21.11.1995 «Об использовании атомной энергии»;
- № 3-ФЗ от 09.01.1996 «О радиационной безопасности населения»;
- № 52-ФЗ от 30.03.1999 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;
- № 7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды»;
- № 331-ФЗ от 21.11.2011 «О внесении изменений в Федеральный закон об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Целью осуществления государственного мониторинга радиационной обстановки является своевременное выявление изменений радиационной обстановки, оценка, прогнозирование и предупреждение возможных негативных последствий радиационного воздействия для населения и окружающей среды.

ЕГАСМРО и ее функциональные подсистемы организованы и функционируют в соответствии с утвержденными Постановлением Правительства Российской Федерации от 10.07.2014 № 639 «Правилами организации и ведения Единой государственной автоматизированной системы радиационного мониторинга на территории Российской Федерации и ее функциональных подсистем».

В состав участников ЕГАСМРО входят следующие федеральные органы исполнительной власти, ответственные за организацию мониторинга:

- Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), осуществляющая функцию государственного мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации в порядке, установленном Постановлением Правительства Российской Федерации от 06.06.2013 № 477 «Об осуществлении государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды»¹;
- Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России)²;
- Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» (Госкорпорация «Росатом»), являющаяся организацией – поставщиком информации о радиационной обстановке, охватывающей зоны наблюдения всех атомных станций и предприятий атомной отрасли.

¹ **Росгидромет** является координатором деятельности по ведению ЕГАСМРО и обеспечивает выполнение работ по развитию и совершенствованию технического, организационного, нормативного и программного обеспечения для базовой территориальной подсистемы мониторинга РО.

² **Минприроды России** устанавливает требования к сбору, обработке, хранению информации о РО в ЕГАСМРО и ее подсистемах, а также к обмену информацией.

Федеральные органы исполнительной власти, которые являются пользователи информации:

- Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России)¹;
- Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор)²;
- Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор)³;
- Федеральное медико-биологическое агентство (ФМБА России)⁴;
- Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоз России)⁵.

ЕГАСМРО имеет иерархическую структуру и включает три уровня сбора, анализа и обобщения информации – локальный, территориальный и федеральный.

На федеральном уровне основным элементом является Головной информационно-аналитический центр (ГИАЦ) ЕГАСМРО, который функционирует на базе ФГБУ «НПО Тайфун» Росгидромета. В НПО «Тайфун» передаются в виде годовых отчетов/обзоров результаты наблюдений за радиационной обстановкой от территориальных подразделений Росгидромета, а также служб внешней дозиметрии радиационно опасных объектов (РОО).

В режиме реального времени в ГИАЦ поступают данные от Гидрометцентра Российской Федерации, результаты измерений метеорологических параметров, выполненных метеорологическими станциями Росгидромета, а также результаты мониторинга радиационной обстановки от сети Росгидромета и ОАСКРО Госкорпорации «Росатом». Государственная сеть наблюдений Росгидромета за радиационной обстановкой проводит наблюдения за мощностью дозы гамма-излучения на местности в населенных пунктах, производит отбор и последующий лабораторный анализ проб аэрозолей из приземной атмосферы, проб атмосферных выпадений в населенных пунктах.

Отраслевая система контроля радиационной обстановки Госкорпорации «Росатом» (ОАСКРО) является одной из подсистем отраслевой системы мониторинга радиационной обстановки Госкорпорации «Росатом» (ОСМРО), которая в настоящее время выполняет функции подсистемы единой государственной автоматизированной

¹ **МЧС России** вырабатывает и реализует государственную политику в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, а также безопасности людей на водных объектах и управляет деятельностью в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

² **Ростехнадзор** является регулирующим органом в соответствии с Конвенцией о ядерной безопасности и Объединенной конвенцией о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами.

³ **Роспотребнадзор** получает и использует сведения о состоянии атмосферного воздуха, поверхностных водных объектов и почв при проведении медико-санитарных мероприятий по предупреждению, выявлению причин, локализации и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, радиационных, химических и биологических аварий и инцидентов, распространения инфекционных заболеваний и массовых неинфекционных заболеваний (отравлений) для всей территории Российской Федерации.

⁴ **ФМБА России** получает и использует сведения о состоянии атмосферного воздуха и т. д. (по аналогии с Роспотребнадзором) для обслуживаемых ФМБА России территорий.

⁵ Минсельхоз России вырабатывает государственную политику и осуществляет нормативно-правовое регулирование в сфере агропромышленного комплекса и рыбного хозяйства, а также получает и использует сведения о состоянии и загрязнении земель сельскохозяйственного назначения.

системы мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации (ЕГАСМРО) и обеспечивает выполнение государственного мониторинга и государственного контроля радиационной обстановки на территории Российской Федерации, осуществляемого Госкорпорацией «Росатом» в районах расположения ядерно и радиационно опасных объектов (ЯРОО) атомной отрасли.

Схема ОАСКРО Госкорпорации «Росатом» приведена на рис. 6.

ОАСКРО обеспечивает:

- контроль радиационной и метеорологической обстановки на ЯРОО и территориях, прилегающих к ним;
- обработку, анализ и визуализацию значений контролируемых физических величин: мощности дозы гамма-излучения; объемной активности альфа-излучающих и бета-излучающих аэрозолей; объемной активности радиоактивных благородных газов, метеорологических и других параметров;
- автоматическую сигнализацию при превышениях контрольных уровней (установок предупредительной и аварийной сигнализаций);
- передачу данных радиационного мониторинга в заинтересованные организации, министерства и ведомства.

В Госкорпорации «Росатом» функционирует ситуационно-кризисный центр (СКЦ), который проводит оповещение руководства Отраслевой комиссии по чрезвычайным ситуациям Госкорпорации «Росатом» при возникновении нештатных и чрезвычайных ситуаций на любом из подконтрольных объектов атомной отрасли.

СКЦ Росатома на отраслевом уровне с помощью информационно-аналитических систем осуществляет контроль радиационной обстановки и предоставляет данные радиационного, химического и метеорологического мониторингов.

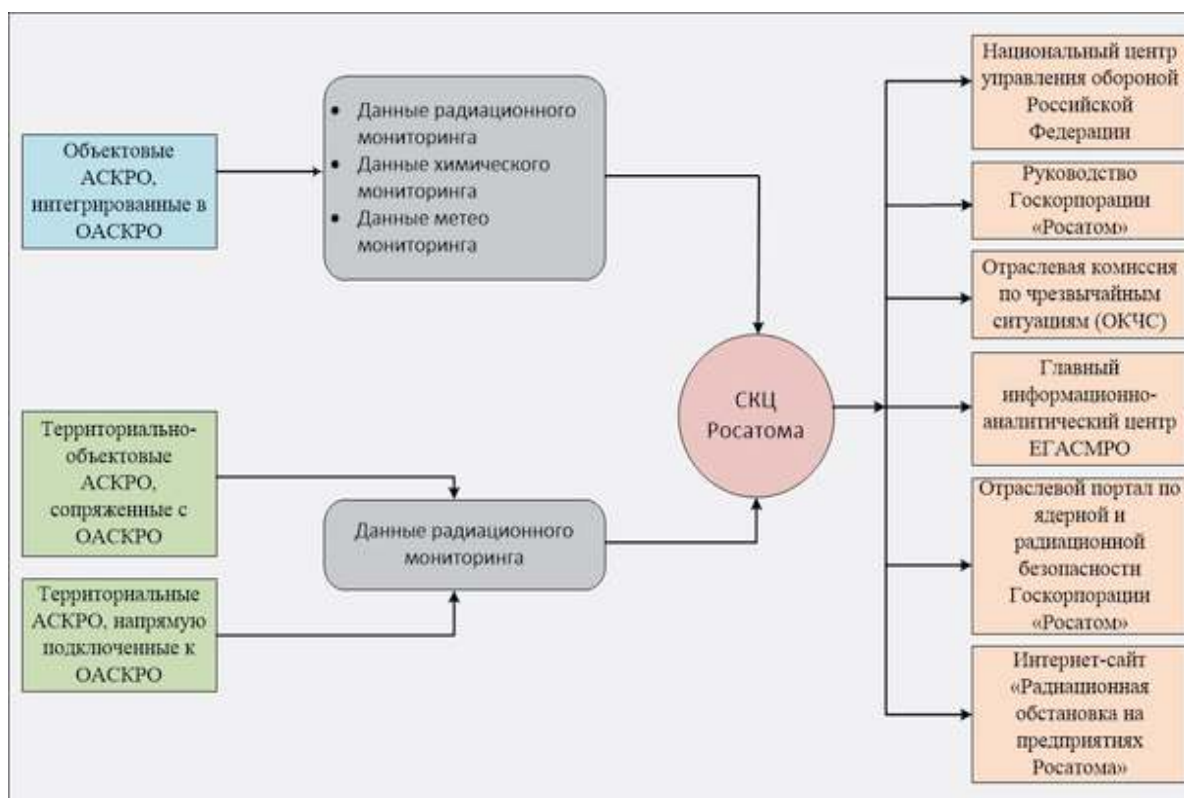


Рис. 6 – Схема ОАСКРО Госкорпорации «Росатом»

Общественности и населению с помощью современных информационных технологий предоставляется возможность получать информацию о радиационной обстановке в районах расположения ЯРОО организаций Госкорпорации «Росатом».

Большую работу по контролю доз облучения населения проводит Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор), которая в рамках своих полномочий осуществляет радиационно-гигиеническую паспортизацию (РГП) и учет индивидуальных доз облучения населения и персонала в субъектах Российской Федерации. РГП выполняется в соответствии с приказом Минздрава России от 13.03.1997 № 68 «О порядке разработки и введения радиационно-гигиенических паспортов организаций и территорий».

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Роспотребнадзора (ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева) является координирующей организацией по сбору РГП организаций и территорий, заполняемых как территориальными организациями Роспотребнадзора, так и организациями, использующими источники ионизирующего излучения (ИИИ).

В РГП представление данных по отдельным разделам паспортов структурированы с учетом структуры данных в формах Федерального государственного статистического наблюдения [181], используемых в рамках Единой системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан (ЕСКИД) – №№ 1-ДОЗ, 2-ДОЗ, 3-ДОЗ, 4-ДОЗ.

ЕСКИД создана и функционирует во исполнение приказа Минздрава России [182] и является частью подсистемы Минздрава России в рамках ЕГАСМРО. Положение и структура ЕСКИД регламентируется приказом, разработанным с целью реализации статьи 18 Федерального закона «О радиационной безопасности населения», а также во исполнение Постановления Правительства Российской Федерации от 16.06.1997 № 718 «О порядке создания единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан».

Функционально ЕСКИД представляет собой совокупность федеральной, региональной и ведомственных систем контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан, сопряженных через федеральные банки данных (ФБД) с Российским государственным медико-дозиметрическим регистром (РГМДР).

В Федеральном медико-биологическом агентстве (ФМБА России) имеется собственная система сбора информации от предприятий и организаций, содержащих радиационно опасные объекты (РОО), и территорий, обслуживаемых ФМБА России. Оператором ФБД ФМБА России является ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. Сбор данных РГП и ЕСКИД выполняется в порядке выполнения приказа, который издает ФМБА России в конце предшествующего года.

С 2020 года в ФМБА России¹ функционирует ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» (ФГБУ «ЦСП» ФМБА России) – ранее Научно-исследовательский институт экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина Российской академии медицинских наук. К основным задачам, решаемым ФГБУ «ЦСП» ФМБА России,

¹ Учреждение передано в ведение ФМБА России в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.03.2020 № 771-р

относится научное обоснование методологии гигиенического нормирования факторов окружающей среды различной природы, оценки и прогноза их изолированного, комплексного, комбинированного и сочетанного действий, а также оценки безопасности продукции и технологий, подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), проектной документации и результатов инженерных изысканий.

Сгруппированные в таблицы материалы вместе с проведенным анализом результатов передаются в ФМБА России и ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева для включения в издаваемый Роспотребнадзором Радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации.

Согласно сообщениям Роспотребнадзора [183], в 2024 году ведущим фактором облучения населения остаются природные источники и медицинские рентгенологические процедуры, дающие в сумме более 99 % коллективной дозы.

Среднее по Российской Федерации значение вклада в коллективную дозу облучения населения природными ИИИ составляет 73 %. Для 6 субъектов Российской Федерации (Республики Алтай, Дагестан, Кабардино-Балкарская и Карачаево-Черкесская Республики, Республика Крым и Еврейская автономная область) он превышает 90 %.

В 2023 году наибольшие значения средних годовых доз природного облучения, превышающие 5 мЗв/год, отмечены в 4 субъектах Российской Федерации: Республике Алтай (10,1 мЗв). Хабаровском крае (7,0 мЗв). Ставропольском крае (5,3 мЗв), Ивановской области (5,1 мЗв)¹.

Наибольший вклад в коллективную дозу медицинского облучения пациентов в 2023 году внесли компьютерная томография (68,8 %) и рентгенографические исследования (11,7 %). Вклад специальных исследований составил 7,9 %, радионуклидных исследований – 5,7 %.

Годовая эффективная доза медицинского облучения в среднем на одного жителя Российской Федерации в 2023 году составила 1,13 мЗв/год (в 2022 году – 0,89 мЗв/год). Наибольшие значения годовой эффективной дозы медицинского облучения в расчете на одного жителя в 2023 году отмечены в Краснодарском крае (2,74 мЗв), в Москве (2,02 мЗв), в Санкт-Петербурге (2,01 мЗв), в Ненецком автономном округе, в Иркутской области (1,63 мЗв) и в Хабаровском крае (1,63 мЗв).

В 2023 году зарегистрировано 8 случаев (в 2022 году – 4 случая) превышения годовой эффективной дозы 20 мЗв для персонала группы А в 2 субъектах Российской Федерации: Свердловская область (7 случаев) и Пермский край (1 случай). Случаев превышения годовой индивидуальной дозы 50 мЗв для персонала группы А в 2023 году не зарегистрировано.

Для персонала группы Б не зафиксировано случаев превышения предела годовой эффективной дозы 12,5 мЗв (в 2022 году – 3 случая). Вместе с тем, зарегистрировано 9 случаев (в 2022 году – 18 случаев) превышения годовой эффективной дозы 5 мЗв в 9 субъектах Российской Федерации: по одному случаю в Республиках Карелия, Тува, Хабаровском крае, Волгоградской, Калужской, Свердловской, Ульяновской областях, Луганской Народной Республике, Ханты-Мансийском автономном округе.

¹ Наибольший вклад в дозу от природных ИИ вносит радон и его дочерние продукты распада

Результаты радиационно-гигиенического мониторинга на загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС территориях показали, что для большей части населенных пунктов средние годовые эффективные дозы населения, обусловленные радиоактивным загрязнением вследствие Чернобыльской аварии, не превышают установленного законом уровня средней годовой дозы облучения населения 1 мЗв.

По-прежнему 1,35 млн. жителей Российской Федерации проживают на территориях, поверхностная плотность радиоактивного загрязнения которых ^{137}Cs превышает 37 кБк/кв. м (1 Ки/кв. км). Из них 7 086 жителей Брянской области проживают на территориях, поверхностная плотность радиоактивного загрязнения которых превышает 555 кБк/кв. м (15 Ки/кв. км). Средняя годовая эффективная доза техногенного облучения за счет радиоактивного загрязнения территории для этой категории жителей составляет 1,9 мЗв, что превышает предел дозы для населения в условиях нормальной эксплуатации радиационных объектов [183].

Отдельно следует рассматривать очень значимую проблему облучения населения за счет природного радона. Радон является радиоактивным продуктом распада изотопов ^{235}U , ^{238}U и ^{232}Th . Среди образующихся радиоактивных изотопов (^{219}Rn , ^{220}Rn , ^{222}Rn) ^{222}Rn , а точнее продукты его распада вносят основной вклад в облучение населения за счет природных ИИИ [184-187].

Биологическое действие радона связывают преимущественно с короткоживущими дочерними продуктами его распада (^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi). Попадая в организм человека в составе содержащихся в воздухе аэрозолей, они адсорбируются на клетках базального эпителия бронхов, испуская альфа-частицы, которые вступают во взаимодействие с клетками окружающих тканей. Альфа-частицы, несмотря на их ограниченную способность проникать в ткани, производят, благодаря их высокой биологической эффективности, массивные локальные поражения клеток легочного эпителия.

В открытой атмосфере радон не представляет существенной опасности ни для человека, ни для флоры и фауны, так как быстро рассеивается. Большинство людей подвергается самому большому воздействию радона в помещениях. Основными источниками радона, поступающего внутрь зданий, могут являться почва (или грунт) под зданием и около него, строительные материалы, системы водо- и газоснабжения, и атмосферный воздух.

Радон в помещениях является основным фактором инициации рака легких у некурящих людей, поражая от 10 % до 15 % этой популяции, и увеличивает риск в 25 раз среди активных курильщиков по сравнению с некурящими. Риск развития рака легких возрастает с повышением уровня воздействия радона, т. е., в общем случае, риск повышается как от уровня содержания радона, так и при увеличении времени его воздействия. Также наблюдается связь между воздействием радона и развитием других заболеваний легких, таких как астма и хроническая обструктивная болезнь легких.

В зависимости от среднего значения объемной активности радона, доля радон-индуцированного рака легких в разных странах лежит в диапазоне от 3 до 14 % от общего числа всех раков легких [19]. Официальные данные о смертности от радон-индуцированного рака в Российской Федерации отсутствуют. Согласно оценкам по различным расчетным моделям в Российской Федерации от 5 до 17 % от общего количества смертей от рака легких, (от 3 до 20 тысяч случаев), может быть вызвано

воздействием радона и дочерних продуктов его распада. Для оценок можно обоснованно принять, что в России от рака легких, обусловленного радоном, ежегодно умирают 10 тысяч человек в год.

Радон является основным источником облучения населения среди всех техногенных, медицинских и природных источников ионизирующих излучений. Среднемировое значение доз облучения населения за счет изотопов радона в помещениях жилых и общественных зданий составляет около 1,2 мЗв/год, при том, что для больших контингентов населения в разных странах эта величина может составлять от менее 1 мЗв/год до нескольких десятков мЗв/год.

В среднем по регионам России индивидуальная доза от радона составляет 1,99 мЗв/год, что соответствует примерно 50 %-ному вкладу в индивидуальную дозу облучения человека от всех ИИИ (4,35 мЗв/год).

В Российской Федерации согласно информации Федерального банка данных, повышенному (свыше 5 мЗв/год) и высокому (свыше 10 мЗв/год) облучению природными ИИИ подвергается население общей численностью около 30 млн чел., проживающее на территории 17 субъектов России. При этом 6 субъектов Российской Федерации (Республика Бурятия, Республика Алтай, Республика Тыва, Ставропольский край, Забайкальский край и Еврейская АО) относятся к регионам с повышенными дозами природного облучения населения. Основным дозообразующим фактором во всех случаях является высокое содержание радона в воздухе помещений. Доля помещений, не соответствующих действующим требованиям нормативных документов (200 Бк/м³ ЭРОА радона), в этих регионах составляет от 2,2 до 15 % [185–187].

Однако, и в «благополучных» регионах обнаружено много объектов со значительными превышениями нормативных уровней радона в зданиях. Обсуждаемое в настоящее время снижение гигиенического норматива ЭРОА радона с 200 до 120 Бк/м³ увеличит долю помещений, не соответствующих требованиям безопасности для каждого региона в диапазоне от 4,7 до 24 %. К примеру: установление гигиенического норматива ЭРОА радона в 120 Бк/м³ [19] повлечет за собой необходимость проведения мероприятий по снижению содержания радона в воздухе каждого четвертого помещения в Республике Алтай. На этих территориях ужесточение нормативов приведет к ситуации невозможности их исполнения и, как следствие, к негативным социальным последствиям (к закрытию детских образовательных учреждений и социальных объектов)

На рис. 7 представлены данные о вкладе в дозу облучения населения всех ИИИ, воздействующих на человека.

В настоящее время принято считать, что основой для проведения мероприятий по оптимизации радиационной защиты населения и окружающей среды служит достоверная информация о параметрах радиационной обстановки и динамике ее изменения. В ходе проведения РГМ оцениваются многочисленные параметры, включая содержание радионуклидов в различных объектах окружающей среды, а также в местных пищевых продуктах и питьевой воде, разрабатываются информационные системы, которые включают в себя подробные хранилища данных о загрязнении объектов окружающей среды. Важным условием в ходе проведения РГМ являются общественные слушания и информирование населения о реально складывающейся ситуации в зонах наблюдения радиационно опасных объектов и/или на реабилитируемых от радиоактивного загрязнения территориях.

Результаты мониторинга здоровья населения позволяют в настоящее время констатировать безопасную работу радиационно опасных объектов на территории России. Мониторинг здоровья населения – обязательное условие безопасной работы радиационно опасных объектов и регламентируется Законом Российской Федерации «О радиационной безопасности населения». Разработанная в ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России и постоянно совершенствующаяся технология мониторинга здоровья населения позволяет контролировать здоровье населения на всех этапах работы радиационно-опасного объекта, от его проектирования до вывода из эксплуатации. Например, регулирующим документом мониторинга здоровья населения в регионах АЭС являются Методические указания «Экспертные и прогнозные оценки состояния здоровья населения в районах размещения атомных станций», позволяющие выработать прогнозные оценки для принятия управленческих решений. Ключевыми результатами мониторинга здоровья населения являются базы данных, содержащие параметры здоровья населения исследуемых территорий ядерного и уранового наследия, территорий влияния АЭС и др.

Результаты мониторинговых исследований должны оперативно использоваться для принятия управленческих решений. Для этого они переведены на аналитическую цифровую основу. Для структурирования собираемой информации и анализа изменений состояния загрязненности окружающей среды в ходе реабилитационных мероприятий разработаны и сертифицированы информационно-аналитические системы, которые включают в себя подробные хранилища данных об эколого-гигиенической обстановке. Кроме того, разработана технология построения интерактивных карт радиоэкологической обстановки, необходимая для визуализации происходящих изменений в ходе проведения реабилитационных работ.

Перспективы совершенствования медико-санитарных технологий, направленных на обеспечение радиационной безопасности, связаны с развитием и внедрением в практику цифровых технологий визуализации маршрутов перемещения

Дозы облучения населения



В условиях регламентной, штатной работы предприятий атомной отрасли достигнута устойчивая радиационно-гигиеническая и экологическая обстановка

Рис. 7 – Дозы облучения населения

персонала, населения и визуализации радиационной обстановки. Всё это позволяет сформировать понятие «цифровая радиационная гигиена», которое определяется как новое направление гигиены, призванное оптимизировать, сократить и, в идеале, ликвидировать существующий разрыв между научными исследованиями и практикой государственного санитарно-эпидемиологического надзора за радиационной безопасностью.

Накопленный опыт работ ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России по проведению РГМ изложен в многочисленных публикациях [188-194]. За последние годы введены в действие более 30 новых нормативно-методических документов, разработаны методические указания по контролю практически всей линейки природных и техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды и пищевых продуктах, а также руководства и рекомендации по методам интегральной оценки состояния здоровья населения [195-205].

Одним из ключевых вызовов современности для радиационной безопасности населения и окружающей среды являются угрозы ядерного и радиологического терроризма. Для их предотвращения необходимо сосредоточиться на создании надежных рабочих инструментов противодействия, приоритетным среди которых выступает ядерная криминалистика. Это – практико-ориентированная дисциплина, обеспечивающая своими положениями и рекомендациями деятельность правоохранительных органов по выявлению, расследованию, раскрытию и предупреждению преступлений с применением ядерных и радиоактивных материалов.

На основе обобщения многолетнего опыта радиобиологических исследований специалистами ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России впервые в мире разработана уникальная методология ядерно-криминалистических экспертиз, заложившая основы нового научного направления – медицинской ядерной криминалистики. Особо следует отметить социальную направленность этих работ, реализуемую в повышении эффективности расследований случаев несанкционированного применения радиоактивных материалов, конечным результатом которых становятся практические меры по сведению к минимуму количества облученных лиц из населения, а также радиоактивного загрязнения окружающей среды и связанных с этим экономических и социальных потерь.

Таким образом, современная технология РГМ и полученные результаты создают предпосылки для развития интегративного подхода к оценке качества жизни населения, проживающего в районах расположения радиационно опасных объектов. Реализуемый в ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России междисциплинарный подход позволяет комплексно решать проблемы радиационной безопасности. В частности, решать такие сложные задачи, как:

- обеспечение безопасного обращения с ОЯТ и РАО;
- обеспечение приемлемого уровня риска влияния на человека и окружающую среду радиационно опасных объектов, как функционирующих, так и проектируемых, выводимых из эксплуатации и реабилитируемых, т. е. на всех этапах жизненного цикла;
- создание условий для снижения социальной напряженности в регионах размещения объектов ядерного топливного цикла;
- повышение доверия общества к дальнейшему развитию атомной энергетики и промышленности.

ГЛАВА 3.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛА И НАСЕЛЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

3.1. Обоснование целесообразности разработки нового Федерального закона «О радиационной безопасности в Российской Федерации»

«Основами государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» предусмотрено совершенствование нормативно-правовой базы в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

В настоящее время в России действует целый ряд федеральных законов, направленных на обеспечение различных аспектов безопасности^{1,2,3,4,5,6,7,8,9}. Кроме того, находится в стадии обсуждения проект федерального закона «О химической безопасности в Российской Федерации».

За прошедшие три десятилетия в стране накоплена достаточная законодательная практика в области обеспечения различных аспектов безопасности.

В области обеспечения радиационной, химической и биологической безопасности Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» является «зонтичным» документом, придающим единый смысл этим трем основным видам опасности, требующей регулирования. При этом в указанном федеральном законе конкретные требования по радиационному, химическому и биологическому факторам не установлены, требования ограничиваются указанием на необходимость установления соответствующих норм в санитарных правилах, либо в постановлениях Правительства Российской Федерации.

Анализ нормативно-методических документов международных организаций (МАГАТЭ, МКРЗ, ИСО) в области обеспечения радиационной безопасности позволил определить основные положения, которые целесообразно ввести в российскую правовую и нормативную базу, из которых наиболее важными являются следующие:

- 1) Система регулирования радиационной безопасности должна охватывать все без исключения области деятельности, связанные с применением источников ионизирующего излучения, в том числе с воздействием природных источников.

¹ Федеральный закон от 28.12.2010 № 390-ФЗ «О безопасности»

² Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»

³ Федеральный закон от 21.11.1995 № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии»

⁴ Федеральный закон от 10.12.1995 № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения»

⁵ Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения»

⁶ Федеральный закон от 21.06.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»

⁷ Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»

⁸ Федеральный закон от 09.02.2007 № 16-ФЗ «О транспортной безопасности»

⁹ Федеральный закон от 30.12.2020 № 492-ФЗ «О биологической безопасности в Российской Федерации»

- 2) Система радиационной защиты человека должна применяться ко всем источникам облучения и облучаемым лицам и охватывать три ситуации облучения: планируемое облучение, аварийное облучение, существующее облучение, и относиться к трем категориям облучения облучаемых лиц:
 - к населению, к которому относится также и персонал вне работы;
 - к персоналу, для регулирования радиационной безопасности которого применяются принципиально отличные подходы;
 - к пациентам при медицинском облучении, при котором пациент или его доверенное лицо добровольно принимает решение об облучении в гораздо большей дозе, чем предел дозы для населения.
 - 3) Уровни ограничения облучения должны быть гармонизированы с новыми международными рекомендациями:
 - пределы дозы в качестве критерия ограничения облучения персонала и населения для ситуации планируемого облучения должны быть установлены с учетом международных рекомендаций в Нормах радиационной безопасности;
 - референтные уровни, используемые для управления процессом оптимизации облучения персонала и населения в ситуациях аварийного и существующего облучения, устанавливаются регулирующим органом.
 - 4) Необходимо включить в российскую правовую и нормативную базу современные требования по обеспечению готовности и реагирования в случае ядерной или радиационной аварии, а также меры для смягчения ее последствий. Необходимо внести в российскую нормативную базу дозовые критерии, на основании которых планируются меры аварийного реагирования и определяется их масштаб.
 - 5) Необходимо существенно изменить концепцию федерального закона, устанавливающего требования обеспечения радиационной безопасности, – нужно идти от обеспечения радиационной безопасности источника к обеспечению радиационной безопасности человека и окружающей среды.
 - 6) Потенциальная опасность радиационного объекта определяется его возможным радиационным воздействием на население и персонал при радиационной аварии. Потенциально более опасными являются радиационные объекты, в результате деятельности которых при аварии возможно облучение не только персонала объекта, но и населения. Наименее опасными радиационными объектами являются те, где исключена возможность облучения лиц, не относящихся к персоналу.
- Как показал многосторонний анализ [137-141, 206, 207], Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» не в полной мере соответствует этим положениям, а также накопленной в России правоприменительной практике в различных областях обеспечения безопасности. В действующий закон № 3-ФЗ, по нашему мнению, необходимо ввести 12 новых статей, а также внести изменения в 22 статьи. Если учесть, что действующий закон содержит 31 статью, то реализовать нововведения можно лишь путем разработки нового федерального закона «О радиационной безопасности в Российской Федерации» с отменой действующего закона.

Важной характеристикой нового закона в области обеспечения радиационной безопасности является его название. Все указанные выше законы (см. выше сноски 1-9) нацелены как на регулирование источника опасности, так и на обеспечение безопасности человека. Но в области обеспечения радиационной безопасности в россий-

ском законодательстве функции разделены: Федеральный закон от 21.11.1995 № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» главным образом обеспечивает правовое регулирование технических систем, а Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» регулирует безопасность человека.

Новый Федеральный закон, так же как и основной подзаконный акт – Нормы радиационной безопасности, должны распространяться на все сферы деятельности, где имеется воздействие ионизирующего излучения на человека, включая добычу нефти, газа и других полезных ископаемых, проведение подземных работ и т. п.), на которые не в полной мере распространяется действие Федерального закона от 21.11.1995 № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии».

Принятая в Российской Федерации система юридико-технического оформления законопроектов устанавливает четкие требования к названию федерального закона и его структуре. Наименование закона должно отражать его содержание и основной предмет правового регулирования. Наименование должно быть точным, четким и отражать предмет правового регулирования с тем расчетом, чтобы исполнители могли по наименованию законодательного акта определить его основное содержание, легко запомнить, при необходимости быстро отыскать. При выборе названия федерального закона следует также принимать во внимание уже сложившуюся в России структуру нормативно-правовых актов.

С учетом сказанного наилучшим вариантом представляется следующее название закона: Федеральный закон «О радиационной безопасности в Российской Федерации».

Принятие такого названия нового закона приведет к созданию триады законов, включающей также Федеральный закон от 30.12.2020 № 492-ФЗ «О биологической безопасности в Российской Федерации» и Федеральный закон «О химической безопасности в Российской Федерации» (в настоящее время обсуждается в виде проекта).

3.2. Сфера действия и область применения законодательства о радиационной безопасности в Российской Федерации

Сфера действия федерального законодательства о радиационной безопасности в Российской Федерации должна включать все случаи воздействия ионизирующего излучения на человека, за исключением следующих видов облучения:

- облучение, относящееся к категории «исключение» – любое облучение, величина или вероятность которого практически не поддаются контролю на основе требований, установленных настоящим федеральным законом: облучение от калия-40 в организме, от космических лучей на поверхности Земли и от не измененной человеком удельной (объемной) активности радионуклидов в большинстве сырьевых материалов;
- облучение при воздействии ионизирующего излучения в космосе, которое регулируется отдельными нормативными правовыми актами;
- облучение, относящееся к категории «освобождение», под которым понимается освобождение от радиационного контроля материалов, предметов и других источников ионизирующего излучения, а также радиационных технологий и видов деятельности, на том основании, что радиационные риски, связанные с указанными источниками и технологиями в рамках практиче-

ской деятельности, являются достаточно низкими и не требующими применения радиационного контроля, без какой-либо существенной вероятности возникновения ситуаций, которые могли бы привести к невыполнению установленных нормативов обеспечения радиационной безопасности.

Перечень видов облучения, относящихся к категории «исключение», и критерии «освобождения» материалов, предметов, технологий, видов деятельности и других видов воздействия ионизирующего излучения от радиационного контроля устанавливается в Нормах радиационной безопасности, утверждаемых Правительством Российской Федерации.

Федеральное законодательство о радиационной безопасности в Российской Федерации должно иметь широкую область применения и обеспечить регулирование радиационной безопасности:

- во всех сферах обращения с источниками ионизирующего излучения – атомная промышленность и энергетика, медицина, научные исследования, включая ускорители высоких энергий, сельское хозяйство, перевозка радиоактивных материалов внутри страны и трансграничная перевозка;
- в условиях воздействия природных источников излучения.

Федеральное законодательство о радиационной безопасности в Российской Федерации не должно устанавливать допустимые пределы облучения и другие количественные показатели радиационной безопасности – это должно излагаться в подзаконных нормативных актах, в первую очередь в Нормах радиационной безопасности. На уровне Федеральных законов следуют формулировать общие принципы обеспечения радиационной безопасности:

- персонала (работников), работающего в условиях техногенного облучения и техногенно измененного природного радиационного фона;
- населения, подвергающегося воздействию техногенного облучения, природного облучения и техногенно измененного радиационного фона;
- пациентов при проведении диагностических и лечебных процедур с использованием источников ионизирующего излучения.

3.3. Основные понятия в области обеспечения радиационной безопасности персонала и населения

В процессе законодательной деятельности большое место отводится терминологической системе, поскольку с юридической точки зрения важно дать точное определение тем понятиям и терминам, которые используются в законе. К сожалению, в области радиационной безопасности отсутствует какой-либо глоссарий, оформленный официальным образом. Имеются лишь отдельные определения соответствующих терминов в ряде федеральных законов, а также справочное приложение в НРБ-99/2009, что явно недостаточно на современном уровне развития англоязычной международно принятой терминологической базы. Поэтому в будущем предстоит большая научная работа по составлению русскоязычного глоссария терминов и определений, используемых в области обеспечения радиационной безопасности на базе глоссариев МАГАТЭ [49-52] и российской правоприменительной практики.

При введении в российское законодательство новых терминов, имеющих англоязычное происхождение, следует соблюдать особую осмотрительность, поскольку Россия имеет сложившуюся и в целом оправдавшую себя на практике систему обеспечения радиационной безопасности, в том числе сложившуюся систему нормативов. Многие англоязычные термины и понятия плохо вписываются в русскоязычную систему терминов.

Вот некоторые из примеров:

Среди русских терминов, описывающих поступление радиоактивных веществ в окружающую среду, важное место занимают «выброс» – поступление радиоактивных аэрозолей и газов в атмосферный воздух, и «сброс» – поступление жидких радиоактивных сред в открытые водоемы. Среди английских терминов присутствует термины «discharge» и «release», употребление которых требует уточнения «gaseous or liquid».

В русском языке термины «радиационная безопасность» и «ядерная безопасность» характеризуют совершенно разные понятия. В английском языке такой дифференциации понятий нет. Англоязычный термин «nuclear security» на русский язык переводится как «физическая защита».

В настоящее время мы хотели бы предложить наше понимание толкования важных терминов, которые будут использоваться при разработке нового закона «О радиационной безопасности в Российской Федерации». Предлагаемый перечень основных понятий составлен на базе международных рекомендаций, российских федеральных законов, сложившейся российской терминологии и большого опыта авторов монографии.

В федеральное законодательство следует включать только основные термины и понятия, а полную систему терминов целесообразно установить в Нормах радиационной безопасности при условии, что они утверждаются Правительством Российской Федерации.

Также необходима разработка российского Глоссария, согласованного органами регулирования радиационной безопасности, на основе имеющихся глоссариев, подготовленных МАГАТЭ [49-52]. Около 300 терминов с соответствующими определениями представлены в МУ 2.6.5.028-2016 [158].

Термины, понятия и их определения

№	Термин	Определение	Комментарий
1.	Ионизирующее излучение	излучение, образующее в биологической ткани пары ионов и способное вызывать у человека детерминированные и/или стохастические биологические эффекты.	Переосмысленное определение термина из [35]
2.	Источник ионизирующего излучения	объекты использования атомной энергии, а также биологические объекты, компоненты окружающей среды, продукция, сырье, материалы, испускающие либо способные испускать ионизирующее излучение и (или) высвобождающие, либо способные высвободить в окружающее пространство вещества, испускающие ионизирующие излучения.	Переосмысленное определение термина «source» из глоссария МАГАТЭ 2018 года [50] и раздела «Определения» [35]
3.	Радиационный объект	сооружения, здания, комплекс зданий, промышленные площадки, включающие источники ионизирующего излучения, а также суда и другие плавсредства, космические и летательные аппараты, другие транспортные и транспортабельные средства, содержащие ядерные материалы или радиоактивные вещества.	Новое определение
4.	Радиационная безопасность человека	состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения.	Действующий Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ
5.	Естественный радиационный фон	космическое ионизирующее излучение и ионизирующее излучение природных радионуклидов, естественно распределенных в земле, воде, воздухе, других элементах биосферы, пищевых продуктах и в организме человека .	Уточнение определения действующего Федерального закона от 09.01.1996 № 3-ФЗ
6.	Техногенно измененный радиационный фон	естественный радиационный фон, измененный в результате деятельности человека.	Действующий Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ
7.	Предел дозы облучения (дозовый предел)	значение годовой дозы, установленное для ограничения облучения персонала и населения в ситуации планируемого облучения, которое не должно превышать.	Адаптированный перевод термина «doselimit» из раздела «Глоссарий» [50]
8.	Квота предела дозы	значение дозы, установленное для ограничения уровня воздействия данного радиационного объекта на население в ситуации планируемого облучения.	Переосмысление термина ОСПОРБ-99/2010 [36] и термина «dose constraint» из раздела «Определения» [13].
9.	Контрольный уровень	значение контролируемого параметра, устанавливаемое для оперативного радиационного контроля с целью закрепления достигнутого уровня радиационной безопасности, обеспечения дальнейшего снижения облучения персонала и населения.	Переосмысление термина НРБ-99/2009 [35]
10.	Референтный уровень	значение годовой дозы, выше которой планировать облучение считается неприемлемым, а ниже которого применяется оптимизация защиты.	Переосмысление термина [16]

Таблица 6 (продолжение)

Термины, понятия и их определения

№	Термин	Определение	Комментарий
11.	Персонал	лица, работающие с техногенными источниками излучения (группа А) или работающие на радиационном объекте или на территории его санитарно-защитной зоны и находящиеся в сфере воздействия техногенных источников (группа Б).	НРБ-99/2009 [35]
12.	Население	все лица, включая персонал вне работы с источниками ионизирующего излучения.	НРБ-99/2009 [35]
13.	Облучение	воздействие на человека ионизирующего излучения.	НРБ-99/2009 [35]
14.	Категории облучения	- профессиональное облучение; - облучение населения; - медицинское облучение.	Публикация 103 [13]
15.	Категории облучаемых лиц	- персонал; - население; - пациенты.	Публикация 103 [13]
16.	Основные принципы обеспечения радиационной безопасности	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. Принцип нормирования – суммарная доза любого индивидуума от регулируемых источников в ситуациях планируемого облучения (кроме медицинского облучения пациентов) не должна превышать установленных пределов дозы.	Публикация 103 [13]
17.	Ситуация планируемого облучения	ситуация облучения, возникающая в результате запланированной эксплуатации источника или запланированной деятельности, приводящей к облучению от источника.	Определение подготовлено на основе [16]
18.	Ситуация аварийного облучения	ситуация облучения, которая возникает в результате радиационной аварии и требует немедленных действий в целях недопущения или уменьшения неблагоприятных последствий.	Адаптированное определение из [16]
19.	Ситуация существующего облучения	ситуация, в которой облучение уже существует на момент принятия решения о введении требуемого контроля.	Адаптированное определение из [16]
20.	Санитарно-защитная зона	территория вокруг радиационного объекта, за пределами которой уровень облучения населения при нормальной эксплуатации радиационного объекта не превышает среднегодовой предел дозы или установленную квоту.	Модифицированное определение [16]

Термины, понятия и их определения

№	Термин	Определение	Комментарий
21.	Зона наблюдения	территория, за пределами санитарно-защитной зоны радиационного объекта, размер которой определяется информативностью радиационного контроля на этой территории при нормальной эксплуатации радиационного объекта.	Уточненное определение НРБ-99/2009 [35]
22.	Радиационная авария	потеря управления источником ионизирующего излучения, которая привела к облучению людей выше установленных годовых пределов дозы или радиоактивному загрязнению окружающей среды свыше установленных пределов.	Модифицированное определение из действующего Федерального закона от 09.01.1996 № 3-ФЗ
23.	Радиационный риск	вероятность возникновения у человека (его потомства) или экосистемы окружающей среды какого-либо вредного эффекта в результате радиационного облучения.	Определение подготовлено на основе [16]
24.	Радиационно-гигиенический мониторинг	сбор, анализ и оценка информации о состоянии здоровья персонала и населения в зависимости от радиационной и санитарно-эпидемиологической обстановки среды обитания человека, оценка доз и риска облучения для жизни и здоровья персонала и населения, разработка мероприятий, направленных на предупреждение, уменьшение и устранение неблагоприятного воздействия облучения на организм человека.	Новое определение
25.	Аварийная ситуация	внештатная ситуация, возникшая вследствие превышения установленных пределов безопасной эксплуатации, которая не привела к облучению людей выше установленных норм или радиоактивному загрязнению окружающей среды, но требует принятия оперативных мер для предотвращения возможных неблагоприятных последствий.	Новое определение

3.4. Основные принципы обеспечения радиационной безопасности

Основой системы обеспечения радиационной безопасности является приоритет охраны жизни и здоровья человека, настоящего и будущего поколений, окружающей среды от возможного воздействия источника ионизирующего излучения.

Система обеспечения радиационной безопасности в Российской Федерации основана на правовом и нормативном регулировании деятельности в области обращения с источниками ионизирующего излучения, а также функционирования объектов инфраструктуры в области обеспечения радиационной безопасности. Это система должна обеспечивать сведение к минимуму негативных последствий облучения, прежде всего – предотвращение возникновения детерминированных эффектов и минимизацию вероятности стохастических эффектов. Поэтому система обеспечения радиационной безопасности основана на понятии радиационного риска, под которым понимается вероятность нанесения конкретного вреда здоровью отдельного лица, группы лиц или вреда окружающей среде, который может возникать в результате действительного или потенциального облучения.

Именно вероятностный подход к обеспечению безопасности отличает радиационную безопасность от других направлений безопасности. Вероятностный подход означает отход от недостижимой цели обеспечения абсолютной радиационной безопасности человека. Эта цель недостижима в первую очередь в связи с наличием природного радиационного фона, уменьшение которого невозможно. Поэтому целью обеспечения радиационной безопасности является снижение вероятности (риска) неблагоприятных последствий радиационного воздействия до значений, которые считаются приемлемыми.

В основе системы обеспечения радиационной безопасности лежат основные принципы, сформулированные в международных документах, приведенные, в частности, в основополагающих принципах безопасности МАГАТЭ [208], Международных основных нормах безопасности МАГАТЭ [16] и в Публикации 103 МКРЗ [13].

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 (принцип ALARA – см. выше в разделе 1.1) – 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.

Принцип нормирования – суммарная доза любого индивидуума от регулируемых источников в ситуациях планируемого облучения (кроме медицинского облучения пациентов) не должна превышать установленных пределов дозы.

Федеральное законодательство о радиационной безопасности в Российской Федерации должно быть основано на положительном опыте применения в России действующего Федерального закона № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».

На практике для обеспечения радиационной безопасности используют различные механизмы и нормативные положения, включающие:

- установление допустимых уровней радиационного воздействия на человека (персонал и население) и окружающую среду;
- классификацию источников ионизирующего излучения и радиационных объектов по степени радиационной опасности;
- установление требований в области обеспечения радиационной безопасности персонала, населения и пациентов при проведении медицинских процедур;
- лицензирование деятельности в области использования источников ионизирующего излучения;
- экспертизу безопасности в области использования источников ионизирующего излучения и государственную санитарно-гигиеническую экспертизу;
- государственную регистрацию, учет и контроль источников ионизирующего излучения;
- учет доз облучения населения и персонала;
- обучение и проверка знаний по вопросам радиационной безопасности;
- консультирование в области обеспечения радиационной безопасности;
- оценку воздействия на окружающую среду и государственная экологическая экспертиза;
- радиационно-гигиенический мониторинг;
- регулирование радиационной безопасности и государственный надзор в области обеспечения радиационной безопасности;
- информирование населения о радиационной обстановке и мерах по обеспечению радиационной безопасности.

Указанные нормативные положения должны содержаться в тексте федерального закона в виде общих юридических формулировок и требований, а количественные нормативы и требования следует излагать в подзаконных нормативных актах (нормативах, правилах, руководствах, регламентах и др.), утверждаемых Правительством Российской Федерации или уполномоченными им органами управления и регулирования радиационной безопасности.

3.5. Полномочия различных уровней государственной власти и управления в области обеспечения радиационной безопасности

3.5.1. Объекты и субъекты в области обеспечения радиационной безопасности

Объектами отношений в области обеспечения радиационной безопасности являются объекты, испускающие ионизирующее излучение, окружающая среда, среда обитания человека, сам человек, продукция, содержащая источники ионизирующего излучения.

Субъектами отношений в области обеспечения радиационной безопасности являются:

а) Президент Российской Федерации, Правительство Российской Федерации, иные государственные органы (организации), осуществляющие государственное управление и государственное регулирование в области обеспечения радиационной безопасности;

- б) организации, осуществляющие деятельность с источниками ионизирующего излучения;
- в) производители и продавцы (поставщики) продукции;
- г) юридические лица и индивидуальные предприниматели, выполняющие работы и (или) оказывающие услуги организациям, осуществляющим деятельность с источниками ионизирующего излучения, которые могут оказать влияние на радиационную безопасность;
- д) юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие деятельность по заготовке (закупке) лома и отходов черных и цветных металлов;
- е) юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие проведение экспертизы безопасности в области использования источников ионизирующего излучения;
- ж) юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие консультирование в области обеспечения радиационной безопасности;
- и) физические лица.

3.5.2. Полномочия органов государственной власти

Правовая и нормативная базы устанавливают конкретные права, обязанности и полномочия различных уровней государственной власти и управленческих структур.

Президент Российской Федерации в области использования атомной энергии и обеспечения радиационной безопасности определяет основные направления государственной политики в области использования атомной энергии и обеспечения радиационной безопасности. Также в полномочия Президента Российской Федерации входит объявление чрезвычайного положения в случае радиационной аварии с воздействием на большие территории Российской Федерации и/или зарубежные государства.

Федеральное Собрание Российской Федерации принимает федеральные законы в области использования атомной энергии и обеспечения радиационной безопасности, а также при утверждении федерального бюджета определяет бюджетные ассигнования на финансирование деятельности в области использования атомной энергии, на мероприятия по обеспечению радиационной безопасности, в том числе на мероприятия по преодолению последствий чрезвычайных ситуаций при использовании атомной энергии.

Очень важная роль в сфере обеспечения радиационной возложена на **Правительство Российской Федерации**, которое:

- издает на основании и во исполнение Конституции Российской Федерации, федеральных законов, нормативных указов Президента Российской Федерации постановления и распоряжения в области использования атомной энергии и обеспечения радиационной безопасности;
- организует разработку, утверждает и обеспечивает выполнение федеральных целевых программ в области использования атомной энергии и обеспечения радиационной безопасности;

- определяет разграничение полномочий, функции, порядок деятельности, права и обязанности органов управления использованием атомной энергии и органов государственного регулирования безопасности;
- устанавливает порядок осуществления аккредитации и лицензирования в области использования атомной энергии и обеспечения радиационной безопасности;
- устанавливает порядок организации и функционирования единой государственной автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации;
- принимает меры по социальной защите граждан, обеспечивает выплаты социально-экономических компенсаций за негативное воздействие ионизирующего излучения и за дополнительные факторы риска работникам объектов использования атомной энергии;
- осуществляет иные полномочия, возложенные на него Конституцией Российской Федерации, федеральными законами и указами Президента Российской Федерации.

Федеральные органы исполнительной власти, к которым относятся соответствующие министерства, службы и агентства, а также Госкорпорация «Росатом», ведут основную практическую работу, направленную на обеспечение радиационной безопасности. К их компетенции относится регулирование различных аспектов данной проблемы, в том числе:

- утверждение и введение в действие норм, правил, руководств и других нормативно-методических документов в области обеспечения радиационной безопасности;
- принятие решения о месте размещения находящихся в федеральной собственности либо имеющих федеральное или межрегиональное значение ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения в порядке, установленном законодательством Российской Федерации;
- государственная экспертиза проектной документации объектов использования атомной энергии в соответствии с законодательством Российской Федерации
- защита прав граждан при использовании атомной энергии;
- обеспечение безопасности и охраны окружающей среды при использовании атомной энергии;
- проведение мероприятий по ликвидации последствий аварий при использовании атомной энергии;
- осуществление мероприятий по обеспечению безопасности ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения;
- обучение специалистов в области безопасности использования атомной энергии;
- разработка и реализация комплексных программ социально-экономического развития и экологической безопасности территорий, на которых расположены объекты использования атомной энергии;
- организация и осуществление государственного мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации.

Особое значение имеет **распределение сфер ответственности** федеральных органов исполнительной власти в части радиационной защиты населения в различных ситуациях облучения, в первую очередь в случае радиационной аварии:

Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий осуществляет государственное управление, координацию, контроль и реагирование в области защиты населения от радиационного воздействия в ситуации аварийного облучения;

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору обеспечивает контроль за ядерно и радиационно опасными объектами в части обеспечения радиационной безопасности при ликвидации последствий аварии;

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека обеспечивает проведение медико-санитарных мероприятий по предупреждению, выявлению причин, локализации и ликвидации последствий радиационных аварий, защите персонала организаций и населения, кроме организаций и территорий, обслуживаемых ФМБА России;

Федеральное медико-биологическое агентство обеспечивает проведение медико-санитарных мероприятий по предупреждению, выявлению причин, локализации и ликвидации последствий радиационных аварий, защите работников обслуживаемых организаций и населения обслуживаемых территорий.

Определенные полномочия в области использования атомной энергии и обеспечении безопасности населения имеют **органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации**. В основном эти полномочия реализуются во взаимодействии с органами местного самоуправления и с организациями, эксплуатирующими радиационные объекты:

- организуют общественные слушания по вопросам использования атомной энергии;
- принимают участие в обеспечении защиты граждан и охраны окружающей среды от радиационного воздействия, превышающего установленные нормами и правилами в области использования атомной энергии пределы;
- осуществляют контроль за обеспечением радиационной безопасности населения и охраной окружающей среды на подведомственных им территориях, готовностью организаций и граждан к действиям в случае аварии на объекте использования атомной энергии;
- осуществляют учет и контроль радиоактивных веществ на подведомственных им территориях в рамках системы государственного учета и контроля радиоактивных веществ;
- информируют население через средства массовой информации о радиационной обстановке на подведомственных им территориях.

3.5.3. Полномочия, функции и ответственность в области обеспечения радиационной безопасности организации, осуществляющей деятельность с источниками ионизирующего излучения

Федеральным законом от 21.11.1995 № 170-ФЗ определяющая роль в обеспечении радиационной безопасности возложена на организацию, осуществляющую деятельность с источниками ионизирующего излучения (эксплуатирующую организацию, владельца лицензии):

1) В ситуации планируемого облучения организация, осуществляющая деятельность с источниками ионизирующего излучения, проводит мероприятия по обеспечению радиационной безопасности, в том числе производственный контроль за обеспечением радиационной безопасности, в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами в объеме, предусмотренном в лицензии на осуществление деятельности в области использования атомной энергии.

Порядок проведения производственного контроля определяется для каждой организации с учетом особенностей и условий выполняемых ею работ и согласовывается с органами исполнительной власти, осуществляющими государственное управление, государственный надзор и контроль в области обеспечения радиационной безопасности.

Должностные лица, осуществляющие производственный контроль за обеспечением радиационной безопасности, вправе приостанавливать проведение работ с источниками ионизирующего излучения при выявлении нарушений санитарно-эпидемиологических требований, правил радиационной безопасности, обязательных требований, установленных в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании, сводов правил, правил охраны труда, распорядительных, инструктивных, методических документов в области обеспечения радиационной безопасности в соответствующей организации до устранения обнаруженных нарушений.

2) В ситуации аварийного облучения в сферу ответственности организации, осуществляющей деятельность с источниками ионизирующего излучения, входит:

- защита работников;
- предоставление в установленном порядке информации в области защиты населения;
- оповещение о радиационной аварии в установленном порядке.

Обоснования: представленные формулировки согласуются с Федеральным законом «Об использовании атомной энергии» и Федеральным законом «О государственной корпорации по атомной энергии».

3.5.4. Полномочия органов регулирования и надзора в области обеспечения радиационной безопасности

Необходимо включить в Федеральном законодательстве о радиационной безопасности в Российской Федерации положения, поднимающие на уровень федерального закона существующую в России систему органов регулирования и надзора за обеспечением радиационной безопасности.

Особенность российской системы обеспечения радиационной безопасности – наличие в России нескольких структур в области регулирования и надзора за обеспечением радиационной безопасности:

Орган, уполномоченный осуществлять регулирование и надзор в области радиационно-гигиенических аспектов обеспечения радиационной безопасности, за исключением особо ядерно опасных и радиационно опасных объектов (Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека – Роспотребнадзор).

Орган, уполномоченный осуществлять регулирование и надзор в области радиационно-гигиенических аспектов обеспечения радиационной безопасности на особо ядерно опасных и радиационно опасных объектах (Федеральное медико-биологическое агентство – ФМБА России – по утвержденному списку объектов).

Орган, уполномоченный осуществлять регулирование и надзор в области технических аспектов обеспечения радиационной безопасности в отношении объектов использования атомной энергии и организаций, осуществляющих деятельность в области использования атомной энергии, за исключением деятельности по разработке, изготовлению, испытанию, эксплуатации и утилизации ядерного оружия и ядерных энергетических установок военного назначения (Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору – Ростехнадзор).

Орган, уполномоченный осуществлять регулирование в области ядерной и радиационной безопасности при разработке, изготовлении, испытании, эксплуатации, хранении и утилизации ядерного оружия и ядерных энергетических установок военного назначения и в области физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов на ядерных объектах (Госкорпорация «Росатом»).

Орган, уполномоченный осуществлять надзор в области ядерной и радиационной безопасности при разработке, изготовлении, испытании, эксплуатации, хранении и утилизации ядерного оружия и ядерных энергетических установок военного назначения и в области физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов на ядерных объектах (Управление государственного надзора за ядерной и радиационной безопасностью Министерства обороны Российской Федерации – УГН ЯРБ Минобороны России).

Столь сложная система органов регулирования и надзора в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности требует, с одной стороны, четкого разделения сфер ответственности и полномочий, а с другой стороны – организации взаимодействия указанных органов регулирования и надзора, исключения ситуаций, когда какая-либо область деятельности окажется неохваченной мерами регулирования и надзора.

Федеральное законодательство о радиационной безопасности в Российской Федерации необходимо согласовать с положениями Федерального закона от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» и Федерального закона от 26.12.2008 № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля»:

К отношениям, связанным с осуществлением государственного надзора в области обеспечения радиационной безопасности, осуществляемого в рамках федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора, применяются положения указанных федеральных законов.

Конкретные положения, регламентирующие организацию проверок, вопросы включения в план проверок, основания для плановых проверок, сроки проверок, включать в новый федеральный закон нецелесообразно, поскольку в соответствии с № 248-ФЗ и № 294-ФЗ, регламентация указанных вопросов осуществляется в отдельном порядке.

Полномочия ФМБА России и Роспотребнадзора в части санитарно-эпидемиологического надзора частично разграничены на уровне Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», положений об указанных федеральных органах исполнительной власти: ФМБА России осуществляет надзор на отдельных, обслуживаемых ФМБА России организациях и территориях. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 21.08.2006 № 1156-р утверждены Перечень организаций и территорий, подлежащих обслуживанию ФМБА России» (в развитие Положения о ФМБА России). Для закрепления сложившейся практики представляется целесообразным внести изменения в Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ, также установить в новом Федеральном законе «О радиационной безопасности в Российской Федерации» основания для указанного разграничения.

Полномочия Управления государственного надзора за ядерной и радиационной безопасностью Минобороны России регламентируется Указом Президента Российской Федерации от 13.02.2014 № 79 «Об организации федерального государственного надзора в области ядерной и радиационной безопасности ядерного оружия и ядерных энергетических установок военного назначения и в области физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов на ядерных объектах». В федеральных законах и актах Правительства Российской Федерации данный вид надзора не упоминается. В связи с этим представляется целесообразным вывести указанную область регулирования из-под действия нового Федерального закона «О радиационной безопасности в Российской Федерации» по аналогии с тем, как из-под действия Федерального закона № 170-ФЗ выведено регулирование в области использования атомной энергии в целях, отличных от мирных.

В настоящее время в соответствии со ст. 38 и ст. 39 Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» право разработки и утверждения санитарных правил в области обеспечения радиационной безопасности, в том числе на особо ядерно и радиационно опасных объектах, относится исключительно к компетенции Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор).

При этом Роспотребнадзор в соответствии с Положением о федеральном государственном санитарно-эпидемиологическом надзоре, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 05.06.2013 № 467, осуществляет государственный надзор на территории Российской Федерации, за исключением государственного надзора, осуществляемого ФМБА России и его территориальными органами в организациях отдельных отраслей промышленности с особо опасными условиями труда и на отдельных территориях Российской Федерации по перечню, утверждаемому Правительством Российской Федерации.

Такое несоответствие установленных полномочий и реальных механизмов их реализации должно быть устранено в Федеральных законах «О радиационной безопасности в Российской Федерации», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», а также в «Положении о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании».

3.5.5. Полномочия и функции Российской научной комиссии по радиологической защите

Российская научная комиссия по радиологической защите (РНКРЗ) функционирует в порядке, установленном Правительством Российской Федерации, в качестве межведомственного консультативного органа при федеральном государственном бюджетном учреждении «Российская академия наук» (ФГБУ РАН).

В российской правовой и нормативной базе по радиационной безопасности целесообразно изложить задачи и полномочия РНКРЗ. Основной задачей РНКРЗ является определение научных основ обеспечения радиационной безопасности человека и окружающей среды в Российской Федерации. Задачи и полномочия РНКРЗ устанавливаются Правительством Российской Федерации.

Заключения РНКРЗ носят рекомендательный характер.

При уточнении статуса РНКРЗ следует учесть, что в настоящее время РНКРЗ находится в структуре Российской академии наук (РАН), которая осуществляет научно-методическое сопровождение деятельности РНКРЗ.

Поскольку ФГБУ РАН осуществляет экспертизу проектов планов, отчетов, научных и научно-технических результатов научных организаций, находящихся в ведении федеральных органов исполнительной власти в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 30.07.2014 № 718¹, а также с учетом Постановления Правительства Российской Федерации от 25.08.2012 № 851², целесообразно включить в Федеральное законодательство о радиационной безопасности в Российской Федерации указанные выше положения.

3.6. Ситуации облучения персонала и населения

Современный этап развития международной системы радиационной защиты персонала и населения основан на Публикации 103 МКРЗ от 2007 года [13], Международных основных нормах безопасности МАГАТЭ [16] и других рекомендациях, опубликованных за период после 2007 года. В этих документах представлена обновленная концепция системы обеспечения радиационной безопасности. Вместо предусмотренного Публикацией 60 МКРЗ [12] от 1990 года разделения системы

¹ Постановление Правительства Российской Федерации от 30.07.2014 № 718 (ред. от 30.12.2018) «Об утверждении Правил направления научно-технических программ и проектов на экспертизу в Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская академия наук».

² Постановление Правительства Российской Федерации от 25.08.2012 № 851 (ред. от 18.03.2021) «О порядке раскрытия федеральными органами исполнительной власти информации о подготовке проектов нормативных правовых актов и результатах их общественного обсуждения».

радиационной защиты персонала и населения на «практику» и «вмешательство» в настоящее время рассматриваются три ситуации облучения: планируемое, аварийное и существующее.

В кратком изложении эти понятия включают:

Ситуация планируемого облучения – это ситуация облучения, возникающая в результате запланированной эксплуатации источника или запланированной деятельности, приводящей к облучению от источника. Поскольку меры по обеспечению радиационной безопасности могут быть приняты до начала осуществления соответствующей деятельности, сопутствующее облучение и вероятность его возникновения могут быть оценены и ограничены изначально. Основное средство обеспечения безопасности в ситуациях планируемого облучения – это нормирование воздействия ионизирующего излучения на человека, надлежащее проектирование, создание и эксплуатация установок, а также обучение работников. В ситуации планируемого облучения источник облучения находится под контролем.

Ситуация аварийного облучения – это ситуация облучения, которая возникает в результате радиационной аварии и требует немедленных действий в целях недопущения или уменьшения неблагоприятных последствий. До того, как возникнет ситуация аварийного облучения, необходимо предусматривать превентивные меры и меры по смягчению ее последствий. В ситуации аварийного облучения аварийный источник неуправляем, и уменьшить облучение можно только путем принятия защитных мер, направленных на ограничение жизнедеятельности людей на пострадавшей территории, а также иных мер, направленных на восстановление контроля над таким источником.

Ситуация существующего облучения – это ситуация, в которой облучение уже существует на момент принятия решения о введении требуемого контроля. К ситуациям существующего облучения относятся ситуации облучения вследствие радиоактивного загрязнения окружающей среды, сохранившегося после аварии или предыдущей деятельности, которая не подлежала регулируемому контролю или была охвачена регулированием, не соответствующим современным требованиям радиационной безопасности. К ним также относятся ситуации облучения от природных источников излучения, если это облучение можно регулировать. Источник существующего облучения находится вне контроля или не полностью под контролем, и обеспечение радиационной безопасности человека в этой ситуации в значительной мере связано с применением мер защиты, воздействующих на пути облучения человека от источника.

В соответствии с современными международными документами система радиационной защиты в указанных ситуациях облучения направлена на **три категории облучаемых лиц**: персонал, население и пациенты.

В российской нормативной базе в НРБ-99/2009 этим категориям облучаемых лиц даны следующие определения [35].

Персонал – лица, работающие с техногенными источниками излучения (группа А) или работающие на радиационном объекте или на территории его санитарно-защитной зоны и находящиеся в сфере воздействия техногенных источников (группа Б).

Население – все лица, включая персонал вне работы с источниками ионизирующего излучения.

Определение понятия «**пациент**» в 3-ФЗ, НРБ и ОСПОРБ отсутствует.

Если обратиться к основным международным нормативным документам, то наиболее обоснованными можно считать следующие определения:

Персонал площадки {site personnel} [16]

Все лица, постоянно или временно работающие на территории площадки, на которой находится разрешенная (имеющая официальное разрешение) установка.

Население {member of the public} [16]

Для целей защиты и безопасности в широком смысле – любое лицо, входящее в контингент населения, за исключением лиц, подвергающихся профессиональному или медицинскому облучению. Для целей проверки соблюдения годового предела дозы в отношении облучения населения таким лицом является репрезентативный индивид.

Относительно термина «**пациент**» наиболее четкое толкование приведено в руководстве МАГАТЭ [178]

Пациенты – это люди, которые преднамеренно, прямо и осознано подвергаются облучению и получают пользу от этого. В случае медицинского облучения применение предела дозы является нецелесообразным, поскольку этот предел может ограничивать пользу, получаемую пациентом; поэтому применяются только два принципа радиационной защиты — обоснование и оптимизация.

Вместе с термином «пациент» следует определить также важный сопутствующий термин «**лица, обеспечивающие уход и комфортные условия**». В Международных основных нормах безопасности МАГАТЭ [16] дано следующее определение: «Лица, которые по собственному желанию и добровольно помогают (это не входит в их профессиональные обязанности) в уходе, поддержании и создании комфортных условий для пациентов, подвергающихся радиологическим процедурам в диагностических или лечебных целях».

Рекомендуемые в международных документах определения терминов «персонал», «население», «пациент», лица, обеспечивающие уход и комфортные условия» целесообразно использовать в российской правовой и нормативной базе как наиболее точные по смыслу и позволяющие избежать неоднозначных толкований.

Следует также рассмотреть еще одну категорию облучаемых лиц – «аварийный персонал» т. е. персонал, привлекаемый к работам по ликвидации последствий радиационной аварии.

В Глоссарии МАГАТЭ [50] дано следующее разъяснение понятия «emergency worker – аварийный персонал»:

Лицо, имеющее определенные обязанности в качестве работника при реагировании на чрезвычайную ситуацию. К работникам экстренных служб могут относиться работники, прямо или косвенно нанятые в лицензированные экстренные службы, а также персонал спасательных организаций, таких как полицейские, пожарные, медицинский персонал, водители и экипажи транспортных средств, используемых для эвакуации.

Работники экстренных служб могут быть назначены или не назначены аварийными работниками до наступления чрезвычайной ситуации. Работники экстренных служб, не назначенные в качестве таковых до возникновения чрезвычайной ситуации, не обязательно относятся к категории «персонал» до возникновения чрезвычайной ситуации.

Необходимо особо подчеркнуть, что современные международные рекомендации следует внедрять в российскую правовую и нормативную системы с учетом накопленного в нашей стране опыта и возможностей практической реализации основных принципов обеспечения радиационной безопасности.

3.6.1. Ситуация планируемого облучения

Основные требования к системе радиационной защиты персонала в ситуации планируемого облучения изложены в документах МАГАТЭ [16, 142].

Основным требованием при проведении работ с источниками ионизирующего излучения является необходимость регистрации производственного процесса в форме уведомления или лицензирования. Главными элементами радиационной защиты в ситуации планируемого облучения являются процедура оптимизации и соблюдение принципа непревышение пределов дозы, установленных для профессионального облучения.

Очень компактно, но в то же время компетентно использование дозиметрических величин в ситуации планируемого, аварийного и существующего облучения согласно Публикации 103 МКРЗ [13] в сравнении с предыдущей системой дозиметрических величин, развитой в начале 1990-х годов, представлено в таблице 8 Публикации 103 МКРЗ, извлечения из которой в части планируемого облучения представлены ниже в таблице 7.

Принципиально новыми в новой системе дозиметрических величин являются понятия «граничная доза» и «референтный уровень».

По содержанию таблицы 3.2 необходимо проанализировать область применения нового термина «граничная доза». Смысл этого термина наиболее удачно сформулирован в Международных основных нормах безопасности МАГАТЭ [16, п. 1.22]:

Граничные дозы и референтные уровни используются для оптимизации защиты и безопасности и преследуют цель обеспечить, чтобы благодаря контролю уровень всех видов облучения был на разумно достижимом низком уровне с учетом экономических, социальных и экологических факторов.

Граничные дозы применяются в отношении профессионального облучения и облучения населения в ситуациях планируемого облучения. Граничные дозы устанавливаются для каждого контролируемого источника и играют роль граничных условий при определении целевого диапазона вариантов оптимизации защиты и безопасности.

Граничные дозы – это не пределы дозы; превышение граничной дозы не означает несоблюдения регулирующих требований, но может привести к принятию дополнительных мер.

При обсуждении вопроса о форме внедрения в России понятия «граничная доза» следует сопоставить его с близкими понятиями, уже устоявшимися в российской практике обеспечения радиационной безопасности:

Уровень контрольный – значение контролируемой величины дозы, мощности дозы, радиоактивного загрязнения и т. д., устанавливаемое для оперативного радиационного контроля с целью закрепления достигнутого уровня радиационной безопасности, обеспечения дальнейшего снижения облучения персонала и населения, радиоактивного загрязнения окружающей среды (НРБ-99/2009) [35, термин 58].

**Извлечения из таблицы 8 Публикации 103 МКРЗ [232]
в части ситуации планируемого облучения**

Категории облучения (публикации)	Рекомендации 1990 года и последующие публикации	Действующие Рекомендации (т. е. Публ 103)
Ситуации планируемого облучения		
	Пределы индивидуальной дозы	
Профессиональное облучение (60, 68, 75) включая работы по ликвидации последствий аварий (96)	20 мЗв/год с усреднением за периоды в 5 лет	20 мЗв/год с усреднением за периоды в 5 лет
– хрусталик глаза	150 мЗв/год	150 мЗв/год
– кожа	500 мЗв/год	500 мЗв/год
– кисти рук и ступни ног	500 мЗв/год	500 мЗв/год
– беременные женщины, в оставшийся срок беременности	2 мЗв на поверхность живота или 1 мЗв при поступлении радионуклидов	1 мЗв на зародыш/плод
Облучение населения (60)	1 мЗв/год	1 мЗв/год
– хрусталик глаза	15 мЗв/год	15 мЗв/год
– кожа	50 мЗв/год	50 мЗв/год
	Граничные дозы	
Профессиональное облучение (60)	≤ 20 мЗв/год	≤ 20 мЗв/год
Облучение населения (77, 81, 82)		
– общий случай	-	Выбирается ниже 1 мЗв/год согласно реальной ситуации
– захоронение РАО	≤ 0,3 мЗв/год	≤ 0,3 мЗв/год
– захоронение долгоживущих РАО	≤ 0,3 мЗв/год	≤ 0,3 мЗв/год
– пролонгированное облучение	< ~ 1 до ~ 0,3 мЗв/год	~ 1 до ~ 0,3 мЗв/год
– пролонгированное облучение долгоживущими радионуклидами	≤ 0,1 мЗв/год	≤ 0,1 мЗв/год
Медицинское облучение (62, 94, 98)		
добровольцы в биомедицинских исследованиях, если социальная польза при этом:		
– мала	< 0,1 мЗв	< 0,1 мЗв
– невелика	0,1–1 мЗв	0,1–1 мЗв
– умеренна	1–10 мЗв	1–10 мЗв
– значительна	> 10 мЗв	> 10 мЗв
– при уходе за пациентами	5 мЗв на эпизод облучения	5 мЗв на эпизод облучения

Квота – часть предела дозы, установленная для ограничения облучения населения от конкретного техногенного источника излучения и пути облучения (внешнее облучение, поступление с водой, пищей и воздухом) (ОСПОРБ-99/2010) [36, термин 33].

Сопоставления понятий из Публикации 103 МКРЗ, Международных основных норм безопасности МАГАТЭ и российских документов показывает, что определения «граничной дозы» и «контрольного уровня» существенно отличаются: «граничная доза» устанавливает верхнюю границу дозового диапазона, внутри которого проводится оптимизация защиты для данного источника излучения. «Контрольный уровень» устанавливается для закрепления достигнутого уровня радиационной безопасности.

В определении контрольного уровня не упоминается об «оптимизации защиты для данного источника излучения». В то же время в определении «граничной дозы» ничего не говорится о «закреплении достигнутого уровня радиационной безопасности».

Следует подчеркнуть, что граничная доза в соответствии с определением в Публикации 103 МКРЗ [13] – это «ограничение индивидуальной дозы от данного источника...», в то время как контрольный уровень – это «значение контролируемой величины дозы, мощности дозы, радиоактивного загрязнения и т. д., устанавливаемое для оперативного радиационного контроля...». Т. е. понятие контрольный уровень гораздо шире по области своего применения, чем граничная доза.

Принципиальное отличие понятия «граничная доза» от понятия «контрольный уровень» заключается в том, что «контрольный уровень» индивидуальной дозы и мощности дозы направлен на защиту индивидуума от воздействия всех источников излучения, а «граничная доза» – на защиту индивидуумов от данного источника.

В целом можно сделать вывод, что для персонала понятие «граничная доза» соответствует (но весьма отдаленно) понятию «контрольный уровень», а для населения – понятие «граничная доза» практически полностью совпадает с понятием «квота». Хотя тоже есть отличия: квота подлежит обязательному соблюдению, а граничная доза – более «мягкий» норматив.

В Публикации 103 МКРЗ [13] особо подчеркнуто, что граничная доза и референтный уровень являются «более мягкими нормативами»:

(228) Выбранное значение граничного или референтного уровня зависит от обстоятельств рассматриваемого облучения. Следует обязательно понимать, что ни граничная доза, **ни граничный риск, ни референтные уровни не являются демаркационной линией между «безопасным» и «опасным»**, и не отражают скачка в радиационном риске для здоровья людей.

(233) При профессиональном облучении граничная доза – это величина индивидуальной дозы, ограничивающая набор вариантов обеспечения защиты только такими, которые, как ожидается, создадут дозы ниже граничной дозы, и которые только и рассматриваются в процессе оптимизации. При облучении населения граничная доза – это верхняя граница годовых доз, которые население может получить от плановой эксплуатации конкретного контролируемого источника. Комиссия хотела бы подчеркнуть, что **граничные дозы не следует понимать или использовать в качестве предписывающих пределов дозы.**

В Публикации 103 МКРЗ [13] приведено объяснение, почему введено два понятия: «граничная доза» и «референтный уровень» – ведь в принципе можно было обойтись одним общим термином.

Различие в терминологии между ситуациями планируемого и аварийного облучения (аварийного и существующего облучения) сохранено Комиссией, чтобы отразить тот факт, что, в ситуациях планируемого облучения ограничение индивидуальных доз может быть введено **на стадии планирования**, а сами дозы поддаются прогнозированию, обеспечивающему непревышение **граничной дозы**.

В других ситуациях (т. е. аварийного и существующего облучения) может существовать более широкий диапазон облучения, а процесс оптимизации может быть применен на **первоначальных уровнях индивидуальных доз, превышающих референтный уровень**.

В то же время в таблице 8 Публикации 103 МКРЗ [13] приведены два практически важных случая, когда нужен «мягкий» норматив для ограничения облучения, но эти случаи в нашей законодательной базе не рассмотрены:

- медицинское облучение добровольцев при биомедицинских исследованиях
 - устанавливается в зависимости от социальной пользы: если польза мала: < 0,1 мЗв, невелика: 0,1–1 мЗв, умеренна: 1–10 мЗв, значительна: > 10 мЗв;
- добровольный непрофессиональный уход за пациентами (для членов семьи, волонтеров и т. п. – исключая медицинский персонал):
5 мЗв на эпизод облучения.

То, что в этом случае установлен норматив, ограничивающий дозу в виде «граничной дозы», понятно: речь идет о тех случаях, когда индивидуумы сами добровольно принимают решение о процедурах, связанных с облучением, и сами соглашаются с риском для их здоровья. Поэтому нет необходимости устанавливать предел дозы – достаточно более мягкого норматива, каковым является «граничная доза».

Таким образом, следует руководствоваться следующими практическими соображениями для обеспечения радиационной безопасности в ситуации планируемого облучения, которые изложены в международных рекомендациях [13, 16].

В ситуации планируемого облучения, когда источник находится под контролем, радиационная безопасность человека обеспечивается безопасным и управляемым состоянием источника облучения. В этой ситуации ограничение облучения персонала и населения осуществляется на основании принципов нормирования, обоснования и оптимизации.

Исключением является медицинское облучение, на которое не распространяется принцип нормирования. Доза терапевтического медицинского облучения определяется из условия достижения необходимого терапевтического эффекта. Доза диагностического медицинского облучения основывается на условии получения полезной диагностической информации при наименьших возможных уровнях облучения. Для их контроля устанавливаются диагностические референтные уровни.

Также с практической точки зрения очень важную роль играют референтные уровни применительно к лицам, обеспечивающим комфорт и уход за пациентами, и к лицам, участвующим в радиобиологических и клинических испытаниях.

Проведенный анализ позволяет заключить:

Нецелесообразно вводить в российскую систему радиационной безопасности термин «граничная доза» вместо устоявшихся терминов «контрольный уровень» и «квота».

Применение понятия «граничная доза» оправдано только для регулирования облучения добровольцев при биомедицинских исследованиях и лиц, осуществляющих добровольный непрофессиональный уход за пациентами.

Основные обязанности по обеспечению радиационной защиты персонала в ситуации планируемого облучения возлагаются на эксплуатирующую организацию. Программа радиационной защиты, которая должна разработать организация, эксплуатирующая источники ионизирующего излучения, включая использование этих источников для медицинских целей, должна включать положения, перечисленные ниже [13]:

- а) индивидуальный дозиметрический контроль персонала, контроль радиационной обстановки;
- б) инженерно-технические системы контроля и защиты, такие как системы вентиляции;
- в) использование средств индивидуальной защиты;
- г) обеспечение личной гигиены;
- д) наблюдение за состоянием здоровья работников;
- е) обращение с радиоактивными отходами;
- ж) мониторинг окружающей среды;
- и) система управления производственными процессами;
- к) подготовка кадров и повышение их квалификации;
- л) развитие культуры безопасности;
- м) ведение учетных документов с результатами дозиметрического контроля персонала;
- н) в надлежащих случаях, аварийная готовность и реагирование

3.6.2. Обеспечение радиационной безопасности в ситуации аварийного облучения

В ситуации аварийного облучения допускается облучение, превышающее установленные пределы дозы, определенные установленными нормами радиационной безопасности для ситуации планируемого облучения. Защита персонала и населения при этом должна базироваться на референтных уровнях, общих радиологических критериях и операционных критериях с целью предотвращения детерминированных эффектов и снижения риска стохастических эффектов и охватывать период времени от объявления ситуации аварийного облучения до перехода к ситуации существующего облучения или перехода к условиям нормальной жизнедеятельности.

Аварийное реагирование как один из важнейших разделов обеспечения радиационной безопасности проработано как в понятийном и организационном плане, так и в плане практических действий, выработанных при ликвидации последствий произошедших в СССР и России радиационных аварий.

При этом следует использовать ряд новых современных подходов к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при радиационной аварии, в частности, в соответствии со стандартами, нормами и руководствами МАГАТЭ [16, 142, 206-210], Публикацией 146 МКРЗ [38], а также на основе российской правоприменительной практики.

В российском законодательстве вопросам предотвращения аварий и аварийного реагирования уделяется большое значение. При обновлении российской правовой и нормативной базы необходимо, с одной стороны, сохранить преемственность с действующими и оправдавшими себя на практике федеральными законами и подзаконными документами, но с другой стороны учесть новые международные подходы, реализованные в документах МКРЗ и МАГАТЭ [13, 16].

В ситуации аварийного облучения, когда контроль и управление источником потеряны, радиационная безопасность человека обеспечивается исключительно мерами радиационной защиты, к которым также относится установление референтных уровней.

Современная система дозиметрических величин в ситуации аварийного излучения очень наглядно представлена в цитируемой выше таблице 8 Публикации 103 МКРЗ [13]. Извлечения из этой таблицы в части ситуации аварийного облучения представлены ниже в табл. 8.

Табл. 8 наглядно показывает предлагаемые современными международными рекомендациями ограничения дозы повышенного облучения персонала при выполнении спасательных работ в случае радиационной аварии – допускается повышенное облучение до 500 мЗв, до 1000 мЗв и даже до более высокой дозы. При этом главным показателем возможности такого облучения спасателей является требование, чтобы польза для людей (спасаемых лиц) превышала риск для спасателей.

Обеспечение радиационной безопасности населения в ситуации аварийного облучения основано на реализации системы мероприятий по защите населения от основных факторов радиационного воздействия, обусловленных радиационной

Таблица 8

**Извлечения из таблицы 8 Публикации 103 МКРЗ [13]
в части ситуации аварийного облучения**

Категории облучения (публикации)	Рекомендации 1990 года и последующие публикации	Действующие Рекомендации (т. е. Публ 103)
Ситуации аварийного облучения		
	Уровни вмешательства	Референтные уровни
Профессиональное облучение (60, 96)		
– операции по спасению жизни людей (информированные добровольцы)	Ограничений доз нет	Ограничений доз нет, если польза для людей превышает риск для спасателей
– прочие неотложные спасательные операции	500 мЗв; ~ 5 Зв (кожа)	1000 или 500 мЗв
– прочие спасательные операции		≤100 мЗв
Облучение населения (63, 96):		
– для изъятия пищевых продуктов	10 мЗв /год	
– для йодной профилактики	50–500 мЗв (щитов. железа)	
– укрытие	5–50 мЗв за 2 суток	
– временная эвакуация	50–500 мЗв за 1 неделю	
– временное переселение	100 мЗв за первый год или 1000 мЗв	
– все меры защиты, собранные в единой стратегии		При планировании: в интервале от 20 до 100 мЗв/год в зависимости от ситуации

аварией. Система защитных мер базируется на референтных уровнях, которые устанавливаются Правительством, и реализуются в зоне радиационной аварии. В международных документах подчеркивается, что все меры защиты населения должны быть собраны в единой стратегии и могут планироваться в диапазоне доз облучения от 20 до 100 мЗв/год в зависимости от ситуации.

Референтные уровни являются основой для принятия решений о проведении срочных предупредительных и защитных мер. Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации несут ответственность за защиту населения на соответствующей территории. Эти органы исполнительной власти должны иметь план (планы) мероприятий по защите населения в ситуации аварийного облучения, соответствующие стратегии защиты в ситуации аварийного облучения, определенной Правительством Российской Федерации.

Основные обязанности по спасению пострадавших и ликвидации (смягчению последствий) радиационной аварии как международными, так и российскими документами возложены на организацию, осуществляющую деятельность с источниками ионизирующего излучения.

В случае радиационной аварии организация, осуществляющая деятельность с источниками ионизирующего излучения, обязана:

- обеспечить выполнение мероприятий по защите работников (персонала) от радиационной аварии и ее последствий;
- проинформировать о радиационной аварии органы государственной власти, в том числе федеральные органы исполнительной власти, осуществляющие государственный надзор в области обеспечения радиационной безопасности, а также органы местного самоуправления, население территорий, на которых возможно повышенное облучение;
- локализовать очаг радиоактивного загрязнения и минимизировать распространение радиоактивных веществ в окружающей среде;
- провести анализ и подготовить прогноз развития радиационной аварии и изменений радиационной обстановки;
- принять меры по нормализации радиационной обстановки на территории организаций, осуществляющих деятельность с использованием источников ионизирующего излучения, после ликвидации радиационной аварии.

Как показывает накопленный в России опыт ликвидации последствий радиационных аварий, в случае радиационной аварии наиболее компетентными и практически подготовленными являются аварийно-спасательные формирования и аварийно-технические центры, созданные в Госкорпорации «Росатом».

Социальные гарантии за повышенный риск и возмещение вреда, причиненного радиационным воздействием здоровью лиц, привлекаемых для выполнения указанных спасательных и аварийно-восстановительных работ, устанавливаются законодательством Российской Федерации.

Как отмечено выше, в России радиационная безопасность персонала при проведении спасательных и аварийно-восстановительных работ обеспечивается в рамках концепции планируемого повышенного облучения.

Согласно НРБ-99/2009, повышенное облучение не допускается:

- для работников, ранее уже облученных в течение года в результате аварии или запланированного повышенного облучения с эффективной дозой

200 мЗв или с эквивалентной дозой, превышающей в четыре раза соответствующие пределы доз;

- для лиц, имеющих медицинские противопоказания для работы с источниками излучения.

В соответствии с НРБ-99/2009 [35] планируемое повышенное облучение персонала группы А выше установленных пределов доз при предотвращении развития аварии или ликвидации ее последствий может быть разрешено только в случае необходимости спасения людей и (или) предотвращения их облучения. Планируемое повышенное облучение допускается для мужчин, как правило, старше 30 лет лишь при их добровольном письменном согласии, после информирования о возможных дозах облучения и риске для здоровья.

В России, в первую очередь в Госкорпорации «Росатом», сложилась положительная правоприменительная практика по оформлению предварительного разрешения на планируемое повышенное облучение. Приказом Госкорпорации «Росатом» от 30 декабря 2019 № 1/1518-П утверждены единые отраслевые методические указания по оформлению предварительных разрешений на планируемое повышенное облучение персонала аварийно-спасательных формирований Госкорпорации «Росатом», которые согласованы ФМБА России.

3.6.3. Обеспечение радиационной безопасности в ситуациях существующего облучения

В ситуации существующего облучения, когда управление источником облучения не является полным, радиационная безопасность может быть обеспечена путем осуществления мер радиационной защиты и мер, направленных на обеспечение контроля над источником облучения, если это практически осуществимо.

В ситуации существующего облучения защиту населения необходимо осуществлять таким образом, чтобы в течение нескольких лет снизить облучение населения ниже установленных референтных уровней. Количественное значение референтных уровней и/или производных показателей устанавливается для конкретной ситуации существующего облучения с учетом принципа оптимизации в зависимости от обстоятельств и, в частности, от реальности соблюдения этих уровней, а также от социально-экономических условий.

Ниже в извлечениях из таблицы 8 Публикации 103 МКРЗ [13] представлена современная система дозиметрических величин в ситуации существующего облучения.

Общепринятые подходы к регулированию радиационной безопасности населения в ситуации существующего облучения включают следующие положения:

1) Защита населения от облучения, обусловленного остаточным содержанием радиоактивных веществ в окружающей среде после предыдущей деятельности или после ядерной или радиационной аварии, а также от облучения радоном и продуктами его распада в жилых и производственных помещениях и другими природными радионуклидами должна осуществляться в соответствии с принципами обоснования и оптимизации.

2) Правительство в лице уполномоченных органов регулирования и надзора обеспечивает выявление ситуаций существующего облучения, требующих принятия соответствующих мер радиационной защиты.

**Извлечения из таблицы 8 Публикации 103 МКРЗ [13]
в части ситуации аварийного облучения**

Категории облучения	Рекомендации 1990 г. и последующие публикации	Действующие Рекомендации (<i>т. е. Публ 103</i>)
Ситуации существующего облучения		
	Уровни действия	Референтные уровни
Радон		
– в жилых помещениях	3–10 мЗв/год (200–600 Бк м ⁻³)	< 10 мЗв/год (< 600 Бк м ⁻³)
– в рабочих помещениях	3–10 мЗв/год (500–1500 Бк м ⁻³)	< 10 мЗв/год (< 1500 Бк м ⁻³)
	Обобщенные референтные уровни	Референтные уровни
В среде обитания человека (82)		
Вмешательства:		
малообоснованны	< ~ 10 мЗв/год	От 1 до 20 мЗв/год в зависимости от ситуации (см. Публ. 103 раздел 5.9.2) (234)-235)
могут быть обоснованы	> ~ 10 мЗв/год	
почти всегда обоснованы	до 100 мЗв/год	

Правительство обеспечивает распределение ответственности за защиту и безопасность между федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, а также введение референтных уровней.

Поскольку ситуации существующего облучения возникают в большинстве случаев в результате произошедшей радиационной аварии с поступлением радионуклидов в окружающую среду, очень важным этапом работ по ликвидации последствий радиационной аварии является установление правовых положений по процессу завершения аварийной ситуации и перехода от ситуации аварийного облучения к ситуации существующего облучения или ситуации планируемого облучения. Эти аспекты в действующем российском законодательстве не учитываются, поэтому юридически ликвидация последствий Чернобыльской аварии на территории России не завершилась. Это в итоге приводит к сохранению избыточных требований и создает препятствия в экономическом развитии территорий, которые в 1986 году были загрязнены радиоактивными веществами.

В соответствии с принципом оптимизации в **ситуациях аварийного и существующего облучения** осуществляются только те защитные действия или восстановительные меры, которые приносят больше пользы, чем вреда, человеку и обществу. При этом вероятность облучения, индивидуальные дозы и число облучаемых лиц должны поддерживаться на возможно низком достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов.

Переход от ситуации аварийного облучения к ситуации существующего облучения означает прекращение фазы аварийного реагирования и начало проведения мероприятий по возобновлению социально-экономической деятельности на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии. Правительство Российской Федерации принимает решение о прекращении ситуации аварийного облучения, устанавливает федеральный референтный уровень, опреде-

ляющий переход от ситуации аварийного облучения к ситуации существующего облучения, а также порядок установления региональных референтных уровней.

В отдельных случаях при незначительном масштабе радиационной аварии возможно принятие решения о переходе от ситуации аварийного облучения к ситуации планируемого облучения или к условиям нормальной жизнедеятельности населения.

Следует пояснить, что тенденция к снижению остаточной дозы облучения населения, приближающейся к нижней границе референтных уровней для ситуации аварийного облучения, должна рассматриваться в контексте перехода от завершающей фазы аварии к ситуации существующего облучения, что в дальнейшем потребует усилий в виде реализации конкретных мероприятий для последовательного снижения остаточных доз облучения населения, обусловленных последствиями аварии.

Переход от ситуации аварийного облучения к ситуации существующего облучения означает завершение чрезвычайной ситуации и начало возобновления социально-экономической деятельности на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии.

После прекращения ситуации аварийного облучения и перехода к ситуации существующего облучения и далее к условиям нормальной жизнедеятельности обеспечение радиационной безопасности населения регулируется в соответствии с подходами, применяемыми в ситуации существующего облучения или ситуации планируемого облучения, соответственно. При этом должны быть определены роли и функции федеральных и региональных органов власти, методы передачи информации; средства для оценки радиологических и нерадиологических последствий; мероприятия по сохранению связи с населением, а также по мониторингу общественного мнения и реакции средств массовой информации; механизмы консультаций между заинтересованными сторонами.

При соблюдении этих мер решение о прекращении ситуации аварийного облучения с учетом предварительных консультаций с заинтересованными сторонами должно быть официально принято Правительством Российской Федерации. При этом Правительством Российской Федерации должен быть установлен федеральный референтный уровень, определяющий переход от ситуации аварийного облучения к ситуации существующего облучения, а также порядок установления региональных референтных уровней.

В целом, подводя итоги обсуждению вопроса о введении новых понятий в российскую правовую и нормативную базы в области радиационной безопасности, следует отметить, что новые понятия должны вводиться единым комплексом. Очень наглядно ситуации облучения и категории облучаемых лиц при использовании их в различных ситуациях облучения приведены в таблице 4 Публикации 103 МКРЗ [13].

Таблица 10

Ситуации облучения и категории облучаемых лиц в различных ситуациях облучения

Ситуация облучения	Категория облучаемых лиц		
	Персонал	Население	Пациенты
Планируемое	Предел дозы (Контрольный уровень)*	Предел дозы (Квота)	Диагностический референтный уровень
Аварийное	Референтный уровень*	Референтный уровень	Не применимо
Существующее	Не применимо	Референтный уровень	Не применимо

Примечание:

* Облучение персонала, выполняющего планируемые работы в ситуации аварийного облучения, рассматривается как часть планируемого облучения.

** Облучение персонала, выполняющего планируемые работы в ситуации существующего облучения, рассматривается как часть планируемого облучения.

3.7. Обеспечение радиационной безопасности при медицинском облучении

Медицинское облучение представляет собой облучение *ионизирующим излучением*, которому подвергаются: 1) пациенты при прохождении ими диагностических или терапевтических медицинских процедур с использованием генерирующих и радионуклидных источников ионизирующих излучений; 2) лица (за исключением медицинского персонала), которые сознательно и добровольно помогают в уходе за пациентами из группы в больнице или дома; 3) лица, проходящие медицинские обследования в связи с профессиональной деятельностью или в рамках медико-юридических процедур; 4) лица, участвующие в медицинских профилактических обследованиях и медико-биологических исследованиях.

Пациент – это лицо, которое является получателем услуг медицинских специалистов и/или их представителей, направленных на (а) укрепление здоровья; (б) предотвращение болезней и травм; (в) мониторинг здоровья; (г) поддержание здоровья; (д) медицинское лечение заболеваний, расстройств и травм для достижения излечения или, в противном случае, оптимального комфорта и функциональности. В данное понятие включены и некоторые бессимптомные лица. В рамках требований к медицинскому облучению в стандартах безопасности МАГАТЭ и публикаций МКРЗ термин «пациент» относится только к тем лицам, которые проходят рентгено-радиологические процедуры.

С формальной точки зрения медицинское облучение является частным случаем планируемого облучения. Однако в отличие от других видов облучения, как указывается в предисловии редактора Публикации 105 МКРЗ [177], медицинское облучение пациентов уникально, поскольку имеет специфические особенности, которые влияют на применение фундаментальных принципов защиты.

3.7.1. Основные принципы радиационной защиты в медицине.

Рассмотренные выше в разделе 3.4 принципы нормирования, обоснования и оптимизации радиационных воздействий в медицине реализуются на основе важнейшей концепции медицинского облучения: *получение необходимой и полезной диагностической информации или выраженного терапевтического эффекта при минимально возможных уровнях облучения пациента*. Если в ранее принятых нормативных документах приводились предельно-допустимые дозы для некоторых медицинских радиологических процедур, в частности при рентгенодиагностике и радионуклидной диагностике, то в НРБ-99/2010 [35] в соответствии с рекомендациями МКРЗ подчёркивается, что пределы доз медицинского облучения не устанавливаются в принципе. Это означает, что при планировании и выполнении любой диагностической или терапевтической рентгено-радиологической процедуры система приоритетов выстраивается таким образом, что основное предпочтение отдаётся не снижению уровня облучения, а получению чисто медицинского эффекта (основное, т.е. первичное, требование), но при минимально возможной лучевой нагрузке на пациента (дополнительное, то есть вторичное требование).

Далее рассмотрим, каким образом основные принципы радиационной защиты конкретизируются во всех трех направлениях медицинской радиологии – лучевой терапии, ядерной медицине и рентгенологических исследованиях.

Принцип обоснованности облучения в *лучевой терапии* реализуется на основе профессионального решения радиационного онколога (лучевого терапевта, радиотерапевта) о необходимости проведения конкретному больному индивидуально спланированного терапевтического облучения с целью клинически выраженного улучшения состояния его здоровья. При этом риск от проведения лучевой терапии должен заведомо быть ниже риска от альтернативных (нерадиационных) методов лечения и, тем более, ниже риска отказа от лечения вообще.

Вторым принципом системы ограничения дозы является оптимизация радиационной защиты больного, что реализуется посредством взаимосвязанного совместного выбора адекватной дозы облучения злокачественной опухоли и толерантных доз облучения нормальных тканей организма. Не менее важным элементом оптимизации защиты больного при лучевой терапии является проектирование, эксплуатация и поддержание средств и технологий терапевтического облучения на таком уровне, который обеспечивает оптимальное соотношение между эффективным подавлением злокачественного роста тканей и минимально возможным проявлением лучевых осложнений. В более широком смысле проблема обеспечения радиационной безопасности больного предусматривает необходимость специальных медицинских и радиационно-физических знаний и умений персонала, наличия практических навыков и накопленного клинического опыта в проведении радиационно-терапевтических процедур, адекватного использования радиационных аппаратов и оборудования с современными физико-техническими характеристиками, а также тщательной регистрации непосредственных и отдалённых результатов облучения.

Принцип нормирования дозы в лучевой терапии не применяется, т.к. всё облучение направлено на пользу здоровью пациента.

Применительно к *ядерной медицине принцип обоснованности (оправданности)* использования открытых радионуклидных источников означает:

- принятие компетентными органами Минздрава России обоснованного решения на клиническое применение конкретных диагностических радиофармпрепаратов;
- принятие органами Роспотребнадзора РФ обоснованных решений на утверждение проектов строительства новых и реконструкции действующих радиологических корпусов с подразделениями ядерной медицины;
- принятие органами Роспотребнадзора РФ обоснованных решений по выдаче санитарно-эпидемиологических заключений на право работы с открытыми радионуклидными источниками в подразделениях ядерной медицины;
- принятие врачами-радиологами клинически обоснованных решений о проведении радиодиагностических исследований или радиотерапевтических процедур, при реализации которых реальная чистая польза конкретному больному (диагностическая информация или терапевтический эффект) должна заведомо превышать риск любых возможных стохастических и нестохастических радиационно-индуцированных эффектов;
- принятие руководством подразделений ядерной медицины обоснованных решений по использованию тех или иных средств и технологических приемов при ликвидации последствий радиационных аварий в помещениях подразделения ядерной медицины.

Принцип оптимизации при проведении ядерно-медицинских процедур предусматривает:

- поддержание на возможно низком и достижимом уровне индивидуальных доз облучения пациентов при условии получения необходимой диагностической информации при радионуклидной диагностике;
- проектирование, эксплуатацию и поддержание средств и технологий ядерной медицины на уровне, обеспечивающем настолько низкие дозы облучения пациентов, насколько это разумно достижимо с учетом экономических и социальных факторов.

Принцип нормирования применительно к ядерной медицине, как уже отмечалось, непосредственно не используется, но в каждом подразделении радионуклидной диагностики могут быть установлены контрольные (референтные) уровни (но не пределы доз!) допустимого облучения пациентов от вводимых в организм диагностических радиофармпрепаратов.

Применительно к **рентгенодиагностике** и **интервенционно-радиологическим процедурам**, выполняемым под рентгенологическим контролем, **принцип обоснованности** означает:

- приоритетное использование альтернативных (нерадиационных) методов медицинской визуализации;
- проведение рентгенодиагностических исследований строго по клиническим показаниям;
- выбор наиболее щадящих методик и технологий рентгенодиагностических исследований;
- риск отказа от рентгенодиагностического исследования должен заведомо превышать риск от облучения пациента при его проведении.

Принцип оптимизации при проведении рентгенологических исследований осуществляется посредством:

- поддержания доз облучения пациентов на таких низких уровнях, какие возможно достичь при обеспечении получения достоверной диагностической информации в виде выявления патологического процесса, оценки степени его тяжести и распространённости в организме больного;
- проектирования, эксплуатации и поддержания средств и технологий рентгенодиагностических исследований на уровне, обеспечивающем настолько низкие дозы облучения пациентов, насколько это разумно достижимо с учётом экономических и социальных факторов.

Как и в радионуклидной диагностике, принцип нормирования применительно к рентгенодиагностике непосредственно не используется, но в каждом рентгенодиагностическом подразделении могут быть установлены контрольные референтные уровни (но не пределы доз!) облучения пациентов.

3.7.2. Обеспечение радиационной безопасности пациентов при лучевой терапии

В **лучевой терапии** оптимальное облучение больного связано с наиболее разумным использованием ионизирующего излучения. Существует два вида риска для больного: первый и самый важный – это риск ошибки в радиационном воздействии на опухоль, которая при дальнейшем своём развитии становится смертельной для больного.

Второй риск определяется вредностью излучения для нормальных тканей. Лучевая терапия всегда связана с некоторым риском, но риск становится чрезмерным, если суммарная доза облучения, даже с учётом фракционирования, слишком велика или слишком велики радиочувствительность и объём облучаемых нормальных тканей.

Обеспечение радиационной безопасности больного при лучевой терапии практически полностью определяется системой гарантии качества облучения, используемой в данном медицинском учреждении. В свою очередь, гарантия качества базируется на тщательном выполнении требований по точности подведения дозы, в том числе при дозиметрическом планировании и реализации процесса облучения, и по контролю радиационно-физических характеристик применяемых аппаратов и оборудования.

Требования к точности подведения дозы меняются в зависимости от цели облучения. К детальному планированию облучения в больших терапевтических дозах, близких к толерантным дозам для нормальных тканей, предъявляются повышенные требования. При этом наибольшая точность требуется при облучении большими дозами мишеней, соседних с критическими по радиочувствительности нормальными тканями. При паллиативном облучении применяются меньшие дозы, и требования по точности дозирования могут быть несколько снижены.

По достоверным статистическим данным, даже в современных зарубежных радиационно-терапевтических центрах у 3 – 4% больных наблюдаются отклонения суммарной очаговой дозы в опухоли за полный курс дистанционного облучения на 5% и более вследствие случайных и систематических ошибок и погрешностей. Точность измерений дозы зависит от качества используемых приборов и точности их дозовой калибровки. При внешнем облучении дозы облучения в опорных точках для референтных условий должны быть измерены с общей погрешностью не более 3%. Измерения глубинных доз, коэффициентов ослабления клиновидных фильтров и подставок для блоков должны выполняться с погрешностью не более 0,5 – 1,0%.

При внутритканевом или внутриполостном облучении общая погрешность измерений мощности дозы не должна превышать 5%. Активность следует измерять при получении нового источника. Если имплантируется группа источников небольшой активности, например, при внутритканевом облучении рака предстательной железы гранулами ^{125}I , общую активность нужно знать с погрешностью не более 5%, а активности отдельных источников не должны отличаться более чем на 10%.

Задача планирования облучения заключается в таком управлении облучением, при котором поглощённая доза в объёме мишени соответствовала бы в пределах 5% заданной дозе, и в то же время доза в окружающих нормальных тканях оказалась минимальной.

Перед началом курса лучевой терапии необходимо проверить, по крайней мере, максимальную и минимальную дозы в объёме мишени, а также дозы, которые будут подведены к наиболее радиочувствительным тканям, где высока вероятность возникновения лучевых осложнений. При каждом сеансе облучения следует регистрировать суммарные дозы и независимо контролировать их через определённые промежутки времени.

При дистанционном облучении больного его укладка на ложе радиационно-терапевтического аппарата должна соответствовать укладке на симуляторе терапевтического облучения и быть воспроизводимой в последующих сеансах облучения.

Больной должен находиться в удобном положении и быть в максимально возможной степени неподвижным при облучении. С этой целью следует использовать специальные приспособления для иммобилизации больного, которые теперь уже изготавливают в индивидуальном порядке по данным топографии. Если положение больного изменяется, облучение должно быть немедленно прервано, и позиционирование больного нужно выполнить заново.

Если даже план облучения не предусматривает учёт особого риска клинически значимых доз облучения нормальных органов и тканей, желательно провести *in vivo* дозиметрические измерения в ходе первого или нескольких начальных сеансов облучения. Тогда можно оценить реальные дозы облучения критических органов, в первую очередь кожи, и сравнить их с их запланированными значениями. При их заметном расхождении можно своевременно внести соответствующие коррективы в рассчитанный дозиметрический план для последующих сеансов облучения.

Здесь невозможно изложить полностью все методические рекомендации по гарантии качества лучевой терапии для большого разнообразия радиационно-терапевтических аппаратов и технологий терапевтического облучения. Существует большое количество официальных публикаций ВОЗ, МАГАТЭ, МКРЗ, МКРЕ, ИОМР (Международной организации по медицинской физике), ЕFOMP (Европейской федерации организаций по медицинской физике) и ААРМ (Американской ассоциации медицинских физиков), посвященных вопросам гарантии качества лучевой терапии и обеспечения радиационной безопасности пациентов при терапевтическом облучении. Переводы на русский язык наиболее важных из них опубликованы и продолжают публиковаться в журнале «Медицинская физика». Основные рекомендации по обеспечению радиационной безопасности в лучевой терапии содержатся также в докладах и публикациях МКРЗ [177] и МАГАТЭ [178, 214].

3.7.3. Обеспечение радиационной безопасности пациентов при радионуклидной диагностике

Организация и проведение работ в подразделениях ***радионуклидной диагностики in vivo*** и в ПЭТ-центрах, в том числе и мероприятия по обеспечению радиационной безопасности пациентов, подробно изложены в нормативном документе [177], а также в рекомендациях МАГАТЭ [215].

Важно подчеркнуть, что единоличную ответственность за проведение ядерно-медицинской процедуры несет врач-радиолог, проводящий эту процедуру. Врач-радиолог принимает окончательное решение о типе радиофармпрепарата и протоколе ядерно-медицинской процедуры, руководствуясь основными принципами обоснованности и оптимизации. Данное врачу-радиологу право принятия решения о необходимости проведения ядерно-медицинской процедуры является одной из основных мер по обеспечению радиационной безопасности пациентов в ядерной медицине.

Если в данном учреждении установлены контрольные (референтные) уровни облучения пациентов при радионуклидной диагностике и рентгенодиагностике, то при назначении повторного радиодиагностического исследования помимо клинических показаний необходимо учитывать суммарную дозу облучения, полученную пациентом в результате всех рентгенорадиологических исследований, которые

были проведены в течение одного года перед датой назначения повторного исследования, в том числе и в других медицинских учреждениях. Однако в случае необходимости оказания больному помощи по жизненным показаниям или неотложной помощи ядерно-медицинская процедура проводится без учёта сроков и результатов предшествующих рентгенорадиологических исследований.

В соответствии с МУ 2.6.1.1892–04 радионуклидная диагностика *in vivo* не проводится женщинам репродуктивного возраста в период установленной или возможной беременности, хотя в новом СанПиН 2.6.4115–25 [179] это требование отсутствует. При введении диагностического и терапевтического радиофармпрепарата кормящей грудью женщине грудное вскармливание младенца должно быть временно приостановлено, причем продолжительность его прерывания устанавливается врачом-радиологом в зависимости от типа и активности введенного радиофармпрепарата. Пациент имеет право отказаться от проведения ядерно-медицинских процедур, за исключением радиодиагностических исследований, проводимых с целью выявления эпидемиологически опасных заболеваний.

В настоящее время лучевая нагрузка на пациента, которому с диагностической целью вводится радиофармпрепарат, может быть легко рассчитана по табулированным данным в Публикациях 53, 62, 80, 106 и 128 МКРЗ. Впоследствии все они были воспроизведены в отечественном нормативном документе [216].

Для исследования детей используют меньшие активности радиофармпрепаратов, чем для взрослых пациентов, принимая во внимание более высокую радиочувствительность детей и более высокую дозу внутреннего облучения на единицу вводимой активности радиофармпрепарата. Радионуклидные диагностические исследования детям проводят только по важным клиническим показаниям, уменьшая вводимую активность пропорционально массе тела по сравнению с взрослыми в соответствии с требованиями МУ 2.6.1.3700–21 [216].

3.7.4. Обеспечение радиационной безопасности пациентов при радионуклидной терапии

Основное условие обеспечения радиационной безопасности пациента при **радионуклидной терапии** состоит в оптимизации ее дозиметрического планирования, которое фактически сводится к расчету оптимального значения вводимой активности терапевтического радиофармпрепарата. Однако при этом возникают значительные трудности, обусловленные необходимостью снижения облучения критических по радиочувствительности органов, прежде всего основного органа кроветворения – красного костного мозга, неравномерно распределённого по всему скелету. Именно возникающие при этом явления миелотоксичности ограничивают функциональные возможности радионуклидной терапии и представляют собой наиболее важный фактор в обеспечении радиационной безопасности пациентов.

Классическая схема дозиметрического планирования в радионуклидной терапии выглядит следующим образом: сначала больному вводят диагностическую активность терапевтического радиофармпрепарата, методом планарной сцинтиграфии или ОФЭКТ/КТ определяют динамику его накопления и последующего выведения из органа-мишени, формируя так называемую функцию удержания радиофармпрепарата, по которой с учетом радиочувствительности критических

органов рассчитывают планируемое значение терапевтической активности терапевтического радиофармпрепарата, которую и вводят пациенту. Однако такой подход к планированию требует неоднократных визитов пациента в подразделение ядерной медицины, что не всегда возможно.

В последние годы в ядерной медицине появился новый метод, объединяющий терапию и диагностику – тераностика. Тераностика предусматривает использование для дозиметрического планирования радионуклидной терапии одного и того же фармацевтического соединения, но меченного разными радионуклидами. Подобные радиофармпрепараты называются радионуклидными тераностическими парами. В настоящее время количество таких тераностических пар для различных опухолевых локализаций увеличивается все более возрастающим темпом. На диагностическом этапе исследования пациенту вводят не диагностическую активность терапевтического радиофармпрепарата, а диагностический радиофармпрепарат из тераностической пары.

Тем не менее, ни классическая схема, ни тераностический подход не всегда обеспечивают необходимую точность дозиметрического планирования радионуклидной терапии. Причиной этого могут быть:

- недостаточность соответствующего аппаратурно-технического оснащения;
- экономическая неэффективность или техническая невозможность обеспечения серии последовательно проводимых измерений для определения функции удержания радиофармпрепарата, особенно при амбулаторном режиме радионуклидной терапии;
- неравномерное накопление радиофармпрепарата в пределах одного и того же нормального органа, что приводит к его непрогнозируемому локальному поражению;
- отклонение от линейной зависимости между активностью и дозой при переходе от диагностической к терапевтической активности.

Основная трудность использования классической и тераностической схем дозиметрического планирования радионуклидной терапии состоит в отсутствии клинически достоверных данных о канцерицидных дозах внутреннего облучения опухолевых очагов различных локализаций и гистологических характеристик. Еще хуже обстоит дело с данными по толерантным дозам внутреннего системного облучения радиочувствительных органов и тканей, прежде всего красного костного мозга, поскольку миелотоксичность является основным лучевым осложнением для большинства терапевтических радиофармпрепаратов.

При выписке из отделения радионуклидной терапии больной сдаёт загрязнённую радиоактивностью больничную одежду и сменную обувь, проходит санобработку с принятием душа в санпропускнике для пациентов, после чего в пункте радиационного контроля проходит процедуру определения уровня радиоактивности в теле по мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения, а уровня радиоактивной загрязнённости собственной одежды и обуви – по мощности флюенса β -излучения. Существуют определенные критерии для определения допустимости выписки таких пациентов из отделения радионуклидной терапии и даже для определения возможности их лечения в амбулаторном режиме.

Для большинства терапевтических радиофармпрепаратов общая накопленная эффективная доза облучения пациента после курса радионуклидной терапии в принципе может быть рассчитана с использованием нормативного документа [216].

Но в соответствии с действующей теперь нормативной базой этого делать не нужно вследствие того, что такой подход выходит за методологические рамки общепринятой концепции эффективной дозы.

При радионуклидной терапии имеет место определенный риск возникновения радиационно-индуцированных солидных опухолей и лейкозов, особенно в критических по радиочувствительности органах и физиологических системах. С клинической точки зрения не совсем корректно говорить о возникновении вторичного радиационно-индуцированного рака у больных с уже имеющимся метастатическим поражением костей скелета и других органов. Эти пациенты имеют небольшой шанс дожития до появления вторичных опухолей, обычно возникающих через 5 – 10 лет после массивного облучения. Тем не менее, при реализации методов радионуклидной терапии интенсивному внутреннему облучению подвергаются не только опухолевые очаги, но и другие нормальные органы и ткани, для которых угроза радиационного канцерогенеза становится вполне реальной при успешном исходе лечения. Все это обуславливает дискуссионность получения соответствующих оценок радиационного риска именно при радионуклидной терапии.

3.7.5. Обеспечение радиационной безопасности пациентов при рентгенодиагностике

Организация работ и меры по обеспечению радиационной безопасности пациентов при ***рентгенодиагностике*** изложены в отечественных нормативных документах [179, 217-221] и рекомендациях МАГАТЭ [222].

Направление пациента на рентгенологические процедуры осуществляет лечащий врач по обоснованным клиническим показаниям. Окончательное решение о целесообразности, объёме и технологии процедуры принимает врач-рентгенолог, и именно он несёт основную ответственность за свое решение, как одну из основных мер обеспечения радиационной безопасности пациента при данном виде медицинского облучения.

По требованию пациента ему должна быть предоставлена полная информация об ожидаемой или уже полученной им дозе облучения и об её возможных последствиях. Пациент имеет право отказаться от медицинских рентгенологических процедур, за исключением профилактических исследований с целью выявления опасных в эпидемиологическом отношении заболеваний, например, туберкулёза.

Специфической особенностью рентгенодиагностики является большое число факторов, прямо или косвенно влияющих на уровень облучения пациентов. К ним относятся:

- радиационный выход рентгеновского излучателя, который, в свою очередь, зависит от напряжения и тока рентгеновской трубки;
- толщина и материал собственного и дополнительного фильтров на трубке;
- геометрия облучения, в том числе расстояние фокус – поверхность, размеры поля облучения на поверхности тела, расходимость пучка, угол его падения на поверхность тела, коллимация пучка излучения и т.п.;
- общая продолжительность облучения в рентгеноскопии и рентгенографии;

- антропометрические параметры тела пациента, особенно толщина облучаемого участка тела;
- наличие, расположение и характеристики используемых средств индивидуальной радиационной защиты пациента.

При всех видах рентгенологических исследований размеры поля облучения должны быть минимальными, продолжительность проведения процедуры – возможно более короткой, но не в ущерб качеству исследования. Важно обеспечить оптимальное позиционирование пациента на рентгенодиагностическом аппарате, использовать аппараты с максимально возможной чувствительностью системы детектирования рентгеновских изображений, а также заменять режим рентгеноскопии режимом рентгенографии, насколько это возможно без потери диагностической информации.

Геометрия облучения и режимы работы рентгенодиагностической аппаратуры должны быть оптимальными для каждой технологии рентгенодиагностических исследований. При этом в каждом конкретном случае требуется выбирать индивидуальное кожно-фокусное расстояние, материал и толщину дополнительного фильтра на рентгеновской трубке, напряжение на ней и величину экспозиции в зависимости от чувствительности системы детектирования рентгеновского излучения и толщины исследуемого участка тела пациента.

В соответствии с принятыми протоколами рентгенодиагностических исследований принято экранировать область таза, гонад, щитовидной железы, глаз, особенно у лиц репродуктивного возраста. У детей ранних возрастов требуется обеспечивать экранирование всего тела за пределами исследуемого участка тела. Однако при этом следует учитывать, что далеко на всякое экранирование обеспечивает достаточную радиационную защиту пациента. Если защищенный экраном участок тела находится сравнительно далеко от участка тела, облучаемого пучком фотонов, то основной вклад в дозу облучения защищенного участка будет давать не излучение, прошедшее через экран, а рассеянное излучение от облучаемого участка, распространяющееся внутри тела пациента к защищенному участку. Мало того, экран при таких обстоятельствах может сыграть роль дополнительного отражателя рассеянных фотонов, направляя их не наружу, а внутрь защищаемого участка тела пациента.

В практической работе для определения эффективной дозы облучения пациента следует использовать нормативные документы [218-219]. В них для рентгенодиагностических исследований различного типа приведены методики расчета эффективной дозы и табулированы коэффициенты пересчета от произведения доза \times площадь в единицах $\text{сГр} \times \text{см}^2$ к эффективной дозе в единицах мкЗв , но, к сожалению, отсутствуют сами значения эффективной дозы для наиболее часто проводимых рентгенологических исследований.

Конкретные значения лучевой нагрузки на пациента в единицах эффективной дозы при рентгенодиагностических исследованиях на современных аппаратах варьируют в очень широких пределах – от 10 до 3600 мкЗв – в зависимости от возраста и перечисленных выше физических факторов облучения пациента.

Как уже отмечалось выше для радионуклидной диагностики, пределы доз облучения при рентгенодиагностике также не устанавливаются. Однако при проведении профилактических рентгенологических исследований и научных исследований

практически здоровых лиц установлен норматив, составляющий 1 мЗв/год. Кроме того, при достижении накопленной дозы диагностического облучения 500 мЗв за все годы жизни пациента должны быть приняты меры по дальнейшему ограничению его облучения, если только лучевые процедуры не обусловлены жизненными показаниями.

3.7.6. Обеспечение радиационной безопасности пациентов при рентгеновской компьютерной томографии (КТ)

Для оценки лучевой нагрузки на пациента при **рентгеновской компьютерной томографии** (КТ) используется величина произведения дозы в сканируемом срезе за один оборот рентгеновской трубки и длины КТ-сканирования. Далее выводимое на дисплей КТ-сканера значение *DLP* умножается на соответствующий дозовый коэффициент из таблиц в нормативных документах [218-219], что позволяет получить значение эффективной дозы рентгеновского облучения пациента.

В целом, дозообразующими факторами при многосрезовой КТ являются:

- скорость вращения рентгеновского излучателя в гантри КТ-сканера;
- величина питча;
- ширина дуговой детекторной сборки многосрезового КТ-сканера;
- объем сканируемого участка тела;
- протокол КТ-сканирования, в том числе значение *DLP* и количество серий сканирования;
- использование системы автоматического управления экспозицией, то есть произведения тока рентгеновской трубки и продолжительности КТ-сканирования.

По сравнению с обычными рентгенодиагностическими исследованиями спецификой **интервенционно-радиологических процедур** (ИРП) является резкое возрастание продолжительности облучения больного в режимах как рентгенографии, так и, в особенности, рентгеноскопии. Поэтому данный дозообразующий фактор становится доминирующим по сравнению со всеми остальными. При этом нужно помнить, что облучению подвергаются не только те биологические ткани пациента, которые лежат по направлению распространения первичного пучка рентгеновского излучения, но и окружающие исследуемый участок ткани, которые облучаются рассеянным излучением. На многосрезовых КТ-сканерах продолжительность облучения существенно меньше, но вследствие конусной геометрии пучка рентгеновского излучения вклад рассеянных фотонов в эффективную дозу облучения значительно выше, чем при ИРП.

Специфика КТ и ИРП состоит в том, что уровни лучевой нагрузки на пациентов значительно превышают таковые для всех остальных видов лучевой диагностики и ядерной медицины, причем в ряде случаев они могут обусловить клинически выраженные радиационно-индуцированные поражения. Например, при транскатетерной эмболизации опухолей эффективная доза может достигать 100 мЗв, при КТ туловища с контрастированием – 20 мЗв, тогда как при типовой рентгенографии органов грудной клетки – только 0,1 мЗв. Средние значения эффективной дозы для КТ варьируют от 6 до 48 мЗв в зависимости от анатомической локализации облучаемого участка тела и режимов сканирования, а при ИРП – от 1 до 80 мЗв.

При ИРП наибольшую опасность представляет собой облучение кожи пациента, особенно со стороны расположения рентгеновского излучателя. Все возникающие радиационно-индуцированные поражения кожи относятся к так называемым детерминированным эффектам радиационного воздействия, которые характеризуются тем или иным дозовым порогом. Его величина зависит от типа поражения и индивидуальной радиочувствительности пациента. Если полученная кожная доза *ESD* превышает порог, то выраженность и степень тяжести поражения монотонно возрастают с величиной дозы, хотя тяжесть того или иного поражения часто становится ясной только через несколько недель и даже месяцев после облучения при ИРП.

Также возможны, но очень маловероятны, стохастические радиационные поражения в виде возникновения злокачественных опухолей в тех органах, которые находятся в пучке рентгеновского излучения при ИРП. Считается, что типичная ИРП увеличивает риск возникновения фатального рака в среднем на 0,5%. При наихудшем сценарии облучения, т.е. при эффективной дозе более 100 мЗв, риск возрастает на 5% на каждый 1 Зв накопленной эффективной дозы.

В современных системах *мультимодальной визуализации* ОФЭКТ/КТ и ПЭТ/КТ наряду с радионуклидными изображениями одновременно получают и рентгеновские КТ-изображения, после чего выполняют их компьютерное совмещение (*fusion*). КТ-сканирование производится не только с целью указанного совмещения, но и для пространственно распределенной коррекции эффекта ослабления γ -излучения при ОФЭКТ и аннигиляционного излучения при ПЭТ. КТ-сканирование может быть выполнено как в низкодозовом режиме, то есть при пониженной лучевой нагрузке на пациента, так и в диагностическом режиме, когда для получения диагностически информативного КТ-изображения приходится повышать эффективную и локальные дозы облучения пациента.

Значения эффективной дозы, полученные при радионуклидной визуализации и рентгеновском КТ-сканировании, складываются, и значение общей эффективной дозы заносится в диагностическое заключение гибридного рентгенорадиологического исследования. При составлении выписного эпикриза суммируются эффективные дозы от всех диагностических рентгенорадиологических процедур, выполненных в данной медицинской организации.

Что касается конкретных значений лучевой нагрузки на пациента, то для радионуклидных исследований она варьирует в диапазоне от 1,0 до 6,6 мЗв (см. табл. 3.6), тогда как для КТ-сканирования она приблизительно составляет 2 мЗв для области головы – шеи, а для всего тела – 9 мЗв (низкодозовый протокол) и 15 мЗв (диагностический протокол), возрастая до 30 – 40 мЗв при КТ всего тела с введением рентгеноконтрастного соединения.

3.7.7. Обеспечение радиационной безопасности персонала

Персонал, работающий в многочисленных рентгенорадиологических подразделениях медицинских учреждений России, относится к одной из самых многочисленных групп профессиональных работников, занятых использованием разнообразных открытых и закрытых источников ионизирующих излучений. Поэтому обеспечение радиационной безопасности персонала этих подразделений на адекватном уровне является одной из самых актуальных проблем использования ионизирующих излучений в медицине.

В подразделениях *лучевой терапии* основными мерами по обеспечению радиационной безопасности персонала являются:

- правильный выбор расположения в радиологическом корпусе каньонов с радиационно-терапевтическими установками, конфигурации и размеров каждого каньона, материала и толщины их защитных стен, геометрии и размеров защитного лабиринта в каньоне;
- предотвращение попадания лиц из персонала в каньон в ходе терапевтического облучения больного, а также в ходе регламентных работ по ремонту, наладке, испытаниям и калибровке аппаратуры и оборудования, находящихся в каньоне, когда включён пучок электронного или фотонного излучения;
- предотвращение аварийного облучения в ходе указанных работ при случайном или ошибочном включении пучка излучения;
- минимизация уровня профессионального облучения, обусловленного наведенной радиоактивностью в элементах конструкции радиационной головки высокоэнергетических медицинских ускорителей;
- использование известных принципов защиты временем, расстоянием и экранированием при работе с гамма-терапевтическими аппаратами для внутритканевого и внутрисполостного облучения;
- выполнением программ гарантии качества радиационно-терапевтических установок и радиационного контроля уровней внешнего облучения персонала.

Существующие нормативы и технологии проектирования и строительства радиологических корпусов обеспечивают заведомое непревышение установленных пределов доз профессионального облучения персонала.

Радиационная защита персонала подразделений *ядерной медицины* имеет свою выраженную специфику, обусловленную необходимостью предотвращения или снижения уровней как внешнего, так и внутреннего профессионального облучения.

С целью снижения уровня *внешнего облучения* γ -квантами и β -частицами от радионуклидных генераторов и фасовок с радиофармпрепаратами необходимо выполнять следующие требования:

- исключить доступ в помещения блоков радионуклидного обеспечения и «активных» палат всех лиц, не участвующих в выполнении процедур радионуклидной диагностики и радионуклидной терапии, в том числе других пациентов, сотрудников и вообще посторонних лиц;
- по возможности увеличивать расстояние между источником и работающим с ним сотрудником, в том числе между сотрудниками и пациентами с уже введенными в организм радиофармпрепаратами;
- по возможности сокращать продолжительность пребывания персонала в радиационных полях радионуклидных источников, в том числе и продолжительность контакта с теми пациентами, которым уже введены радиофармпрепараты, но без снижения качества диагностики и лечения;
- по возможности снижать активность фасовок радиофармпрепаратов, в радиационном поле которых находятся работающие с ними;
- использовать стационарные и передвижные средства радиационной защиты, в том числе строительные конструкции, защитные боксы, сейфы, экраны и контейнеры, сборные стенки из свинцовых блоков;

- по возможности использовать инструменты для дистанционного манипулирования с радионуклидными источниками любой активности, в том числе и с радиоактивными отходами;
- по возможности проводить парэнтеральное введение радиофармпрепаратов с помощью шприцев и капельниц, оборудованных снимаемой локальной защитой в виде чехлов из тяжёлых металлов, особенно у пациентов с предварительно катетеризированными кровеносными сосудами.

В соответствии с нормативным документом [179], при работах с радиофармпрепаратами, мечеными радионуклидами ^{99m}Tc , ^{123}I , ^{153}Sm , ^{161}Tb , ^{166}Ho , ^{177}Lu , ^{188}Re , ^{212}Pb , ^{227}Th , персонал должен использовать средства радиационной защиты (в том числе фартук и воротник) со свинцовым эквивалентом не ниже 0,35 мм. Кроме того, на местах расположения пациентов в помещении ожидания пациентов после введения радиофармпрепарата мощность амбиентного эквивалента дозы γ -излучения от других пациентов с введенными радиофармпрепаратами не должна превышать 12 мкЗв/час.

Предотвращение инкорпорации радионуклидов, приводящей к профессиональному *внутреннему облучению* бета-частицами, достигается путём тщательного выполнения следующих требований:

- проводить все манипуляции с радиофармпрепаратами, наборами для радионуклидной диагностики *in vitro* и радиоактивными отходами только с использованием комплекта средств индивидуальной защиты от внутреннего облучения, в состав которого должны входить халат, шапочка, хирургические перчатки, легкая сменная обувь;
- при уборке рабочих помещений блоков радионуклидного обеспечения и «активных» палат, особенно туалета для амбулаторных больных, необходимо дополнительно использовать плёночный фартук, нарукавники, пластиковые или резиновые бахилы или галоши;
- застилать рабочие поверхности в «активных» палатах фильтровальной бумагой (особенно стол и пол в палатных санузлах), которая должна регулярно заменяться при проведении влажной уборки в этих палатах;
- при ликвидации радиационных аварий с проливанием различных радиоактивных растворов нужно использовать тот же комплект дополнительных средств индивидуальной защиты от внутреннего облучения и, при необходимости, респираторы;
- периодически сменять основную спецодежду не реже одного раза в неделю со сдачей загрязнённой спецодежды и сменной обуви на дезактивацию и (или) в спецпрачечную;
- по возможности использовать одноразовые средства индивидуальной защиты с их последующим удалением как твёрдые радиоактивные отходы;
- особое внимание необходимо уделять предотвращению распространения радиоактивных загрязнений с перчаток на другие поверхности, особенно на дверные ручки.

Таким образом, радиационная безопасность персонала обеспечивается тщательным выполнением всех установленных технологических операций по подготовке радиофармпрепаратов, их введению в организм пациентов, по пребыванию больных в «активных» палатах. Сюда же следует отнести технологии сбора, хранения и удаления различных радиоактивных отходов (РАО), образующихся при работе подразделений радионуклидной диагностики и радионуклидной терапии.

В настоящее время прослеживаются две тенденции в формировании профессионального облучения персонала *рентгенологических подразделений*:

Разработка и внедрение средств и технологий дистанционного управления исследованиями, а также использование стационарных, передвижных и индивидуальных средств радиационной защиты практически сводят к нулю уровни облучения при рентгенографии и КТ, а также позволяют резко снизить лучевую нагрузку на рентгенолога при рентгеноскопии.

Постоянное развитие новых технологий интервенционных процедур, проводимых под рентгенологическим контролем, и расширение круга использования мобильной рентгеновской техники врачами общей практики (хирурги, ортопеды, травматологи) приводят к возрастанию уровня профессионального облучения медицинского персонала.

Обе эти тенденции действуют разнонаправлено, из-за чего коллективные дозы облучения персонала рентгенодиагностических подразделений не уменьшаются со временем. При этом обособляются две группы персонала: участвующие в интервенционных процедурах, где лучевые нагрузки сопоставимы с пределами дозы, и не участвующие, для которых дозы профессионального облучения близки к нулевым. Конкретные значения лучевой нагрузки в единицах эффективной дозы за год на рентгенологов при рентгенографии варьируют от нескольких сотых до нескольких десятых долей мЗв, при рентгеноскопии – от нескольких десятых долей мЗв до 1 – 2 мЗв.

Исходя из общих соображений, можно утверждать, что чем выше лучевая нагрузка на пациента, тем больше уровень профессионального облучения персонала.

Снижение уровней оправданного и, особенно, неоправданного профессионального облучения персонала подразделений рентгенодиагностики должно быть обеспечено посредством выполнения следующих мероприятий:

- использование рентгенодиагностических аппаратов и компьютерных томографов, специально предназначенных для выполнения процедур цифровой рентгенографии, рентгеноскопии и КТ, а также аппаратов для проведения и контроля ИРП со свободным доступом к телу пациента;
- выбор оптимальных параметров и режимов рентгенологических исследований: это относится не только к параметрам рентгеновского излучателя, но и к выбору продолжительности рентгеноскопии и к количеству рентгенографических съёмок;
- регулярное выполнение программ гарантии качества аппаратуры, в том числе по контролю радиационного выхода рентгеновского излучателя;
- регулярный радиационный контроль, в том числе проведение индивидуальной дозиметрии всех участвующих во всех рентгенологических процедурах, а также контроль мощности дозы на каждом рабочем месте;
- сертификация персонала, регулярная его переподготовка и повышение квалификации, а также регулярное проведение инструктажа по обеспечению радиационной безопасности пациентов и персонала, в том числе и непосредственно на рабочих местах.

Индивидуальные средства защиты особенно эффективны в плане практически полного подавления выходящего из тела пациента рассеянного излучения. Конкретные предписания по использованию тех или иных средств индивидуальной радиационной защиты в различных рентгенологических процедурах приведены в нормативном документе СанПиН 2.6.4115–25 [179].

Реальные дозы облучения отдельных органов и всего тела рентгенохирурга и других исполнителей ИРП варьируют чрезвычайно сильно, причём гораздо сильнее, чем аналогичные дозы облучения самих пациентов. Значения эквивалентной дозы, зарегистрированные дозиметром на шее поверх защитного воротника, варьируют в среднем от 3 до 450 мкЗв на одну ИРП, а дозиметра на талии под защитным фартуком – от 0,1 до 32 мкЗв на процедуру, дозы на руки (без защитных перчаток) – от 48 до 1280 мкЗв на процедуру. При этом отмечается, что доза облучения рук слабо коррелирует с продолжительностью рентгеноскопии вследствие постоянного изменения положения рук рентгенохирурга в ходе ИРП. По статистическим данным большого объема, эффективная доза профессионального облучения постоянно практикующих рентгенохирургов очень редко превышает 10 мЗв/год, оставаясь в среднем равной 2 – 4 мЗв/год.

Из приведенных выше данных можно видеть, что по эффективной дозе установленный норматив для рентгенологов и рентгенохирургов не превышает с запасом в 3 – 5 раз, тогда как для хрусталика глаза и кожи рук реальные дозы облучения сравнимы с соответствующими нормативами, особенно при проведении более 70 – 100 ИРП в год. Отсюда следует необходимость применения дополнительных мер радиационной защиты этих органов.

В отечественных и международных методических рекомендациях подчеркивается, что наиболее эффективной мерой общего обеспечения радиационной безопасности персонала является максимально возможное снижение уровня рентгеновского облучения пациента. Такая ситуация характеризуется взаимным выигрышем как для пациентов, так и для персонала (в английской транскрипции «win-win»).

3.7.8. Обеспечение радиационной безопасности населения и окружающей среды

В соответствии с НРБ-99/2009 для лиц из населения установлен по эффективной дозе техногенного облучения предел 1 мЗв/год. При этом отмечено, что в эту дозу не входит вклад от медицинских радиологических процедур. Это означает, что для каждого индивидуума из населения не следует учитывать ту лучевую нагрузку, которую данный индивидуум получил при прохождении собственных рентгенорадиологических исследований или при выполнении собственной лучевой терапии. Однако это отнюдь не означает, что не нужно учитывать те дозы облучения, которые получает данный индивидуум от медицинского облучения других лиц из населения. Эти дозы техногенного облучения принципиально отличаются от доз собственного медицинского облучения тем, что они не приносят непосредственной пользы для здоровья данного индивидуума, и поэтому должны быть ограничены.

Что касается рентгенологических исследований и лучевой терапии, то технологии этих радиологических процедур при штатном выполнении принципиально исключают какую-либо возможность получения отдельными лицами из населения (и, тем более, всего населения в целом) даже небольших доз облучения, сопутствующего любому рентгенодиагностическому исследованию или радиационно-терапевтическому воздействию на других лиц из населения. Аналогичная ситуация

имеет место и для возможности какого-либо радиационного воздействия подобных процедур на окружающую среду. Любые постоянные или эпизодические контакты с такими большими абсолютно безопасны с радиологической точки зрения.

Здесь существует только три исключения из этого положения. Первое из них относится к радиационным авариям на гамма-терапевтических аппаратах, когда возможно неконтролируемое перемещение мощного источника γ -излучения вне его защитной камеры и даже вне каньона (например, в результате террористического акта). Такая ситуация может привести к недопустимому облучению неконтролируемого круга лиц из населения, в том числе и детей. Из международной практики известны ситуации, когда в результате халатности персонала при перезарядке и транспортировке терапевтических источников γ -излучения происходила их потеря, после чего их случайно обнаруживали люди, не имеющие никакого понятия о смертельной опасности своей находки. В ряде таких случаев зафиксированы тяжелые локальные и общие радиационные поражения, которые иногда приводили к гибели облучённых лиц.

Второе исключение относится к тем случаям, когда лица, не относящиеся к персоналу данного медицинского учреждения, оказывают помощь в поддержке некоторых пациентов (тяжело больных и детей) при выполнении рентгенорадиологических процедур в подразделении рентгенодиагностики данного учреждения. Для таких лиц в НРБ-99/2009 установлено ограничение допустимой эффективной дозы облучения (не предел дозы!), равное 5 мЗв/год. Кроме того, в таблице 8 Публикации 103 МКРЗ [13] приведен еще один практически важный случай «мягкого» норматива для ограничения облучения отдельных лиц из населения, но этот случай в нашей законодательной базе не предусмотрен. При биомедицинских исследованиях эффективная доза медицинского облучения добровольцев устанавливается в зависимости от социальной пользы: если польза мала, то $< 0,1$ мЗв; если невелика, то $0,1-1$ мЗв; если умеренна, то $1-10$ мЗв; если значительна, то > 10 мЗв;

Третье исключение составляют рентгенодиагностические исследования, проводимые в палатах или операционных с помощью переносных или передвижных рентгеновских аппаратов. При этом следует направлять пучок излучения в ту сторону, где находится наименьшее число людей. Одновременно требуется удалять людей на возможно большее расстояние от рентгеновского аппарата и ограничивать время их пребывания вблизи этого аппарата. В случае необходимости необходимо применять передвижные (защитные экраны и защитные ширмы) и индивидуальные (защитные фартуки, передники, перчатки) средства радиационной защиты.

Обратная ситуация имеет место в ядерной медицине. После введения в организм диагностической или терапевтической активности радиофармпрепарата пациент сам становится источником наружного и, вследствие выведения радионуклидов из его организма, даже и внутреннего облучения отдельных лиц из населения. В эту группу входят, прежде всего, родственники, в том числе дети, и лица, которые осуществляют уход за таким больным. Сюда же относятся коллеги по работе, пассажиры общественного транспорта, которым пользуется больной, и другие лица, находящиеся в регулярном или эпизодическом контакте с этим пациентом. А возможность внутреннего облучения посторонних лиц обусловлена тем, что после амбулаторного радиодиагностического исследования или после выписки из ста-

ционара радионуклидной терапии остаточная активность продолжает выводиться из тела пациента и попадать в коммунальные сети хозяйственно-бытовой канализации, где подвергается последовательному многократному разведению.

В НРБ-96 и НРБ-99 были установлены некоторые ограничения для внешнего облучения отдельных лиц из населения от пациентов, которым были введены *диагностические* активности радиофармпрепаратов, при этом вопрос о выведении в окружающую среду жидких радиоактивных отходов не упоминался. Однако из НРБ-99/2009 все эти ограничения были исключены. Это означает, что при любых сценариях облучения этих лиц от пациентов с введёнными радиофармпрепаратами заведомо не будет превышен установленный в НРБ-99/2009 для населения предел эффективной дозы 1 мЗв/год, и что радиационная безопасность таких лиц будет полностью обеспечена. В свою очередь это означает, что после проведения любых радиодиагностических исследований с любыми диагностическими радиофармпрепаратами и после радионуклидной терапии с любыми терапевтическими радиофармпрепаратами излучение, выходящее из тела пациента, не представляет никакой радиационной опасности для всех окружающих его лиц, в том числе и для детей. При этом также подразумевается, что системы водоотведения многоквартирного дома или микрорайона будет достаточно для многократного разведения и тем самым для естественного снижения удельной активности выводимых из тела пациентов радионуклидов ниже уровня отнесения экскретов к жидким радиоактивным отходам для всех радиофармпрепаратов.

Для использования *терапевтических радиофармпрепаратов* в НРБ-99/2009 и СанПиН 2.6.4115–25 введены ограничения, в соответствии с которыми мощность AMBIENTНОГО эквивалента дозы на расстоянии 1 м от тела пациента при его выходе (выписке) из отделения радионуклидной терапии не должна превышать значений, указанных в табл. 3.7. Для терапевтических радиофармпрепаратов, меченных «чистыми» β -излучающими радионуклидами ^{89}Sr и ^{90}Y , ограничения как по мощности дозы тормозного и β -излучения, так и остаточной активности при выписке отсутствуют. То же самое относится и к радиофармпрепаратам, меченным α -излучающим радионуклидом ^{213}Bi , что обусловлено сравнительно коротким периодом полураспада данного радионуклида. Это означает, что сразу после введения таких радиофармпрепаратов пациенты могут покинуть подразделение ядерной медицины, пройдя тем самым курс радионуклидной терапии в амбулаторном режиме.

При этом норматив 5 мЗв/год, установленный в НРБ-99/2009 и в [179] для лиц, оказывающих помощь при проведении рентгенорадиологических процедур, можно по праву применить и к родственникам и к другим лицам, ухаживающим за больным после курса радионуклидной терапии (но не к детям, для которых должен действовать предел дозы 1 мЗв/год!).

Радиационная безопасность отдельных лиц из населения, эпизодически или регулярно контактирующих с пациентами, которым введены терапевтические радиофармпрепараты, обеспечивается:

- запретом посещения больных, находящихся в «активных» палатах, родственниками и другими посторонними лицами;
- обязательным проведением дозиметрического контроля уровня внешнего облучения от тела пациента с введённым радиофармпрепаратом при выходе из отделения радионуклидной терапии для больных как после завершения

- пребывания в «активных» палатах с их обязательной санобработкой при выписке из стационара, так и при амбулаторном режиме лечения;
- тщательным и неукоснительным выполнением всех тех инструкций и рекомендаций по контактам с другими лицами, которые врач-радиолог и медицинский физик дают самому пациенту при выписке из отделения радионуклидной терапии или после введения радиофармпрепарата в амбулаторном режиме лечения;
 - максимально возможным снижением продолжительности контактов и увеличением расстояния между больным и родственниками, особенно детьми, после курса радионуклидной терапии;
 - регулярным проведением санитарно-гигиенических мероприятий по снижению уровней радиоактивного загрязнения предметов сантехники, посуды, одежды, белья, вещей общего пользования (например, пультов дистанционного управления бытовыми электроприборами) и других предметов при уходе в домашних условиях за больным после выписки из отделения радионуклидной терапии или при лечении в амбулаторном режиме;
 - временным прерыванием грудного вскармливания младенца матерью, в организм которой введен диагностический и (или) терапевтический радиофармпрепарат; продолжительность прерывания устанавливается врачом-радиологом;
 - временным воздержанием от воспроизводства потомства пациентом, в организм которого введен терапевтический радиофармпрепарат; продолжительность воздержания устанавливается врачом-радиологом.

В СанПиН 2.6.4115–25 [179] разрешён прямой сброс любых жидких радиоактивных отходов непосредственно в хозяйственно-бытовую канализацию для всех подразделений радионуклидной диагностики без какой-либо предварительной очистки или разведения, в том числе и из туалетов для больных. Это разрешение относится как ко всем *диагностическим* радиофармпрепаратам, так и к тем *терапевтическим* радиофармпрепаратам, которые официально допускается использовать в амбулаторном режиме, например, к ^{89}Sr .

Однако для радиофармпрепаратов, не предназначенных к амбулаторному использованию, сброс в хозяйственно-бытовую канализацию допустим только после соответствующей выдержки на распад до тех минимально значимых уровней удельной активности радионуклидов в жидких радиоактивных отходах, которые приведены в нормативном документе [223]. Именно поэтому при проектировании новых и реконструкции действующих радиологических корпусов с подразделениями радионуклидной терапии необходимо предусматривать создание и оснащение станций спецочистки жидких радиоактивных отходов, поступающих по спецканализации из «активных» палат.

3.7.9. Радиационные аварии в медицине

В отличие от ситуаций аварийного облучения, рассмотренных выше в разделах 3.3 и 3.6.2, радиационные аварии в медицине имеют определенную специфику, связанную с аварийным облучением пациентов.

Для понятия радиационной аварии в Приложении 7 НРБ-99/2009 приведено следующее определение: «Авария радиационная – потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными

действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которая могла привести или привела к облучению людей выше установленных норм или радиоактивному загрязнению окружающей среды». Практически такая же формулировка показана и в приведенной выше табл. 3.1.

Однако, такая формулировка будет адекватной только в тех отраслях сферы деятельности человека, где источники ионизирующего излучения применяются для решения тех или иных технических задач (промышленность, транспорт, энергетика, оборона и т.д.), но не позволяет учитывать специфику радиационных аварий в медицине или, точнее, в медицинской радиологии. При этом нужно, чтобы понятие радиационной аварии распространялось не только на персонал медицинских учреждений, но и на пациентов, проходящих те или иные рентгенорадиологические процедуры. Если для персонала трактовка понятия радиационной аварии может оставаться традиционной, то для пациентов ситуация с радиационными авариями существенно сложнее.

Рассмотрим, в чем состоит специфика радиационных аварий в медицине именно для пациентов.

Во-первых, дозы ионизирующих излучений, получаемые пациентами при рентгенорадиологических процедурах, в соответствии с НРБ-99/2009 не нормируются в принципе. Вследствие этого термин «радиационная авария» формально не в полной мере применим к медицинскому облучению, поскольку нельзя превысить не установленную норму. Но такой отрицающий подход к аварийному облучению пациентов недопустим, так как при радиационных авариях возникают существенные риски для здоровья пациентов. Поэтому необходимо либо установить нормы для медицинского облучения, что неприемлемо с медицинской точки зрения и противоречит международным рекомендациям и НРБ-99/2009, либо ввести формулировку определения радиационной аварии в медицине.

Во-вторых, в медицинской радиологии, точнее в лучевой терапии, радиационной аварией признают не только переоблучение пациентов с возникновением клинически значимых последствий, прежде всего в виде радиационно-индуцированных детерминированных эффектов (поражения кожи, хрусталика глаза, процессов гемопоза и др.). К радиационным авариям в лучевой терапии относят также и недооблучение пациентов, то есть ситуации, когда реальная доза облучения опухолевого очага настолько ниже запланированной дозы, что это приводит к отсутствию положительного эффекта лечения или даже к возникновению рецидива заболевания. Такая ситуация представляет собой не меньшую угрозу для жизни и здоровья пациента, чем его переоблучение. В зарубежной практике лучевой терапии подобные ситуации уже имели место для многих десятков людей.

Оба эти фактора обуславливают необходимость изменения формулировки понятия радиационной аварии, чтобы сделать его пригодным для использования не только в технической, но и в медицинской радиологии. Очевидно, наиболее применимой к случаям аварийного медицинского облучения является формулировка, данная МАГАТЭ в стандарте [50]:

«Радиационная авария – любое непреднамеренное событие, включая эксплуатационные ошибки, отказы оборудования или другие происшествия, последствия или потенциальные последствия которых не являются пренебрежимо малыми с точки зрения защиты или безопасности».

В данном определении нет указания на необходимость превышения предела дозы, что правильно, но понятие «пренебрежимо малого последствия» неопределенное, субъективное и требует дополнительного разъяснения. Иначе приведенная формулировка может обусловить существенные различия в трактовке и, следовательно, в идентификации и учете аварийных ситуаций.

Кроме того, в глоссарии МАГАТЭ [51] имеется другое, несколько отличающееся определение радиационной аварии:

«Радиационная авария – любое непреднамеренное событие, включая эксплуатационные ошибки, отказы оборудования или другие происшествия, последствия или потенциальные последствия которых не могут игнорироваться с точки зрения защиты или безопасности». К сожалению, данное определение имеет те же недостатки, что и предыдущее.

Таким образом, оба определения МАГАТЭ наиболее универсальны и лучшим образом подходят для описания радиационных аварий как в технике, так и в медицине, однако следует дополнительно разъяснить понятия «пренебрежимо малого последствия» и/или «события, которое нельзя игнорировать» в отношении случаев аварийного медицинского облучения.

С целью такого разъяснения дополнительно к приведенным выше определениям радиационной аварии МАГАТЭ ввело в терминологическую систему по радиационной безопасности понятие непреднамеренного или аварийного медицинского облучения (раздел 3-180 стандарта [16]). Согласно минимально отредактированному нами переводу с английского языка данная формулировка выглядит следующим образом:

«Непреднамеренное (аварийное) медицинское облучение» – требующая обязательного расследования ситуация, к которой должны быть отнесены любые терапевтические или диагностические процедуры, проводимые либо не тому пациенту, либо не для той области тела пациента, либо не тем радиофармацевтическим препаратом, либо с разовой или суммарной дозой, существенно отличающейся от запланированной врачом-радиологом, либо приводящие к необоснованным побочным эффектам, а также любые отказы оборудования, сбои, ошибки или другие неожиданные явления с возможностью воздействия на пациента, отличающегося от штатного воздействия при проведении данной терапевтической или диагностической процедуры».

Поэтому целесообразно при разработке проекта Федерального закона «О радиационной безопасности в Российской Федерации» и новой версии НРБ формулировку понятия радиационной аварии в таблице 3.1 дополнить формулировкой понятия радиационного инцидента из глоссария [50] и приведенным выше разъяснением термина «непреднамеренное (аварийное) медицинское облучение» согласно стандарту МАГАТЭ [16].

Радиационные аварии в радиологических подразделениях медицинских учреждений происходят относительно редко, но некоторые из них могут иметь достаточно тяжёлые последствия для некоторых лиц из персонала и населения. По вероятности возникновения радиационных аварий на первом месте идут подразделения ядерной медицины, особенно радионуклидной терапии, далее идут подразделения лучевой терапии закрытыми источниками и только потом – рентгенодиагностики и интервенционной радиологии. Однако по степени тяжести возможных последствий для пострадавших в аварии подразделения ядерной медицины и лучевой терапии следует поменять местами.

Система обеспечения радиационной безопасности больных, персонала и отдельных лиц из населения, действующая в подразделениях ядерной медицины, лучевой диагностики и лучевой терапии, должна включать мероприятия по предупреждению и предотвращению радиационных аварий, по обеспечению адекватных действий персонала при возникновении аварийных ситуаций и по исключению или минимизации радиационного воздействия на пациентов, персонал и население при ликвидации последствий радиационных аварий. Планировка помещений этих подразделений и их оснащение должны обеспечивать безусловное выполнение этих мероприятий.

Мероприятия по профилактике и устранению последствий радиационных аварий в медицине подробно изложены в монографиях [224, 225]. Все факторы и причины возникновения аварийного медицинского облучения отдельно для лучевой диагностики, ядерной медицины, лучевой терапии и интервенционной радиологии подробно проанализированы в Публикации 105 МКРЗ [177].

3.8. Нерешенные проблемы в области регулирования радиационной безопасности

Ниже представлен ряд проблем в области регулирования радиационной безопасности, которые пока не нашли адекватного решения в российской правовой и нормативной базе.

3.8.1. Приведение федерального законодательства в области радиационной безопасности к оптимальному виду

В разделе 2.2 проанализированы выдвинутые практикой новые проблемы в области правового регулирования радиационной безопасности, которые целесообразно учесть в дальнейшей работе.

В результате анализа действующих федеральных законов представляется правильным на уровне закона установить правовые нормы, а конкретные числовые параметры установить в подзаконных нормативных актах, утверждаемых Правительством Российской Федерации – для радиационного фактора таким подзаконным нормативным актом являются Нормы радиационной безопасности.

3.8.2. Обеспечение радиационной безопасности при обнаружении бесхозных источников

Особого анализа требуют мероприятия по обеспечению радиационной безопасности при обнаружении бесхозных источников ионизирующего излучения.

В связи со значительной радиационной опасностью, обусловленной несанкционированным присутствием источников ионизирующего излучения в местах, где они могут воздействовать на население, необходимо включить в российское законодательство следующие положения:

- 1) Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации должны информировать население по вопросам обеспечения радиационной безопасности и о действиях при возможном обнаружении источников ионизирующего излучения

путем размещения информации на своих официальных сайтах в глобальной компьютерной сети Интернет, распространения информационных материалов через средства массовой информации, а также иными способами, предусмотренными законодательством об информации, информатизации и защите информации.

- 2) Юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие деятельность по заготовке (закупке) лома и отходов черных и цветных металлов, должны принимать меры, направленные на обеспечение радиационной безопасности, включая назначение лиц, ответственных за радиационную безопасность, обеспечение их обучения и проверки знаний по вопросам радиационной безопасности, осуществление радиационного контроля для обнаружения источников ионизирующего излучения либо изделий (материалов) с радиоактивным загрязнением, предотвращение их переработки, информирование органов, осуществляющих государственный надзор за обеспечением радиационной безопасности, об обнаружении источников ионизирующего излучения.
- 3) Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации должны обеспечить незамедлительное реагирование на все сообщения об обнаружении бесхозяйных источников ионизирующего излучения, а также на сообщения об аварии при транспортировке источников ионизирующего излучения на территории субъекта Российской Федерации. Реагирование осуществляется в соответствии с планом мероприятий по ликвидации последствий радиационной аварии.
- 4) Порядок взаимодействия органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации со специализированными аварийно-спасательными формированиями по вопросам аварийного реагирования определяет Правительство Российской Федерации.

В действующей российской нормативно-правовой базе ответственным за предотвращение и ликвидацию последствий вероятной радиационной аварии определен, в первую очередь, владелец источника ионизирующего излучения. В случае обнаружения источника, владельца которого не удалось определить (бесхозяйный источник), или при транспортной аварии первоочередные меры аварийного реагирования должны осуществить органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

3.8.3. Регламентация применения досмотровых устройств для целей, не относящихся к медицинской диагностике

Для обеспечения защиты людей от несанкционированных действий террористической направленности в различных отраслях экономики, в том числе на контрольно-пропускных пунктах опасных объектов и на транспорте, применяются различные средства обнаружения опасных предметов, проносимых под одеждой. Широкое распространение получили досмотровые устройства визуализации человека, использующие ионизирующее излучение, которые позволяют бесконтактным путем обнаружить скрытые предметы, которые могут быть использованы для преступных деяний, создающих угрозу национальной безопасности.

Если придерживаться концепции «польза-вред», то вредом от применения досмотровых устройств является воздействие ионизирующего излучения на человека. А пользой необходимо считать предотвращение аварий и катастроф, которые могут

привести к поражению и гибели большого количества людей. Сопоставление указанных факторов позволяет обосновать сравнительно незначительное облучение людей при прохождении через досмотровые устройства, однако принцип обоснования требует ограничения дозы облучения, которую может получить человек в результате регулярного прохождения досмотровых устройств:

- 1) Применение досмотровых устройств визуализации человека, использующих ионизирующее излучение, возможно при условии соблюдения требований по обеспечению радиационной безопасности, установленных в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации.
- 2) Должны быть обеспечены права физического лица (за исключением случаев проведения контртеррористической операции в соответствии с законодательством о борьбе с терроризмом) на уведомление о проведении его досмотра с использованием досмотровых устройств визуализации человека, использующих ионизирующее излучение, и на отказ от использования таких устройств при досмотре.

Основанием для указанных формулировок являются Международные основные нормы безопасности МАГАТЭ [16, пп. 3.61-3.67], в которых указано, что применение ионизирующего излучения в досмотровых устройствах должно быть обосновано, исходя из следующего:

- а) пользы и ущерба от осуществления конкретного типа процедуры визуализации человека;
- б) пользы и ущерба, связанных с отказом от осуществления данного типа процедуры визуализации человека;
- в) любых юридических или этических проблем, связанных с применением данного типа процедуры визуализации человека;
- г) эффективности и пригодности данного типа процедуры визуализации человека, включая целесообразность применения радиационного оборудования для предполагаемой цели;
- д) наличия достаточных ресурсов для безопасного выполнения процедуры визуализации человека в течение планируемого периода осуществления данной практической деятельности.

Регулирующий орган в сотрудничестве с другими компетентными органами, учреждениями и профессиональными организациями в надлежащих случаях устанавливает требования по регулируемому контролю практической деятельности и по рассмотрению обоснования. Более подробно проблема регламентации применения досмотровых устройств для целей, не относящихся к медицинской диагностике, изложена в Публикации 125 МКРЗ [226] и в Международных нормах безопасности МАГАТЭ [227].

3.9. Гарантии социальной защиты и поддержки персонала и населения, подвергающихся воздействию техногенных источников ионизирующего излучения

Радиационное воздействие на персонал и население вызывает социальную напряженность, причем степень напряжения во многих случаях не коррелирует с полученными индивидуальными дозами.

Для поддержания устойчивого психологического состояния общества в законе должны быть предусмотрены следующие меры:

- обязанность органов управления и эксплуатирующих организаций предоставлять обществу и гражданам широкий круг информации, за исключением сведений, составляющих государственную тайну;
- право общественных организаций (объединений), и граждан на участие в формировании политики в области использования атомной энергии, а также на осуществление общественного контроля в области обеспечения радиационной безопасности;
- меры социальной поддержки граждан, проживающих на территориях, прилегающих к организациям, осуществляющим деятельность с использованием источников ионизирующего излучения, а также права граждан на возмещение вреда, причиненного их жизни и здоровью, обусловленного облучением ионизирующим излучением, а также в результате радиационной аварии, и на возмещение причиненных им убытков.

В Федеральном законе «О радиационной безопасности в Российской Федерации» необходимо изложить права персонала на социальную поддержку, на высокотехнологическую медицинскую помощь, на реабилитационные мероприятия и мероприятия по продлению профессионального долголетия. Положения закона нужно распространить на лиц, привлекаемых к аварийно-спасательным работам в случае радиационной аварии, а также на волонтеров, играющих в нашей стране всё большую роль в оказании помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях.

3.10. Основные направления актуализации

Норм радиационной безопасности и Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности

Нормы радиационной безопасности и Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности являются основным нормативным документом в системе обеспечения радиационной безопасности. Поэтому НРБ и ОСПОРБ должны утверждаться на уровне Правительства Российской Федерации, поскольку являются документом федерального значения. В связи с этим в федеральном законе необходимо предусмотреть отдельную статью: «С целью обеспечения радиационной безопасности всех категорий облучаемых лиц разрабатываются и утверждаются Правительством Российской Федерации «Нормы радиационной безопасности» и «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности».

Федеральные правила радиационной безопасности, регламентирующие технические требования к обеспечению радиационной безопасности, и иные нормативные документы по радиационной безопасности, устанавливающие требования конструирования, проектирования, размещения, эксплуатации, вывода из эксплуатации радиационных объектов, в том числе критерии безопасности объектов использования атомной энергии, разрабатываются и утверждаются федеральным органом исполнительной власти по атомному надзору в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Федеральные санитарные нормы и правила (СанПиН) в области обеспечения радиационной безопасности – нормативные правовые акты по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения, соблюдение которых обязательно при осуществлении деятельности, связанной с воздействием ионизирующего излучения, разрабатываются и утверждаются соответствующим федеральным органом исполнительной власти в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

После введения в действие нормативно-правовых актов в области обеспечения радиационной безопасности они являются обязательными для всех лиц, осуществляющих деятельность в области обращения с источниками ионизирующего излучения, и действуют на всей территории Российской Федерации.

В целях содействия соблюдению требований нормативно-правовых актов в области обеспечения радиационной безопасности органы государственного регулирования радиационной безопасности разрабатывают, утверждают и вводят в действие методические документы и руководства по обеспечению радиационной безопасности.

В настоящее время назрела необходимость актуализации действующего пакета санитарных правил в соответствии с новыми международными подходами. Как указано выше в главе 1, за прошедшее время МКРЗ и МАГАТЭ серьезно усовершенствовали систему понятий и нормативов, которые должны быть реализованы в новых российских нормативных документах. В Публикации 103 МКРЗ [13] и Основополагающих принципов безопасности МАГАТЭ [16] использована новейшая биологическая и физическая информация, накопленная в мире к настоящему времени. Изменения в международных документах требуют соответствующих изменений в российских Нормах радиационной безопасности и Основных санитарных правилах обеспечения радиационной безопасности.

Главными из этих изменений являются:

- отказ от концепции практики и вмешательства с заменой на три вида ситуации облучения (планируемая, существующая и аварийная);
- новые принципы ограничения облучения: установлены кроме основных дозовых пределов, которые превышать запрещено, «мягкие» ограничения, которые имеют название «референтный уровень» и «граничная доза» (неудачный перевод английского термина «dose constraint»);
- установление категорий облучаемых лиц: персонал, население, пациенты;
- разделение дозиметрических величин на нормируемые и операционные величины.

В новой редакции НРБ необходимо в полной мере реализовать материалы последующих Публикаций МКРЗ, в которых были пересмотрены и установлены другие понятия и механизмы регулирования радиационной безопасности, в частности, представлены новые биокинетические модели для поступления радионуклидов в организм человека. Перечень новых документов МКРЗ и МАГАТЭ, вышедших после издания Публикации 103, представлен выше в разделе 1.1.

В российской нормативной базе необходимо в полном объеме использовать систему нормативов отнесения различных сред к различным категориям радиоактивных и промышленных отходов [16, 43, 44]. В 2023 году вышли два общих руководства по безопасности, в которых представлены практические рекомендации по применению этих понятий [228, 229].

В Общем Руководстве по безопасности «Применение концепции изъятия» [228] рассмотрено применение дифференцированного подхода к концепции изъятия посредством использования общего изъятия и конкретного изъятия. Разъясняется концепция исключения и ее связь с изъятием и освобождением.

В Общем Руководстве по безопасности «Применение концепции освобождения» [229] представлена подробная информация о нормативной базе для применения процедуры освобождения от требований радиационной безопасности; определения уровней освобождения; применении режима освобождения к твердым материалам, жидкостям и газам; общем и специальном контроле с использованием уровней контроля удельной активности и поверхностного загрязнения.

Эти понятия и нормативы лишь частично включены в российскую нормативную базу (Приложение 4 к НРБ-99/2009 [35] и Приложения 3–5 к ОСПОРБ-99/2010 [36]), поэтому российские нормативы должны быть пересмотрены и дополнены в новой редакции Норм радиационной безопасности.

Международные организации существенно модифицировали подходы в области аварийной готовности и аварийного реагирования. Новые нормативы по регулированию в аварийной ситуации, существенно отличающиеся от российских, реализованы в документах МКРЗ [38] и МАГАТЭ [209–213].

В российскую систему регулирования радиационной безопасности необходимо включить подходы к защите людей, проживающих на длительно загрязненных территориях после радиационной аварии или прошлой деятельности, а также критерии обеспечения радиационной безопасности при выводе из эксплуатации радиационного объекта и реабилитации территории после радиационной аварии [47–48]. На территории России имеются территории и радиационные объекты, относящиеся к периоду создания ядерного оружия, территории ядерных взрывов в мирных целях, объекты, на которых проводилась добыча урана и другие объекты «ядерного наследия». Регулирование радиационной безопасности при реабилитации таких территорий и объектов является практически важной и актуальной задачей. Важной составляющей этой проблемы является регулирование радиационной безопасности населения на стадии реабилитации территории и перехода от поставарийной ситуации к ситуации нормальной жизнедеятельности. Отсутствие соответствующих нормативов и правил привело к тому, что на территории России Чернобыльская авария официально еще не завершилась.

Следует также упомянуть необходимость реализации в Нормах радиационной безопасности разработанной МАГАТЭ [146] концепции D-величин (Dangerous Quantity – опасное количество). В действующих в настоящее время НРБ-99/2009, как отмечено выше в разделе 2.4.1, концепция D-величин реализована неправильно [230].

Одной из масштабных и первоочередных проблем является необходимость введения новых понятий и современной терминологии в области обеспечения радиационной безопасности с использованием глоссариев МАГАТЭ [49-52].

Краткий анализ состояния нормативного уровня регулирования радиационной безопасности показывает необходимость отнюдь не редакционной, а очень существенной смысловой переработки действующих в России Норм и Правил обеспечения радиационной безопасности с целью приведения нашей нормативной базы на современный международный уровень. При этом следует избежать

механического переноса положений международных документов в российские нормы и правила – Россия в области ядерных технологий является самостоятельной страной. Наша позиция вполне солидарна с предложениями ученых из Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, которые активно работают над проблемой правового нормативного обеспечения радиационной безопасности в Российской Федерации [185, 231-238].

Поэтому основным направлением разработки новых Норм радиационной безопасности и Правил обеспечения радиационной безопасности должно стать сочетание передового международного опыта и богатой российской практики в области обеспечения радиационной безопасности.

Основными направлениями переработки российской нормативной базы в области радиационной безопасности являются:

- введение новых понятий и современной терминологии;
- введение «мягких» нормативов, которыми являются референтные уровни и так называемые «граничные дозы» (этому понятию желательно дать другое русское название);
- обновление принципов и нормативов аварийного реагирования;
- обновление дозовых коэффициентов с учетом новых биокинетических моделей, расширение перечня радионуклидов и путей их поступления в организм;
- введение особых подходов в области дозиметрии внутреннего облучения и регулирования радиационной защиты персонала при обращении с радионуклидами, имеющими большой период полувыведения из организма человека (изотопами плутония и ^{90}Sr);
- использование принципов и нормативов согласно концепции исключения, изъятия, освобождения для обоснования критериев отнесения различных сред к радиоактивным отходам и отходам с повышенным содержанием радионуклидов;
- разработка нормативов и правил обеспечения радиационной безопасности персонала и населения при выводе из эксплуатации радиационных объектов и реабилитации загрязненных территорий.

Нормы радиационной безопасности и Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности регламентируют только общие требования по всем аспектам обеспечения радиационной безопасности без конкретного алгоритма действий по их выполнению. В развитие основных положений НРБ и ОСПОРБ в системе государственного санитарно-эпидемиологического нормирования предусмотрены разработка и внедрение государственных санитарно-эпидемиологических правил, содержащих конкретные критерии, необходимые для успешной реализации основных требований обеспечения радиационной безопасности.

Перечень действующих санитарных правил в области обеспечения радиационной безопасности в атомной отрасли (кроме медицины) в хронологическом порядке их принятия представлен в Приложении 4 к настоящей монографии, в котором документы расставлены в хронологической последовательности их утверждения и введения в действие.

При анализе действующих санитарных правил сильную озабоченность вызывает тот факт, что большая часть санитарных правил действует в России без изменений 10 и более лет. За это время существенно изменились международные рекомендации в области обеспечения радиационной безопасности. Российская правоприменительная практика свидетельствует о настоятельной необходимости актуализации российской нормативной базы, а также разработки ряда новых санитарных правил, в том числе «Санитарных правил обеспечения радиационной безопасности при выводе из эксплуатации радиационных объектов» и «Санитарных правил по обеспечению радиационной и химической безопасности при обращении с отходами производства с низкой удельной активностью».

Программой «Регуляторной гильотины» планировалась в 2020-2021 годах переработка и укрупнение санитарных правил, указанных в Приложении 4 к настоящей монографии, однако это не было выполнено. Постановлением Правительства Российской Федерации от 31.12.2020 № 2467 ограничения срока действия указанных в таблице санитарных правил были сняты.

При переработке и актуализации действующих санитарных правил следует в полной мере использовать требования к содержанию санитарных правил и порядку их разработки, которые установлены Федеральным законом от 30.03.1999 № 52-ФЗ и Положением о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании¹.

- государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование включает в себя (пункт 5 Положения):
- разработку единых требований к проведению научно-исследовательских работ по обоснованию санитарных правил;
- контроль за проведением научно-исследовательских работ по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию;
- разработку (пересмотр), экспертизу, утверждение, введение в действие и опубликование санитарных правил;
- контроль за внедрением санитарных правил, изучение и обобщение практики их применения;
- регистрацию и систематизацию санитарных правил, формирование и ведение единой федеральной базы данных в области государственного санитарно-эпидемиологического нормирования.

Разработка санитарных правил должна предусматривать (статья 38 Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ):

- проведение комплексных исследований по выявлению и оценке воздействия факторов среды обитания на здоровье населения;
- определение санитарно-эпидемиологических требований предотвращения вредного воздействия факторов среды обитания на здоровье населения, в том числе установление оснований, при наличии которых требуются расчет и оценка риска для здоровья человека;
- установление критериев безопасности и (или) безвредности, гигиенических и иных нормативов факторов среды обитания;

¹ Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании. Утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.07.2000 № 554 (в ред. Постановления Правительства Российской Федерации от 15.09.2005 № 569)

- анализ международного опыта в области санитарно-эпидемиологического нормирования;
- установление оснований для пересмотра гигиенических и иных нормативов;
- прогнозирование социальных и экономических последствий применения санитарных правил;
- обоснование сроков и условий введения санитарных правил в действие.

Объемная работа по переработке и актуализации действующих санитарных правил может быть выполнена только путем объединения усилий специалистов по радиационной безопасности из различных ведомств.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Fuchs, W., 1896. Simple recommendations on how to avoid radiation harm. Western Electrician 12.
2. X-ray and Radium Protection. Recommendations of the 2nd International Congress of Radiology, 1928. Br. J. Radiol. 12, 359–363.
3. International Recommendations for X-ray and Radium Protection. Revised by the International X-ray and Radium Protection Commission and adopted by the 4th International Congress of Radiology, Zurich, July 1934. Br. J. Radiol. 7, 1–5.
4. ICRP, 1951. Revised by the International Commission on Radiological Protection and the 6th International Congress of Radiology, London, 1950. Br. J. Radiol. 24, 46–53.
5. ICRP, 1955. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Br. J. Radiol., (Suppl. 6).
6. ICRP, 1959. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 1. Pergamon Press, Oxford, UK.
7. ICRP, 1966. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 9, Pergamon Press, Oxford, UK.
8. ICRP, 1973. Implications of Commission Recommendations that Doses be kept as Low as Readily Achievable. ICRP Publication 22. Pergamon Press, Oxford, UK.
9. ICRP, 1957. Reports on Amendments during 1956 to the Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP). 1957. Acta. Radiol. 48, 493–495.
10. ICRP, 1964. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 6. Pergamon Press, Oxford, UK.
11. ICRP, 1977. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 26, Ann. ICRP 1 (3).
First edition 1977
Reprinted (with additions) 1978
Reprinted (with additions) 1981
Reprinted 1982
Reprinted (with additions) 1987
Издание на русском языке: Радиационная защита. Публикация 26 МКРЗ. Пер. с англ. Под ред. А.А. Моисеева и П.В. Рамзаева. М., Атомиздат, 1978, 88 с.
12. ICRP, 1991. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60, Ann. ICRP 21 (1–3).
Издание на русском языке: Рекомендации МКРЗ 1990. Публикация 60, ч. 1. Пределы годового поступления радионуклидов в организм работающих, основанные на рекомендациях 1990 года. Пер с англ. М.: Энергоатомиздат, 1994. – 192 с.
Рекомендации МКРЗ 1990. Публикация 60, ч. 2. Пер с англ. М.: Энергоатомиздат, 1994. – 208 с.
13. ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4).
Издание на русском языке: Публикация 103 Международной Комиссии по радиационной защите (МКРЗ). Пер с англ. /Под общей ред. М.Ф. Киселёва и Н.К. Шандалы. М.: Изд. ОООПКФ «Алана», 2009. ISBN 978-5-9900350-6-5.
14. ICRP, 2006. Analysis of the Criteria used by the ICRP to justify the setting of Numerical Values. Supporting Guidance 5. Ann. ICRP 36 (4).
15. И.К. Романович, В.С. Репин О новых Рекомендациях МКРЗ. Часть 1. Основы обеспечения радиационной безопасности. Радиационная гигиена, том 1, № 1, 2008, с. 49-51.
16. IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. — Vienna: International Atomic Energy Agency, 2014. STI/PUB/1578. ISSN 1020–525X; ISBN 978–92–0–135310–8.
Издание на русском языке: Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 3. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2015. STI/PUB/1578.

17. N.J. Kleiman. Radiation cataract. ICRP, 2012. Proceedings of the First ICRP Symposium on the International System of Radiological Protection. Ann. ICRP 41(3-4). Pp. 80-97.
18. ICRP, 2010. Lung cancer risk from radon and progeny, and statement on radon. ICRP Publication 115. Ann. ICRP 40(1).
Издание на русском языке:
Публикация 115 МКРЗ. Риск возникновения рака легкого при облучении радоном и продуктами его распада. Заявление по радону. Перевод публикации 115 МКРЗ / под ред. М.В. Жуковского, С.М. Киселева, А.Т. Губина. – М.: Изд-во «ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России», 2013. – 92 с. – ISBN 978-5-905926-01-3.
19. ICRP, 2014. Radiological protection against radon exposure. ICRP Publication 126. Ann. ICRP 43(3).
Издание на русском языке:
Труды МКРЗ. Радиологическая защита от облучения радоном. Перевод публикации 126 МКРЗ / под ред. М.В. Жуковского, И.В. Яρμοшенко, С.М. Киселева. – М.: Изд-во «ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России», 2015. – 88 с. – ISBN 978-5-9035926-06-8.
20. Roger H. Clarke. Changes in Underlying Science and Protection Policy. In: Evolution of ICRP Recommendations 1977, 1990 and 2007. Nuclear Energy Agency Organisation for Economic Co-operation and Development. OECD 2011. NEA No. 6920. Radiological Protection. ISBN 978-92-64-99153-8.
21. ICRP, 2021. Use of dose quantities in radiological protection. ICRP Publication 147. Ann. ICRP 50(1).
22. ICRP, 2015. Occupational Intakes of Radionuclides: Part 1. ICRP Publication 130. Ann. ICRP 44(2).
23. ICRP, 2016. Occupational Intakes of Radionuclides: Part 2. ICRP Publication 134. Ann. ICRP 45(3/4), 1–352.
24. ICRP, 2017. Occupational Intakes of Radionuclides: Part 3. ICRP Publication 137. Ann. ICRP 46(3/4).
25. ICRP, 2019. Occupational intakes of radionuclides: Part 4. ICRP Publication 141. Ann. ICRP 48(2/3).
26. ICRP, 2022. Occupational Intakes of Radionuclides: Part 5. ICRP Publication 151. Ann. ICRP 51 (1–2).
27. ICRP, 1979. Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 30 (Part 1). Ann. ICRP 2 (3-4).
28. ICRP, 1980. Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 30 (Part 2). Ann. ICRP 4 (3-4).
29. ICRP, 1981. Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 30 (Part 3). Ann. ICRP 6 (2-3).
30. ICRP, 1988. Limits for Intakes of Radionuclides by Workers: An Addendum. ICRP Publication 30 (Part 4). Ann. ICRP 19 (4).
31. ICRP, 1982. Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 30 (Index). Ann. ICRP 8 (4).
32. ICRP, 1989. Individual Monitoring for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 54. Ann. ICRP 19 (1-3).
33. ICRP, 1994. Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 68. Ann. ICRP 24 (4).
34. ICRP, 1997. Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers. ICRP Publication 78. Ann. ICRP 27 (3-4).
35. СанПиН 2.6.1.2523–09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)». Утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации Г.Г. Онищенко от 07.07.2009 № 47. Зарегистрированы Министерством юстиции Российской Федерации 14.08.2009 рег. № 14534.
36. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99/2010. Утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации Г.Г. Онищенко от 26.04.2010 № 40. Зарегистрированы Министерством юстиции Российской Федерации 11.08.2010 рег. № 18115 (в ред. Изменений № 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 16.09.2013 № 43).

37. ICRP, 2021. Cancer risk from exposure to plutonium and uranium. ICRP Publication 150. Ann. ICRP 50(4).
38. ICRP, 2020. Radiological protection of people and the environment in the event of a large nuclear accident: update of ICRP Publications 109 and 111. ICRP Publication 146. Ann. ICRP 49(4) (Радиационная защита людей и окружающей среды в случае крупной ядерной аварии).
39. ICRP, 2010. Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures. ICRP Publication 116, Ann. ICRP 40(2-5).
40. ICRP, 2016. Radiological Protection from Cosmic Radiation in Aviation. ICRP Publication 132. Ann. ICRP 45(1), 1–48.
41. ICRP, 2019. Radiological protection from naturally occurring radioactive material (NORM) in industrial processes. ICRP Publication 142. Ann. ICRP 48(4).
42. ICRP, 2022. Radiation detriment calculation methodology. ICRP Publication 152. Ann. ICRP 51(3).
43. Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance: Safety Guide. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2004. STI/PUB/1202 ISBN 92-0-109404-3.
Издание на русском языке: Серия норм по безопасности, № RS-G-1.7. Применение концепций исключения, изъятия и освобождения от контроля. Руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2006. STI/PUB 1202.
44. Derivation of Activity Concentration Values for Exclusion, Exemption and Clearance. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2005. STI/PUB/1213. ISBN 92–0–113104–6 (Вычисление значений удельной активности для исключения, изъятия и освобождения)
45. IAEA Safety Standards for protecting People and the Environments. Release of Sites from Regulatory Control on Termination of Practices. Safety Guide No WS-G-5.1. IAEA, Vienna, 2006. STI/PUB/1244.
Издание на русском языке:
Серия норм МАГАТЭ по безопасности, № WS-G-5.1. Освобождение площадок от регулирующего контроля после завершения практической деятельности. Руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2008. STI/PUB 1244. ISBN 978–92–0–404208–5. ISSN 1020–5845.
46. ICRP, 2009. Application of the Commission's Recommendations to the Protection of People Living in Long-term Contaminated Areas after a Nuclear Accident or a Radiation Emergency. ICRP Publication 111. Ann. ICRP 39 (3).
47. IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-2.10. Decommissioning after a Nuclear Accident: Approaches, Techniques, Practices and Implementation Considerations. IAEA, Vienna, 2019. STI/PUB/1811. ISSN 1995–7807.
48. IAEA Safety Standards Series No. GSG–15. General Safety Guide. IAEA Safety Standards for protecting people and the environment. Remediation Strategy and Process for Areas affected by Past Activities or Events. IAEA, Vienna, 2022. STI/PUB 1969.
49. IAEA Safety Glossary. Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection. 2007 Edition. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2007. STI/PUB/1290. ISBN 92–0–100707–8.
50. IAEA Safety Glossary. Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection. 2018 Edition. Vienna: IAEA, 2019. STI/PUB/1830. ISBN 978–92–0–104718–2.
51. IAEA Nuclear Safety and Security Glossary. Terminology Used in Nuclear Safety, Nuclear Security, Radiation Protection and Emergency Preparedness and Response. 2022 (Interim) Edition. IAEA, Vienna, 2022. ISBN 978–92–0–141122–8 (pdf).
52. International Nuclear Verification Series No. 3 (Rev. 1). IAEA Safeguards Glossary. 2022 Edition IAEA, Vienna, 2022 ISBN 978–92–0–122222–0 (pdf). STI/PUB/2003.
53. ICRP. Ethical foundations of the system of radiological protection. ICRP Publication 138. Ann. ICRP 47(1), 2018.
54. Абель Гонсалес «Ядерная безопасность: Международный консенсус» Лекция на энергетическом семинаре по оценке ядерного варианта для Чили, организованном Национальной комиссией по энергетике Чили. 28.01.2010.
55. Справочник по атомному праву. Карлтон Стойбер, Алек Бер, Норберт Пельцер, Вольфрам Тонхаузер. Международное агентство по атомной энергии, Вена, 2006, STI/PUB/1160 ISBN 92–0–402506–9.

56. Конвенция о ядерной безопасности. Международное агентство по атомной энергии. INF-CIRC/449. 5 июля 1994 года.
57. Курбанов Р.А., Бабурин С.Н. Правовое регулирование атомной энергетики в ЕС //Международное право и международные организации. 2012. № 3. С. 98–115.
58. Объединенная конвенция о безопасности обращения с отработавшим ядерным топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами (закл. 05.09.1997) // Собрание законодательства Российской Федерации. 2006. № 18. Ст. 1908.
59. А.К. Гуськова, А.В. Барабанова, А.Е. Баранов и соавт. Острые эффекты облучения у пострадавших при аварии на Чернобыльской атомной электростанции // В кн.: «Источники, эффекты и опасность ионизирующей радиации. Доклад НКДАР ООН Генеральной Ассамблее за 1988 год с приложениями». – М.: Мир; 1993 Т. 2 С. 655–689.
60. ICRU, 2020. Operational quantities for external radiation exposure. ICRU Report 95. J. ICRU 20(1).
61. Laurier D, Rühm W, Paquet F, Applegate K, Cool D, Clement C, on behalf of the International Commission on Radiological Protection (ICRP) (2021) Areas of research to support the system of radiological protection. *Radiat Environ Biophys* 60:519–530. <https://doi.org/10.1007/s00411-021-00947-1>
62. Clement C, Rühm W, Harrison J, Applegate K, Cool D, Larsson C-M, Cousins C, Lochard J, Bouffler S, Cho K, Kai M, Laurier D, Liu S, Romanov S (2021) Keeping the ICRP recommendations fit for purpose *J. Radiol. Prot.* 41 1390
63. Rühm W, Clement C, Cool D, Laurier D, Bochud F, Applegate K, Schneider T, Bouffler S, Cho K, Hirth G, Kai M, Liu S, Romanov S, Wojcik A (2022) Summary of the 2021 ICRP workshop on the future of radiological protection. *J Radiol Prot.* <https://doi.org/10.1088/1361-6498/ac670e>
64. Rühm W, Yu H, Clement C, Ainsbury E, Andresz S, Bryant P, Chapple C-L, Crouail P, Damilakis J, Ermacora M, Eurajoki T, Gering F, Molyneux-Hodgson S, Hupe O, Impens N, Lassmann M, Martins J, Mazzoni L, Mogg C, Morgan J, Perko T, Pinak P, Santos J, Stritt N, Tanner R, Turcanu C, Vermeersch F (2023) ICRP workshop on the review and revision of the system of radiological protection: a focus on research priorities—feedback from the international community *J. Radiol. Prot.* 43 043001
65. Rühm W, Cho K, Larsson C.-M., Wojcik A, Clement C, Applegate K, Bochud F, Bouffler S, Cool D, Hirth G, Kai M, Laurier D, Liu S, Romanov S, Schneider T (2023) Vancouver call for action to strengthen expertise in radiological protection worldwide *Radiat. Environ. Biophys.* 62 175–80.
66. ICRP, 2012 ICRP Statement on Tissue Reactions / Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs – Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context. ICRP Publication 118. *Ann. ICRP* 41(1/2) (Ранние и отдаленные эффекты облучения в нормальных тканях и органах – Пороговые дозы для тканевых реакций в контексте радиационной защиты).
67. Management of Exposure to Ionizing Radiation: Radiation Protection Guidance for the United States NCRP Report No. 180, 2018. (Bethesda, MD: National Council on Radiation Protection and Measurements).
68. UNSCEAR 2021 Report from the Sixty-Seventh UNSCEAR session to the United Nations General Assembly (A/76/46 Part 1) (New York: United Nations) (available at: www.unscear.org/docs/GAreports/2020/UNSCEAR_Report_General_Assembly_A_76_46_Part1.pdf) (Accessed 7 June 2021)
69. NCRP 2018 Implications of Recent Epidemiologic Studies for the Linear-nonthreshold Model and Radiation Protection Commentary No. 27 (Bethesda, MD: National Council on Radiation Protection and Measurements) (<https://doi.org/10.1088/1361-6498/aad348>)
70. Постановление Государственного комитета обороны от 20.08.1945 № 9887сс/оп «О специальном комитете при ГОКО». В книге: Атомный проект СССР: Документы и материалы. В 3-х томах/Под общ. ред. Л.Д. Рябева. Том II. Атомная бомба. 1945-1954. Книга 1/М-во РФ по атомной энергии. Отв. сост. Г.А. Гончаров. – Саров, РФЯЦ-ВНИИЭФ, 1999. – 719 с. ISBN 5-85165-402-3. (Т. II; Кн. 1). С. 11-14.

71. Панфилов А.П. Эволюция системы обеспечения радиационной безопасности атомной отрасли страны и ее современное состояние//АНРИ. 2016. № 1(84). С. 2-14.
72. Кочетков О.А., Панфилов А.П. Атомной промышленности 70 лет: вопросы радиационной защиты: Сборник статей, посвященных 70-летию ФГБУ ГНЦ ФМБЦ имени А.И. Бурназяна. Под ред.: Л.А. Ильина, В.В. Уйба, А.С. Самойлова. М., 2016. С. 146-157.
73. Кочетков О.А., Клочков В.Н., Шинкарев С.М. и соавт. Роль радиационной гигиены на современном этапе развития атомной промышленности и энергетики: Сборник статей, посвященных 70-летию ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна. Под ред.: Л.А. Ильина, В.В. Уйба, А.С. Самойлова. М., 2016. С. 37-49.
74. Круглов А.К. Как создавалась атомная промышленность СССР. – 2-е изд. М.: ЦНИИАтоминформ, 1995, 380 с. ISBN 5-85-165-011-7
75. Самохин А.Е. Ефим Славский. Атомный главком. ООО «Издательство «Вече», 2023. 600 с.
76. В.С. Губарев. А-бомба. От Сталина до Путина. Фрагменты истории в воспоминаниях и документах. Издательство Родина», 2021, 944 с. ISBN 978-5-907332-10-2.
77. Государственный научный центр Российской Федерации – Институт биофизики. Основные итоги деятельности за 50 лет. (1946-1996 годы): Сборник докладов юбилейной научной конференции. Под ред. Л.А. Ильина. М.: ГНЦ РФ – Институт биофизики; 1996.
78. Избранные материалы «Бюллетеня радиационной медицины», под общей редакцией Л.А. Ильина и А.С. Самойлова. – М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2016. Том 1 – 912. Том 2 – 808 с.
79. Отраслевой отчет по безопасности за 2005 год. Управление ядерной и радиационной безопасности Федерального агентства по атомной энергии. М.: Комтехпринт; 2006. 111 с.
80. Л.А. Ильин. К 110-летию Аветика Игнатьевича Бурназяна – основателя 3-го Главного управления при Минздраве СССР. Медицина экстремальных ситуаций, 2016, № 2, с. 97-102.
81. Гольдберг С.В. К учению о физиологическом действии Беккерелевых лучей: Дис. д-ра медицины. СПб.: Типография Сойкина, 1904. 174 с.
82. London E.S. Das Radium in Der Biologie Und Medi-zin. Leipzig, 1911. 200 p.
83. А. Н. Гребенюк, Л. А. Кушнир, А. А. Тимошевский. Становление и развитие радиобиологии и радиационной медицины в России в конце XIX и первой половине XX века. Радиационная биология. Радиоэкология, 2021, Т. 61, № 1, стр. 44-53.
84. Шор Г.В. К 25-летию научно-общественной деятельности проф. М.И. Неменова // Вестн. рентгенологии и радиологии. 1932. № 10. С. 8.
85. Храмченкова О.М. Основы радиобиологии: Учебное пособие для студентов биологических специальностей высших учебных заведений /Гомель: УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2003. - 238с.
86. Надсон Г.А., Филиппов Г.С. О влиянии рентгеновых лучей на половой процесс и образование мутантов у низших грибов (Мисогасеае) // Вестн. рентгенологии и радиологии. 1925. Т. 3. № 6. С. 305–310.
87. Тимофеев-Ресовский Н.В., Иванов Вл.И., Корогодина В.И. Применение принципа попадания в радиобиологии. — М.: Атомиздат, 1968. 228 с.
88. Тимофеев-Ресовский Н.В., Савич А.В., Шальнов М.И. Введение в молекулярную радиобиологию: физико-химические основы. — М.: Медицина, 1981. 317 с.
89. Лебединский А.В. Влияние ионизирующей радиации на организм животного и человека. М.: Знание, 1957. 56 с.
90. И.А. Пигалёв Клиника поражений радиоактивными веществами и вопросы патогенеза/ Биологическое действие излучений и киника лучевой болезни, под ред. А. Игнатьева, М.: Медгиз, 1954 с. 76-106;
91. Калистратова В.С., Беляев И.К., Жорова Е.С., Нисимов П.Г., Парфенова И.М., Тищенко Г.С., Цапков М.М. «Радиобиология инкорпорированных радионуклидов». Под ред. В.С. Калистратовой. Издательство ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2012 – 464 с.
92. А.В. Лебединский Влияние ионизирующей радиации на организм животного и человека. Москва: Знание, 1957. - 56 с.

93. О.И. Белоусова, П.Д. Горизонтов, М.И. Федотова. Радиация и система крови: (К пробл. радиочувствительности в условиях внеш. облучения) / - Москва: Атомиздат, 1979. - 126 с. : ил.;
94. П. Д. Горизонтов, О. И. Белоусова, М. И. Федотова. Стресс и система крови /- Москва: Медицина, 1983. - 239 с.
95. Г.П. Груздев Проблема поражения кроветворной ткани при острой лучевой патологии [Текст]. - Москва: Медицина, 1968. - 140 с. :
96. Г.П. Груздев Острый радиационный костномозговой синдром. Москва: Медицина, 1988. - 141,[2] с.
97. Гуськова А.К., Байсоголов Г.Д. Лучевая болезнь человека. – М.: Медицина, 1970.
98. Саксонов П.П., Шашков В.С., Сергеев П.В. Радиационная фармакология. Москва: Медицина. 1976 – 256 с.
99. А.С. Мозжухин, Ф.Ю. Рачинский, Л.И. Танк Химическая профилактика острой лучевой болезни/ Под общ. ред. А. С. Мозжухина. - Ленинград: Воен.-мед. ордена Ленина акад. им. С. М. Кирова, 1961. - 249 с.
100. А.С. Мозжухин, Ф.Ю. Рачинский Химическая профилактика радиационных поражений /- Москва: Атомиздат, 1964. - 244 с.
101. В.Г. Владимиров, Т.К. Джаракьян Радиозащитные эффекты у животных и человека /- Москва: Энергоиздат, 1982. - 89 с.
102. Л.М. Рождественский. Механизмы радиозащитного эффекта и индикация эффективности радиопротекторов /- Москва: Энергоатомиздат, 1985. – 125 с.
103. Ильин Л.А. Основы защиты организма от воздействия радиоактивных веществ /-Москва, Атомиздат, 1977, 256 с.
104. Ильин Л.А., Рудный Н.Н., Суворов Н.Н. и др. Индралин – радиопротектор экстренного действия. Противолучевые свойства, фармакология, механизм действия, клиника. М.: Минздрав РФ, 1994. 435 с.
105. Временные методические указания для разработки мероприятий по защите населения в случае аварии ядерных реакторов/ Утверждены заместителем главного санитарного врача СССР Д.Н. Лоранским, №872/1-70 от 18 декабря 1970 г., Москва 1971, 46 с. Разработчики: И.К. Дибобес, Л.А. Ильин, В.М. Козлов, Ю.Г. Константинов, А.А. Моисеев, А.В. Терман, В.П. Шапов.
106. Руководство по йодной профилактике в случае возникновения радиационной аварии. Утверждены Руководителем Федерального медико-биологического агентства В.В. Уйба. Регистрационный номер 22-10 от 29.06.2010.
107. Методические рекомендации. Проведение йодной профилактики населению в случае возникновения радиационной аварии. Утверждены Руководителем Федерального медико-биологического агентства В.В. Уйба. Регистрационный номер 23-10 от 22.03.2010.
108. Городинский. С.М. Средства индивидуальной защиты для работ с радиоактивными веществами. 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Атомиздат, 1979. - 294 с.
109. И.В. Петрянов, В.С. Кошечев, П.И. Басманов, Н.Б. Борисов, Д.С. Гольдштейн, С.Н. Шатский. «Лепесток» (Легкие респираторы). М.: Наука, 1984, 216 с.
110. Городинский С.М., Гольдштейн Д.С. Дезактивация полимерных материалов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоиздат, 1981, 248 с.
111. У.Я. Маргулис У истоков радиационной безопасности. В сборнике «Государственный научный центр Российской Федерации - Институт биофизики. Основные итоги деятельности за 50 лет (1946-1996 годы). Сборник докладов юбилейной научной конференции под редакцией академика РАМН, профессора Л.А. Ильина. М.: ГНЦ РФ - Институт биофизики. 90 с.
112. Санитарные правила и нормы при работе с радиоактивными изотопами. Утверждены Главной Государственной санитарной инспекцией Минздрава СССР 4 апреля 1953 года за № 129-53, М., Медгиз, 1953.
113. Санитарные правила перевозки, хранения, учета и работы с радиоактивными веществами. Утверждены Главным Государственным санитарным инспектором СССР В.М. Ждановым 14 января 1957 года № 233-57

114. Санитарные правила работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений Утверждены Главным Государственным санитарным инспектором СССР М. Никитиным 25 июня 1960 года № 333-60 и Председателем Государственного комитета Совета Министров СССР по использованию атомной энергии В. Емельяновым 21 июля 1960 года, М., Госатомиздат, 1960. – 118 с.
115. Нормы радиационной безопасности НРБ-69. Утверждены Главным государственным врачом СССР П. Бургасовым 25.08.1969 № 821-А-69. М., Атомиздат, 1972, 68 с.
116. Нормы радиационной безопасности НРБ-76. Утверждены Главным государственным санитарным врачом СССР П.Н. Бургасовым 07.06.1976 № 141-76
117. Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87. Утверждены Главным государственным санитарным врачом СССР Г.Н. Хлябичем 26.05.1987 № 4392-87.
118. Гигиенические нормативы ГН 2.6.1.054-96. Нормы радиационной безопасности НРБ-96. Утверждены и введены в действие Постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 19.04.1996 № 7.
119. СП 2.6.1.758-99. Гигиенические нормативы «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99)». Утверждены Главным государственным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 02.07.1999.
120. Гусев Н.Г. Справочник по радиоактивным излучениям и защите Москва: Медгиз, 1956. - 127 с.
121. Меры защиты работающих с радиоактивными веществами. Сборник материалов. М-во здравоохранения СССР. Под ред. проф. В.М. Жданова. - Москва: Медгиз, 1958. - 98 с.
122. Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87. Утверждены Главным Государственным врачом СССР П.Н. Бургасовым 18.01.1980 № 2120-80.
123. Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72. Утверждены Главным государственным санитарным врачом СССР, 10.04.1972.
124. Safety Series No. 115. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources. — Vienna: International Atomic Energy Agency, 1996. (Safety series, ISSN 0074-1892; 115. Safety standards) STI/PUB/996. ISBN 92-0-104295-7
Издание на русском языке: Серия изданий по безопасности, № 115. Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения. МАГАТЭ, Вена, 1997. STI/PUB/996. ISBN 92-0-401497-0.
125. О.А. Кочетков, А.П. Панфилов, В.Ю. Усольцев, В.Н. Клочков, С.М. Шинкарев, А.Г. Цовьянов, А.В. Симаков Радиационная гигиена и безопасность атомной отрасли. // Ж. Гигиена и санитария, 2017, 69, № 9, с. 868-874.
126. Радиационная медицина: Руководство для врачей-исследователей и организаторов здравоохранения: В 4 томах. Гос. науч. центр Рос. Федерации. Ин-т биофизики; Под общ. ред. Л. А. Ильина. - Москва: ИздАТ, 1999
Том 1. Теоретические основы радиационной медицины. Москва: ИздАТ, 2004, 992 с. ISBN 5-86656-172-7.
Том 2. Радиационные поражения человека. Москва: ИздАТ, 2001. 432 с. ISBN 5-86656-114-X.
Том 3. Радиационная гигиена. Москва: ИздАТ, 2002. 608 с. ISBN 5-86656-139-5
Том 4. Гигиенические проблемы неионизирующих излучений. Москва: ИздАТ, 1999. 304 с. ISBN 5-86656-095-X
127. Плутоний. Радиационная безопасность. Под общей редакцией Л.А. Ильина, О.А. Кочеткова, С.А. Романова. М.: ИздАТ, 2005, 416 с. ISBN 5-86656-176-X.
128. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры. Под общей редакцией Л.А. Ильина и В.А. Губанова. М.: ИздАТ, 2001. 752 с. ISBN 5-86656-113-1.
129. Л.А. Ильин. Реалии и мифы Чернобыля. М.: «ALARA Limited». 1994-1996. 474 с. ISBN 5-900787-02-8.

130. Ядерные испытания СССР. Новоземельский полигон: обеспечение общей и радиационной безопасности ядерных испытаний. Коллектив авторов по руководством В.А. Логачева. М.: ИздАТ, 2000. 487 с. ISBN 5-86656-098-4.
131. Ядерные испытания СССР. Семипалатинский полигон: обеспечение общей и радиационной безопасности ядерных испытаний. Факты, свидетельства, воспоминания / Федеральное управление медико-биологических и экстремальных проблем при Министерстве здравоохранения Российской Федерации; гл. ред. В. А. Логачев. — М.: Медбиоэкстрем, 1997. — 347 с. ISBN 5-88918-008-8.
132. Ядерные испытания СССР. Мирные ядерные взрывы: обеспечение общей и радиационной безопасности при проведении. Коллектив авторов по руководством В.А. Логачева. М.: ИздАТ, 2001. 519 с. ISBN 5-86656-116-6.
133. Ядерные испытания СССР: современное радиоэкологическое состояние полигонов. Коллектив авторов по руководством В.А. Логачева. М.: ИздАТ, 2002. 639 с. ISBN 5-86656-135-2.
134. Техногенное облучение и безопасность человека. Под общ. ред. Л.А. Ильина. Гос. науч. центр, Ин-т биофизики. - Москва: ИздАТ, 2006 (М.: Типография "Наука"). - 303 с.
135. Авария на ЧАЭС: дозы облучения участников ЛПА, аварийный контроль, ретроспективная оценка / В. П. Крючков [и др.]; Федеральный мед. биофизический центр им. А. И. Бурназяна ФМБА России. — Москва: [б. и.], 2011. — 280 с. ISBN 978-5-9902924-1-3.
136. В.П. Крючков, О.А. Кочетков, А.Г. Цовьянов Радиационно-дозиметрические аспекты ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Москва, 2011, ИздАТ, 253 стр.
137. Ведерникова М.В., Линге И.И., Панченко С.В., Стрижова С.В., Супатаева О.А., Уткин С.С. Актуальные вопросы внесения изменений в федеральный закон от 9 января 1996 года № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения». Препринт. Ин-т проблем безопасности развития атомной энергетики РАН, № ИВРАЕ-2020-03). — М.: ИБРАЭ РАН, 2020. — 22 с. — ISBN 978-5-6041296-5-4.
138. Шинкарев С.М., Кочетков О.А., Ключков В.Н., Барчуков В.Г. К дискуссии о внесении изменений в Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения». Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2020. Том 65. № 3. С. 77–78. DOI: 10.12737/1024-6177-2020-65-3-77-78.
139. Самойлов А.С., Кочетков О.А., Ключков В.Н., Барчуков В.Г., Шинкарев С.М. Развитие правовой базы в области обеспечения радиационной безопасности // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2024. Т. 69. № 2. С. 24–29. DOI: 10.33266/1024-6177-2024-69-2-24-29.
140. Кочетков О.А., Ключков В.Н., Самойлов А.С., Шандала Н.К., Барчуков В.Г., Шинкарев С.М. Общие принципы правового и нормативно-методического регулирования радиационной безопасности // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2022. Т. 67. № 1. С. 19–26. DOI: 10.12737/1024-6177-2022-67-1-19-26.
141. Губин А.Т., Сакович В.А. О некоторых концептуальных вопросах изменения ФЗ «О радиационной безопасности населения». Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2020, Т. 65, № 6, с. 83-84. DOI: 10.12737/1024-6177-2020-65-6-83-84.
142. IAEA Safety Standards for protecting people and the environment. Occupational Radiation Protection. General Safety Guide No. GSG-7. IAEA, Vienna, 2018. STI/PUB/1785.
Издание на русском языке: Нормы безопасности МАГАТЭ для защиты людей и охраны окружающей среды. Радиационная защита при профессиональном облучении. Общее руководство по безопасности № GSG-7. МАГАТЭ, Вена, 2021.
143. ICRU. Determination of Dose Equivalents Resulting from External Radiation Sources, ICRU Report 39, ICRU, Bethesda, MD (1985) (Определение эквивалентов доз от внешних источников ионизирующего излучения).
144. Behrens, R., Dietze, G. Monitoring the eye lens: Which dose quantity is adequate? Phys. Med. Biol. 55 (2010) 4047–4062 (Мониторинг хрусталика глаза: какая доза является адекватной?).
145. ICRP, ICRU. Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection Against External Radiation, Publication 74, Pergamon Press, Oxford and New York (1996) (Коэффициенты пересчета для использования в радиологической защите от внешних излучений).

146. IAEA-EPR-D-Values 2006. Dangerous Quantities of Radioactive Material (D-Values). Vienna: IAEA, 2006.
147. Методическое обеспечение радиационного контроля на предприятии. Минатом России, Федеральное управление «Медбиоэкстрем». ГП «ВНИИФТРИ», 2001, том 1:
МУ 2.6.1.016-00. Методические указания «Определение индивидуальных эффективных и эквивалентных доз и организация контроля профессионального облучения в контролируемых условиях обращения с источниками излучения. Общие требования». С. 23-55;
МУ 2.6.1.025-00. Методические указания «Дозиметрический контроль внешнего профессионального облучения. Общие требования». С. 57-110;
МУ 2.6.1.026-00. Методические указания «Дозиметрический контроль профессионального внутреннего облучения. Общие требования». С. 111-155;
МУ 2.6.1.014-01. Методические указания «Контроль радиационной обстановки. Общие требования». С. 157-183.
148. Методическое обеспечение радиационного контроля на предприятии. Минатом России, Федеральное управление «Медбиоэкстрем». ГП «ВНИИФТРИ», 2002, том 2:
ГН 2.6.1.041-01. Гигиенические нормативы «Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ». С. 3-11;
МУ 2.6.1.042-01. «Расчет и обоснование размеров санитарно-защитных зон и зон наблюдения вокруг АЭС». С. 13-35;
МР 30-844-01. Методические рекомендации «Организация обучения персонала и порядок проведения аттестационной проверки знаний по радиационной безопасности на предприятиях Минатома России». С. 37-88;
МР 30-1490-01. Методические рекомендации «Оптимизация радиационной защиты персонала предприятий Минатома России». С. 89-125.
149. Методическое обеспечение радиационного контроля на предприятии. Минатом России, Федеральное управление «Медбиоэкстрем». ГП «ВНИИФТРИ», 2003, том 3: Рекомендации по приборному обеспечению дозиметрического и радиометрического контроля в соответствии с НРБ-99 и ОСПОРБ-99. С. 1-141.
150. Методическое обеспечение радиационного контроля на предприятии. Минатом России, Федеральное управление «Медбиоэкстрем». ФГУП «ВНИИФТРИ», 2004, том 4:
Р 2.2/2.6.1.1195-03 Руководство. Гигиенические критерии оценки условий труда и классификации рабочих мест при работах с источниками ионизирующего излучения. С. 3-12.
МУ 2.6.1.11-01 Определение индивидуальных эффективных доз облучения персонала от короткоживущих дочерних продуктов изотопов радона. С. 13-43.
МУ 2.6.1.12-01 Организация радиационного контроля на урановых рудниках и расчет доз персонала. С. 45-56.
МУ 2.6.1.15-02 Тритий и его соединения. Контроль величины индивидуальной эффективной дозы внутреннего облучения при поступлении в организм человека. С. 57-83-
МУ 2.6.1.17-02 Тритий. Определение загрязнения поверхности тритием. С. 85-117.
151. Методическое обеспечение радиационного контроля на предприятии. Минатом России, Федеральное управление «Медбиоэкстрем». ФГУП «ВНИИФТРИ», 2005, том 5:
МУК 2.6.1.05 - 03 Дозиметрический контроль внутреннего облучения персонала предприятий ОАО «ТВЭЛ». Регламент. С. 3-39.
МУК 2.6.1.09-03 Регламент дозиметрического контроля внутреннего облучения персонала атомных станций. Общие требования. С. 41-56.
МУ 2.6.1.44 - 02 Объемная активность радионуклидов в воздухе на рабочих местах. Требования к определению величины среднегодовой активности. С. 57-74.
МВР 2.6.1.50-01 Определение поступления радионуклидов и индивидуальной эффективной дозы облучения по результатам измерений на СИЧ содержания радионуклидов в теле человека для персонала атомных станций. С. 75-99.
МВР 2.6.1. 60 - 02 Расчет ожидаемых эффективных доз внутреннего облучения персонала по результатам измерений активности радионуклидов в биопробах с использованием компьютерной программы ММК-01. С. 101-151.

152. Сборник «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли». М., Госкорпорация «Росатом», ФМБА России. ООО НПП «Доза», 2016, том 1:
МУ 2.6.5.028-2016. Методические указания «Определение индивидуальных эффективных и эквивалентных доз и организаций контроля профессионального облучения в условиях планируемого облучения. Общие требования». С. 41-117.
МУ 2.6.5-008-2016. Методические указания «Контроль радиационной обстановки. Общие требования». С. 118-176.
153. Сборник «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли». М., Госкорпорация «Росатом», ФМБА России. ООО НПП «Доза», 2017, том 2:
МУ 2.6.5.026-2016. Методические указания «Дозиметрический контроль внешнего профессионального облучения. Общие требования». С. 3-42.
МУ 2.6.1.065-2014. Методические указания. Дозиметрический контроль профессионального внутреннего облучения. Общие требования. С. 43-85
МУ 2.6.5.037-2016. Методические указания. Контроль эквивалентной дозы фотонного и бета-излучения в коже и хрусталике глаза. С. 87-112.
МУ 2.6.5.010-2016. Методические указания «Обоснование границ и условия эксплуатации санитарно-защитных зон и зон наблюдения радиационных объектов». С. 113-172.
154. Сборник «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли». М., Госкорпорация «Росатом», ФМБА России. ООО НПП «Доза», 2017, том 3:
МУ 2.6.1.009-2016. Методические указания «Объёмная активность радионуклидов в воздухе на рабочих местах. Требования к определению среднегодовой объёмной активности». С. 3-17.
МУ 2.6.5.027-2016. Методические указания «Контроль ингаляционного поступления радионуклидов в организм персонала на плутониевых производствах». С. 19-50.
МУ 2.6.5.029-2016. Методические указания «Индивидуальный дозиметрический контроль при раневом поступлении плутония и америция. Общие требования». С. 51-79.
МУ 2.6.5.040-2016. Методические указания. «Определение дозы незапланированного или аварийного облучения персонала предприятий Госкорпорации «Росатом». С. 81-104.
155. Сборник «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли». М., Госкорпорация «Росатом», ФМБА России. ООО НПП «Доза», 2017, том 4:
МУ 2.6.1.031-2017. Методические указания. «Планирование и аппаратурно-методическое обеспечение дозиметрического контроля рабочих мест в условиях потенциального ингаляционного поступления радионуклидов. Общие требования». С. 3-28.
МУ 2.6.5.032-2017. Методические указания «Контроль радиоактивного загрязнения поверхностей». С. 29-73.
МУ 2.6.5.033-2017. Методические указания «Организация вентиляции на радиационно опасных предприятиях (производствах) Госкорпорации «Росатом». С. 75-110.
Единые отраслевые методические указания. «Входной контроль средств индивидуальной защиты, применяемых в организациях Госкорпорации «Росатом». С. 111-166.
156. Сборник «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли». М., Госкорпорация «Росатом», ФМБА России. ООО НПП «Доза», 2018, том 5:
МУ 2.6.5.052-2017. Методические указания. «Дозиметрия. Определение индивидуальной эффективной дозы нейтронного излучения». С. 7-105.
МУ 2.6.5.053-2017. Методические указания. «Организация аварийного радиационного контроля внешнего облучения персонала при проведении работ на ядерно-опасных участках предприятий Госкорпорации «Росатом». Общие требования». С. 107-148.
МУ 2.6.5.054-2017. Методические указания. «Оптимизация радиационной защиты персонала предприятий Госкорпорации «Росатом». С. 149-188.
157. Сборник «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли». М., Госкорпорация «Росатом», ФМБА России. ООО НПП «Доза», 2019, том 6:
МУ 2.6.5.078-2018. Методические указания. «Порядок организации контроля внутреннего облучения от плутония на основе риск-ориентированного подхода к ограничению радиационного воздействия». С. 3-71.

- МУ 2.6.5.079-2018. Методические указания. «Контроль индивидуальной ожидаемой эффективной дозы внутреннего облучения при поступлении трития и его соединений в организм человека». С. 72-102.
- МУ 2.6.5.080-2018. Методические указания. «Определение загрязнения поверхностей тритием». С. 103-137.
158. МУ 2.6.5.028-2016. Методические указания «Определение индивидуальных эффективных и эквивалентных доз и организаций контроля профессионального облучения в условиях планируемого облучения. Общие требования». Утверждены Заместителем руководителя Федерального медико-биологического агентства, Главным государственным санитарным врачом ФМБА России В.В. Романовым 18.05.2016. Опубликовано в сб. «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли. М.: НПП «Доза», 2016, Том 1, с. 41-117.
159. МУ 2.6.5.026-016. Методические указания «Дозиметрический контроль внешнего профессионального облучения. Общие требования». Утверждены Заместителем руководителя Федерального медико-биологического агентства, Главным государственным санитарным врачом ФМБА России В.В. Романовым 18.05.2016. Опубликовано в сб. «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли». М.: НПП «Доза», 2017, Том 2, с. 3-42
160. МУ 2.6.1.065-2014. Методические указания. «Дозиметрический контроль профессионального внутреннего облучения. Общие требования». Утверждены Заместителем руководителя Федерального медико-биологического агентства, Главным государственным санитарным врачом по обслуживаемым организациям и обслуживаемым территориям В.В. Романовым 06.11.2014. Опубликовано в сб. «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли». М.: НПП «Доза», 2017, Том 2, с. 43-85.
161. МУ 2.6.5.008-2016. Методические указания «Контроль радиационной обстановки. Общие требования». Утверждены Заместителем руководителя Федерального медико-биологического агентства, Главным государственным санитарным врачом ФМБА России В.В. Романовым 22.04.2016. Опубликовано в сб. «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли». М.: НПП «Доза», 2016, Том 1, с. 118-176.
162. ISO 20553:2006(R). Международный стандарт. Защита от радиации. Мониторинг рабочих, подвергаемых риску внутреннего заражения радиоактивным материалом (Radiation protection – Monitoring of workers occupationally exposed to a risk of internal contamination with radioactive material).
163. ISO 27048:2011. International Standard ISO 27048. Radiation protection — Dose assessment for the monitoring of workers for internal radiation exposure
164. МУ 2.6.5.010-2016. Методические указания «Обоснование границ и условия эксплуатации санитарно-защитных зон и зон наблюдения радиационных объектов». Утверждены Заместителем руководителя Федерального медико-биологического агентства, Главным государственным санитарным врачом ФМБА России В.В. Романовым 22.04.2016. Опубликовано в сб. «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли». М.: НПП «Доза», 2017, Том 2, с. 113-172.
165. МУ 2.6.5.037-2016. Методические указания. «Контроль эквивалентной дозы фотонного и бета-излучения в коже и хрусталике глаза». Утверждены Заместителем руководителя Федерального медико-биологического агентства, Главным государственным санитарным врачом ФМБА России В.В. Романовым 27.05.2016. Опубликовано в сб. «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли». М.: НПП «Доза», 2017, Том 2, с. 87-112.
166. МУ 2.6.5.027-2016. Методические указания «Контроль ингаляционного поступления радионуклидов в организм персонала на плутониевых производствах». Утверждены Заместителем руководителя Федерального медико-биологического агентства, Главным государственным санитарным врачом ФМБА России В.В. Романовым 18.05.2016. Опубликовано в сб. «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли». М.: НПП «Доза», 2017, Том 3, с. 19-50.

167. МУ 2.6.5.040-2016. Методические указания. «Определение дозы незапланированного или аварийного облучения персонала предприятий Госкорпорации «Росатом». Утверждены Заместителем руководителя Федерального медико-биологического агентства, Главным государственным санитарным врачом ФМБА России В.В. Романовым 27.05.2016. Опубликовано в сб. «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли». М.: НПП «Доза», 2017, Том 3, с. 81-104.
168. МУ 2.6.5.004-2016. Методические указания. Экспрессная оценка дозы гамма-нейтронного излучения с помощью воксел-фантомной технологии расчетов при возникновении самопроизвольной цепной реакции на ядерно-опасных участках предприятий ядерно-оружейного комплекса. Утверждены Заместителем руководителя Федерального медико-биологического агентства, Главным государственным санитарным врачом ФМБА России В.В. Романовым 21.07.2016.
169. МУ 2.6.5.032-2017. Методические указания. «Контроль радиоактивного загрязнения поверхностей». Утверждены Заместителем руководителя Федерального медико-биологического агентства, Главным государственным санитарным врачом ФМБА России В.В. Романовым 05.05.2017. Опубликовано в сб. «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли». М.: НПП «Доза», 2017, Том 4, с. 29-73.
170. МУ 2.6.5.033-2017. Методические указания «Организация вентиляции на радиационно опасных предприятиях (производствах) Госкорпорации «Росатом». Утверждены Заместителем руководителя Федерального медико-биологического агентства, Главным государственным санитарным врачом ФМБА России В.В. Романовым 05.05.2017. Опубликовано в сб. «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли». М.: НПП «Доза», 2017, Том 4, с. 75-110.
171. МУ 2.6.5.052-2017. Методические указания. «Дозиметрия. Определение индивидуальной эффективной дозы нейтронного излучения». Утверждены Заместителем руководителя Федерального медико-биологического агентства, Главным государственным санитарным врачом ФМБА России В.В. Романовым 11.10.2017. Опубликовано в сб. «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли». М.: НПП «Доза», 2018, Том 5, с. 7-105.
172. МУ 2.6.5.053-2017. Методические указания. «Организация аварийного радиационного контроля внешнего облучения персонала при проведении работ на ядерно-опасных участках предприятий Госкорпорации «Росатом». Общие требования» Утверждены Заместителем руководителя Федерального медико-биологического агентства, Главным государственным санитарным врачом ФМБА России В.В. Романовым 11.10.2017. Опубликовано в сб. «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли». М.: НПП «Доза», 2018, Том 5, с. 107-148.
173. МУ 2.6.5.054-2017. Методические указания. «Оптимизация радиационной защиты персонала предприятий Госкорпорации «Росатом». Утверждены заместителем руководителя ФМБА России, Главным государственным санитарным врачом ФМБА В.В. Романовым 11.10.2017. Опубликовано в сб. «Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли». М.: НПП «Доза», 2018, Том 5, с. 149-188.
174. СП 2.6.1.799-99. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99. Утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 27.12.1999.
175. Методические указания МУ 2.6.1.016-00. «Определение индивидуальных эффективных и эквивалентных доз и организация контроля профессионального облучения в контролируемых условиях обращения с источниками излучения. Общие требования» Утверждены Заместителем руководителя Федерального управления «Медбиоэкстрем» О.И. Шамовым 24.05.2000, введены в действие Приказом по Минатому России от 06.06.2000 № 338.
176. Госкорпорация «Росатом». Отраслевой отчет по безопасности за 2007 год. М.: Изд-во «Комтехпринт», 2008, 56 с.
177. ICRP, 2007. Radiological Protection in Medicine. ICRP Publication 105. Ann. ICRP 37(6). Издание на русском языке: Труды МКРЗ. Радиационная защита в медицине. Перевод публикации 105 МКРЗ / под ред. М.И. Балонина. – СПб, 2011. – 66 с.

178. Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-46. Радиационная защита и безопасность при медицинском использовании ионизирующего излучения. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2023. STI/PUB/1775.
179. СанПиН 2.6.4115–25. Санитарно-эпидемиологические требования в области радиационной безопасности населения при обращении источников ионизирующего излучения. Утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации А.Ю. Поповой от 27.03.2025
180. Сайт <http://egasmro.ru>
181. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 25.09.1997 № 22 «Об утверждении типовых форм радиационно - гигиенических паспортов».
182. Приказ Минздрава РФ от 31.07.2000 № 298 «Об утверждении Положения о единой государственной системе контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан».
183. Информация «Об оценке состояния обеспечения радиационной безопасности населения в рамках радиационно-гигиенической паспортизации» //А.Ю. Попова /Роспотребнадзор от 18.10.2024. – 3 с.
184. Киселев С.М. Радон: От фундаментальных исследований к практике регулирования. Монография С.М. Киселев, М.В. Жуковский, И.П. Стамат, И.В. Ярмошенко // М., 2016. – 432 с.
185. Романович И.К., Водоватов А.В., Библин А.М., Кормановская Т.А. К проблеме совершенствования законодательного и нормативного обеспечения радиационной безопасности населения//Радиационная гигиена. 2022. Т. 15, № 1. С. 88-95. DOI: 10.21514/1998-426X-2022-15-1-88-95.
186. Романович И.К., Кормановская Т.А., Кононенко Д.В. К обоснованию изменений в нормировании содержания радона в воздухе помещений//Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 6 (315). С. 42-48.
187. А.А. Цапалов, П.С. Микляев, Т.Б. Петрова, С.И. Кувшинников. Кризис регулирования радона в России: масштаб проблемы и предложения по исправлению. АНРИ 2024, № 1 (116), с. 3-29. DOI: 10.37414/2075-1338-2024-116-1-3-29.
188. Титов А.В., Бельских Ю.С., Исаев Д.В., Шандала Н.К., Дороньева Т.А., Богданов И.И., Семенова М.П., Шитова А.А., Бурцев С.Л. Радиоэкологическая обстановка в районе площадки уранового наследия - шахта «Степная» (Калмыкия). Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2024. Т. 69. № 1. С. 41-49.
189. Киселёв С.М., Шандала Н.К., Лягинская А.М., Зозуль Ю.Н. Комплексный подход к мониторингу среды обитания и состояния здоровья населения на территориях расположения объектов ядерного наследия. В книге: Актуальные вопросы радиационной безопасности. Материалы юбилейной конференции, посвященной 70-летию ФГБУН «Южно-Уральский институт биофизики» ФМБА России. 2023. С. 117-118.
190. Киселев С.М., Шандала Н.К., Зозуль Ю.Н. Современная технология комплексного эколого-гигиенического мониторинга на объектах ядерного наследия. В книге: Хроническое радиационное воздействие: отдаленные медико-биологические эффекты. Материалы VII научной конференции с международным участием. 2022. С. 200-201.
191. Коренков И.П., Лашенцова Т.Н., Шандала Н.К., Киселев С.М. Основы радиоэкологического и гигиенического мониторинга окружающей среды. М.; ГЭОТАР-Медиа, 2021.
192. Шандала Н.К., Гущина Ю.В., Исаев Д.В., Бельских Ю.С., Старинский В.Г., Оськина К.Ю., Малахова А.Н. Радиационно-гигиенический мониторинг в районе радиационной аварии 1985 года в бухте Чажма. В сборнике: Радиоэкологические последствия радиационных аварий: к 35-ой годовщине аварии на ЧАЭС. Сборник докладов международной научно-практической конференции. Обнинск, 2021. С. 232-234.
193. Шандала Н.К., Киселев С.М., Серегин В.А., Филонова А.А., Исаев Д.В. Научно-методическое сопровождение санитарно-эпидемиологического надзора при реабилитации объектов и территорий ядерного наследия и задачи на будущее. Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2024. Т. 69. № 2. С. 30-37.

194. Шандала Н.К., Серегин В.А., Квачева Ю.Е., Киселев С.М., Метляев Е.Г. Санитарно-гигиеническое обеспечение радиационной безопасности населения. В книге: Актуальные вопросы радиационной безопасности. Материалы юбилейной конференции, посвященной 70-летию ФГБУН «Южно-Уральский институт биофизики» ФМБА России. 2023. С. 10-11.
195. Р 2.6.5.026-15. Обеспечение радиационной безопасности персонала и населения при проведении работ по реабилитации загрязнённых радионуклидами участков территории. М.; 2015.
196. Р 2.6.1.012-14. Критерии и нормативы реабилитации территорий и объектов ФГУП «Дальневосточный центр по обращению с радиоактивными отходами» - филиала федерального государственного унитарного предприятия по обращению с радиоактивными отходами «РосРАО». М.; 2014.
197. Р 2.6.1.25-07. Критерии и нормативы реабилитации территорий и объектов, загрязнённых техногенными радионуклидами, ФГУП «Северное федеральное предприятие по обращению с радиоактивными отходами» Федерального агентства по атомной энергии. М.; 2007.
198. МУ 2.6.6.049-2015. Организация радиационного контроля при производстве работ по извлечению, подготовке для транспортирования и вывозу радиоактивных отходов из хранилищ отделения «Вилючинск» ДВЦ «ДальРАО» - филиала ФГУП «РосРАО». М.; 2015.
199. МУ 2.6.1.030-13. Организация радиационного контроля объектов окружающей среды в районе деятельности Дальневосточного центра по обращению с радиоактивными отходами - филиала ФГУП «Предприятие по обращению с радиоактивными отходами «РОСРАО» (ДВЦ «ДальРАО» - филиал ФГУП РосРАО)). М.; 2013.
200. МУ 2.6.1.37-2007. Организация радиационного контроля объектов окружающей среды в районе деятельности ФГУП «СевРАО». М.; 2007.
201. МР 03.25-15. Приборное обеспечение работ по радиационно-гигиеническому мониторингу в районе расположения предприятия по обращения с радиоактивными отходами. М.; 2015.
202. МУК 4.3.034-2013. Радий-226. Определение удельной активности в пробах почвы, растительности и пищевых продуктов. М.; 2013.
203. МУК 4.3.051-2011. Свинец-210 и Полоний-210. Определение удельной активности в пробах почвы, растительности и пищевых продуктов после электролитического осаждения на никелевом диске. М.; 2011.
204. МУК 4.3.2504-09. Цезий-137. Определение удельной активности в пищевых продуктах. М.; 2009.
205. МУК 4.3.2503-09. Стронций-90. Определение удельной активности в пищевых продуктах. М.; 2009.
206. Заключение Российской научной комиссии по радиологической защите по докладу О.А. Кочеткова «Обоснование необходимости внесения изменений в Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения». Радиация и риск, 2012, том 21, № 3, с. 55-56.
207. О.А. Кочетков, В.Н. Клочков, А.С. Самойлов, Н.К. Шандала. Гармонизация законодательных актов Российской Федерации с современными международными рекомендациями. Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2021. Радиационная безопасность. Том 66. № 6. С. 111–115. DOI: 10.12737/1024-6177-2021-66-6-111-115.
208. IAEA Safety Standards Series No. SF-1. Fundamental Safety Principles: Safety Fundamentals. Vienna: IAEA, 2006.
Издание на русском языке:
Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SF-1. основополагающие принципы безопасности. Основы безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2007. STI/PUB/1273.
209. ICRP Publication 109. Application of the Commission's Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations // Ann. ICRP. 2009. V.39, No. 1.
210. Preparedness and response for a nuclear or radiological emergency. General Safety Requirements. IAEA Safety Standard Series No. GSR Part 7, Vienna: IAEA, 2015. STI/PUB/1708.
Публикация на русском языке:
Готовность и реагирование в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации. Общие требования безопасности. Часть 7, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 7, МАГАТЭ, Вена, 2016.

211. Arrangements for the Termination of a Nuclear or Radiological Emergency, Safety Standards Series No. GSG-11, IAEA, Vienna (2018).
212. Considerations in the development of a protection strategy for a nuclear or radiological emergency. Preparedness and Response Series EPR-Protection Strategy. IAEA, Vienna, 2021.
213. Методика разработки мероприятий по реагированию на ядерную или радиологическую аварийную ситуацию (Доработка IAEA-TECDOC-953). EPR-МЕТОДИКА (2003). Аварийная готовность и реагирование. МАГАТЭ, ВЕНА, 2009.
214. Applying Radiation Safety Standards in Radiotherapy. STI/PUB/1205. — Vienna: International Atomic Energy Agency, 2006.
215. Applying Radiation Safety Standards in Nuclear Medicine. STI/PUB/1207. – Vienna: International Atomic Energy Agency, 2005.
216. МУ 2.6.1.3700–21. Оценка и учет эффективных доз у пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований.
217. МР 2.6.1. 0215–20. Оценка радиационного риска у пациентов при проведении рентгенорадиологических исследований.
218. МУ 2.6.1.2944–11. Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований.
219. МУ 2.6.1.3584–19. Изменения в МУ 2.6.1.2944–11 «Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований»
220. МУ 2.6.1.3387–16. Радиационная защита детей в лучевой диагностике.
221. МР 2.6.1. 0296–22. Оптимизация радиационной защиты пациентов в лучевой диагностике посредством применения референтных диагностических уровней.
222. Applying Radiation Safety Standards in Diagnostic Radiology and Interventional Procedures Using X rays. STI/PUB/1206. – Vienna: IAEA, 2005.
223. Постановление Правительства РФ от 19 октября 2012 г. № 1069 "О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов" (с изменениями и дополнениями от 04.02.2015 и 29.10.2022).
224. Костылев В.А., Наркевич Б.Я. Радиационная безопасность в медицине. М.: Издательство «Тривант», 2014. 202 с.
225. Ильин Л.А., Коренков И.П., Наркевич Б.Я. Радиационная гигиена. Учебник. 6-е изд., испр., дополн. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2023. 440 с.
226. ICRP, 2014. Radiological Protection in Security Screening. ICRP Publication 125. Ann. ICRP 43(2).
227. IAEA Safety Standards for protecting people and the environment. Radiation Safety of X Ray Generators and Other Radiation Sources Used for Inspection Purposes and for Non-medical Human Imaging. Specific Safety Guide No. SSG-55. IAEA, Vienna, 2020. STI/PUB/1852.
Издание на русском языке:
Нормы безопасности МАГАТЭ для защиты людей и охраны окружающей среды. Радиационная безопасность генераторов рентгеновского излучения и других источников излучения, используемых для целей инспекционно-досмотрового контроля и немедицинской визуализации человека. Серия норм безопасности МАГАТЭ. МАГАТЭ, Вена, 2022. STI/PUB/1852.
228. IAEA. Application of the Concept of Exemption, IAEA Safety Standards Series No. GSG-17, IAEA, Vienna (2023). STI/PUB/2060. (Применение концепции изъятия. Общее руководство по безопасности).
229. IAEA. Application of the Concept of Clearance, IAEA Safety Standards Series No. GSG-18, IAEA, Vienna (2023). STI/PUB/2058. (Применение концепции освобождения. Общее руководство по безопасности).
230. Самойлов А.С., Кочетков О.А., Клочков В.Н., Барчуков В.Г., Шинкарев С.М. Основные направления совершенствования действующих норм и правил обеспечения радиационной безопасности. Часть 1. Масштаб проблемы и пути ее решения // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2023. Т. 68. № 4. С. 14–19. DOI: 10.33266/1024-6177-2023-68-4-14-19.

231. Попова А.Ю., Романович И.К., Степанов В.С. Пути совершенствования реагирования при крупных радиационных авариях. В сборнике: Актуальные вопросы радиационной гигиены. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Санкт-Петербург, 2023. С. 3-6.
232. Онищенко Г.Г., Попова А.Ю., Романович И.К. Радиологические последствия и уроки радиационных аварий на Чернобыльской АЭС и АЭС «Фукусима-1». Радиационная гигиена. 2021. Т. 14. № 1. С. 6-16.
233. Онищенко Г.Г., Романович И.К., Историк О.А., Водоватов А.В., Библин А.М., Кормановская Т.А. К 125-летию открытия радиоактивности: история становления и текущее состояние нормативного обеспечения радиационной безопасности населения. Радиационная гигиена. 2021. Т. 14. № 4. С. 6-16.
234. Романович И.К., Кормановская Т.А., Королева Н.А., Сапрыкин К.А. Обоснование методологических и методических подходов к оценке доз облучения населения, проживающего в зоне влияния объектов ядерного и радиационного наследия. Радиационная гигиена. 2019. Т. 12. № 2. С. 34-43.
235. Романович И.К. Ликвидация ядерного и радиационного наследия России: научное обеспечение радиационно-гигиенического нормирования. Радиационная гигиена. 2019. Т. 12. № 3. С. 114-119.
236. Романович И.К. Критерии радиационной безопасности реабилитированных участков территории, загрязненных природными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерных отраслей промышленности. В книге: Актуальные вопросы радиационной гигиены. Материалы международной научно-практической конференции. ФГБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева». 2018. С. 225-227.
237. Романович И.К., Лисаченко Э.П., Кучумов В.В. Обоснование необходимости реабилитации участков территории, загрязненных природными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерных отраслей промышленности. В книге: Актуальные вопросы радиационной гигиены. Материалы международной научно-практической конференции. ФГБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева». 2018. С. 232-234.
238. Романович И.К. Ликвидация ядерного наследия: радиационно-гигиенические критерии безопасности дезактивированных участков территории, зданий и сооружений. Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО. 2018. № 4 (301). С. 21-26.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ОСНОВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ НКДАР

Из материалов, опубликованных за период с 2000 года, можно отметить следующие. Основные доклады, опубликованные НКДАР ООН в 21 веке включают:

Отчет НКДАР ООН за 2000 год:

Том I содержит основной текст доклада 2000 года Генеральной Ассамблее и 5 научных приложений:

Приложение А – Методологии оценки дозы

Приложение В – Воздействия естественных источников излучения

Приложение С – Воздействие на людей искусственных источников излучения

Приложение D – Медицинское облучение

Приложение E – Профессиональное облучение

Том II содержит 5 научных приложений:

Приложение F – репарация ДНК и мутагенез

Приложение G – Биологические эффекты при низких дозах облучения

Приложение H – Совместное воздействие радиации и других агентов

Приложение I – Эпидемиологическая оценка радиационно-индуцированного рака

Приложение J – Воздействия и последствия аварии на Чернобыльской АЭС

(доступно на русском языке).

Отчет НКДАР ООН за 2001 год

Доклад НКДАР ООН за 2001 год содержит основной текст доклада за 2001 год Генеральной Ассамблее и научное приложение.

Приложение А – Наследственные эффекты радиации

Отчет НКДАР ООН за 2006 год

Том I содержит основной текст доклада 2006 года Генеральной Ассамблее и 2 научных приложения:

Приложение А – Эпидемиологические исследования радиации и рака;

Приложение В – Эпидемиологическая оценка сердечно-сосудистых заболеваний и других нераковых заболеваний после облучения.

Том II содержит 3 научных приложения:

Приложение С – Нецелевое и замедленное воздействие ионизирующего излучения;

Приложение D – Воздействие ионизирующего излучения на иммунную систему;

Приложение E – Оценка источников воздействия радона в домах и на рабочих местах.

Отчет НКДАР ООН за 2008 год

Том I содержит основной текст доклада за 2008 год Генеральной Ассамблее и 2 научных приложения:

Приложение А – Медицинское облучение;

Приложение Б – Воздействие на население и работников различных источников радиации.

Том II содержит 3 научных приложения:

Приложение С – Радиационные облучения при авариях;

Приложение D – Воздействие на здоровье вследствие радиации в результате чернобыльской аварии (доступно на русском языке);

Приложение E – Воздействие ионизирующего излучения на биоту, кроме человека.

Отчет НКДАР ООН за 2012 год

Доклад НКДАР ООН за 2012 год содержит основной текст доклада за 2012 год Генеральной Ассамблее и 2 приложения:

Приложение А – Учет воздействия на здоровье воздействия ионизирующего излучения и определения рисков

Приложение В – Неопределенности в оценках риска для радиационно-индуцированного рака.

Отчет НКДАР ООН за 2013 год

Том I содержит основной текст доклада 2013 года Генеральной Ассамблее и одно научное приложение:

Приложение А – Уровни и последствия радиационного воздействия в результате ядерной аварии после сильного землетрясения в восточной части Японии и цунами 2011 года

Том II содержит одно научное приложение:

Приложение В – Воздействие радиационного облучения на детей

Отчет НКДАР ООН за 2016 год

Доклад НКДАР ООН за 2016 год содержит основной текст доклада за 2016 год Генеральной Ассамблее и 4 научных приложения.

Приложение А – Методология оценки облучения населения в результате радиоактивных выбросов

Приложение В – Радиационное облучение при производстве электроэнергии

Приложение С – Биологические эффекты отдельных источников внутреннего облучения – тритий (переведено на русский язык)

Приложение D – Биологические эффекты отдельных источников внутреннего облучения – уран

Отчет НКДАР ООН за 2017 год

Доклад НКДАР ООН за 2017 год содержит основной текст доклада за 2017 год Генеральной Ассамблее и 2 научных приложения.

Приложение А – Принципы и критерии обеспечения качества обзоров Комитета по эпидемиологическим исследованиям радиационного облучения.

Приложение В – Эпидемиологические исследования риска заболевания раком, обусловленного излучением от источников окружающей среды с низкой мощностью дозы.

Отчет НКДАР ООН за 2019 год

Доклад НКДАР ООН за 2019 год содержит основной текст доклада за 2019 год Генеральной Ассамблее и 2 научных приложения.

Приложение А – Оценка отдельных последствий для здоровья и соответствующего радиационного риска при воздействии ионизирующего излучения.

Приложение В – Рак легких при облучении радоном и продуктами его распада.

Отчет НКДАР ООН за 2021/2022 годы

Доклад НКДАР ООН за 2021/2022 годы содержит основные тексты двух докладов за 2021 и 2022 годы Генеральной Ассамблее и 4 научных приложения.

Приложение А – Оценка последствий медицинского облучения

Приложение В – Уровни и последствия воздействия радиации в результате аварии на АЭС «Фукусима-1»: Обобщение информации, опубликованной после отчета НКДАР ООН 2013 г.

Приложение С – Биологические механизмы, имеющие отношение к инициированию рака при малых дозах ионизирующего излучения и низких мощностях доз

Приложение D – Оценка радиационного воздействия на персонал

ДОКУМЕНТЫ МКРЗ

Публикации МКРЗ доступны по ссылке <http://www.icrp.org/page.asp?id=5>

Номер публикации, год	Название публикации
<p>1928 Recommendations</p> <p>1928 International Recommendations for X-ray and Radium Protection</p> <p>Международные рекомендации 1928 года по защите от рентгеновских лучей и радия</p>	<p>International Recommendations for X-Ray and Radium Protection on the Proposal of the Radio-Physics Section adopted by the Second International Congress of Radiology in Stockholm, July 27th , 1928.</p> <p>Международные рекомендации по защите от рентгеновского излучения и излучения радия. По предложению Секции радиофизики, принятые на Втором международном конгрессе радиологов в Стокгольме, 27 июля 1928 г.</p> <p>Опубликованы в 1929 году в Стокгольме на английском, немецком и французском языках Издательство KUNGL. BOKTRYCKERIET P.F.NORSTEDT & SÖNER</p>
<p>1931 Recommendations</p>	<p>The work of the International X-ray Unit Committee and the International X-ray and Radium Protection Commission during the III International Congress of Radiology in Paris 1931</p> <p>Recommended citation ICR, 1931. The work of the International X-ray Unit Committee and the International X-ray and Radium Protection Commission during the III International Congress of Radiology in Paris 1931. Acta Radiol. 12, 586–594.</p> <p>Работа Международного комитета по рентгеновским аппаратам и Международной комиссии по защите от рентгеновского излучения и радия во время III Международного конгресса по радиологии в Париже в 1931 году</p>
<p>1934 Recommendations</p>	<p>1934 International Recommendations for X-ray and Radium Protection</p> <p>Recommended citation IXRPC, 1934. International recommendations for x-ray and radium protection. Revised by the International X-ray and Radium Protection Commission at the Fourth International Congress of Radiology, Zurich, July 1934. Br. J. Radiol. VII, 83.</p> <p>Международные рекомендации 1934 года по защите от рентгеновских лучей и радия</p>
<p>1937 Recommendations</p>	<p>1937 International Recommendations for X-ray and Radium Protection</p> <p>Recommended citation IXRPC, 1938. International recommendations for x-ray and radium protection. Revised by the International X-ray and Radium Protection Commission at the Fifth International Congress of Radiology, Chicago, September 1937. Br. Inst. Radiol. (leaflet), 1–6.</p> <p>Международные рекомендации 1937 года по защите от рентгеновских лучей и радия</p>

Номер публикации, год	Название публикации
1950 Recommendations	<p>1950 International Recommendations on Radiological Protection</p> <p>Recommended citation ICRP, 1951. International recommendations on radiological protection. Revised by the International Commission on Radiological Protection at the Sixth International Congress of Radiology, London, 1950. Br. J. Radiol. 24, 46–53.</p> <p>Международные рекомендации 1950 года по радиологической защите</p>
1954 Recommendations	<p>1954 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection</p> <p>Recommended citation ICRP, 1955. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Br. J. Radiol. Suppl.</p> <p>Рекомендации Международной комиссии по радиологической защите 1954 года</p>
1956 Recommendations	<p>1956 Report on Amendments during 1956 to the 1954 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection</p> <p>Recommended citation ICRP, 1958. Report on amendments during 1956 to the Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP). Radiat. Res. 8, 539–542.</p> <p>Доклад 1956 года о поправках, внесённых в 1956 году в рекомендации Международной комиссии по радиационной защите 1954 года</p>
1959 Decisions	<p>1959 Decisions</p> <p>Recommended citation ICRP, 1960. Report on decisions at the 1959 Meeting of the International Commission on Radiological Protection (ICRP). Acta Radiol. 53, 166–170.</p> <p>Решения 1959 года</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 1	<p>Recommendations of the International Commission on Radiological Protection</p> <p>Recommended citation ICRP, 1959. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Now known as ICRP Publication 1. Pergamon Press, New York.</p> <p>Рекомендации Международной комиссии по радиологической защите</p>
ICRP Publication 2	<p>Permissible dose for internal radiation</p> <p>Recommended citation ICRP, 1960. Report of Committee II on Permissible Dose for Internal Radiation. ICRP Publication 2. Pergamon Press, London.</p> <p>Издание на русском языке: Радиационная защита. Рекомендации МКРЗ (вторая публикация): Пер. с англ. М.: Госатомиздат, 1961.</p>
ICRP Publication 3	<p>Protection Against X-Rays up to 3 MeV and Beta- and Gamma Rays from Sealed Sources</p> <p>Recommended citation ICRP, 1960. Report of Committee III on Protection Against X-rays up to Energies of 3 MeV and Beta- and Gamma-rays from Sealed Sources. ICRP Publication 3. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Защита от рентгеновского излучения до 3 МэВ, а также бета- и гамма-излучения от закрытых источников</p>
ICRP Publication 4	<p>Protection Against Electromagnetic Radiation above 3 MeV and Electrons, Neutrons and Protons</p> <p>Recommended citation ICRP, 1964. Report of Committee IV on Protection Against Electromagnetic Radiation Above 3 MeV and Electrons, Neutrons and Protons. ICRP Publication 4. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Защита от электромагнитного излучения с энергией выше 3 МэВ и электронов, нейтронов и протонов</p>
ICRP Publication 5	<p>Handling and Disposal of Radioactive Materials in Hospitals and Medical Research Establishments</p> <p>Recommended citation ICRP, 1965. Report of Committee V on the Handling and Disposal of Radioactive Materials in Hospitals and Medical Research Establishments. ICRP Publication 5. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Обращение с радиоактивными материалами и их утилизация в больницах и медицинских исследовательских учреждениях</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 6	<p>Recommendations of the ICRP</p> <p>Recommended citation ICRP, 1964. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 6. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Издание на русском языке:</p> <p>Радиационная защита. Рекомендации МКРЗ (Публикация 6): Пер. с англ. М.: Атомиздат, 1967. Заменена публикацией 26 МКРЗ.</p>
ICRP Publication 7	<p>Principles of Environmental Monitoring related to the Handling of Radioactive Materials</p> <p>Recommended citation ICRP, 1966. Principles of Environmental Monitoring Related to the Handling of Radioactive Materials. ICRP Publication 7. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Принципы экологического мониторинга при обращении с радиоактивными материалами</p>
ICRP Publication 8	<p>The Evaluation of Risks from Radiation</p> <p>Recommended citation ICRP, 1966. The Evaluation of Risks from Radiation. ICRP Publication 8. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Оценка рисков, связанных с радиацией</p>
ICRP Publication 9	<p>Recommendations of the ICRP</p> <p>Recommended citation ICRP, 1966. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 9. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Рекомендации МКРЗ</p>
ICRP Publication 10	<p>Evaluation of Radiation Doses to Body Tissues from Internal Contamination due to Occupational Exposure</p> <p>Recommended citation: ICRP, 1968. Report of Committee IV on Evaluation of Radiation Doses to Body Tissues from Internal Contamination due to Occupational Exposure. ICRP Publication 10. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Оценка доз облучения тканей организма при внутреннем загрязнении в результате профессионального воздействия</p>
ICRP Publication 10A	<p>The Assessment of Internal Contamination Resulting from Recurrent Prolonged Uptakes</p> <p>Recommended citation ICRP, 1971. The Assessment of Internal Contamination Resulting from Recurrent or Prolonged Uptakes. ICRP Publication 10A. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Оценка внутреннего загрязнения в результате многократного длительного воздействия</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 11	<p>A Review of the Radiosensitivity of the Tissues in Bone</p> <p>Recommended citation ICRP, 1968. A Review of the Radiosensitivity of the Tissues in Bone. ICRP Publication 11. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Обзор радиочувствительности тканей в костях</p>
ICRP Publication 12	<p>General Principles of Monitoring for Radiation Protection of Workers</p> <p>Recommended citation ICRP, 1969. General Principles of Monitoring for Radiation Protection of Workers. ICRP Publication 12. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Общие принципы контроля радиационной защиты работников</p>
ICRP Publication 13	<p>Radiation Protection in Schools for Pupils up to the Age of 18 Years</p> <p>Recommended citation ICRP, 1970. Radiation Protection in Schools for Pupils up to the Age of 18 Years. ICRP Publication 13. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Радиационная защита в школах для учащихся в возрасте до 18 лет</p>
ICRP Publication 14	<p>Radiosensitivity and Spatial Distribution of Dose</p> <p>Recommended citation ICRP, 1969. Radiosensitivity and Spatial Distribution of Dose. ICRP Publication 14. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Радиочувствительность и пространственное распределение дозы</p>
ICRP Publication 15	<p>Protection against Ionizing Radiation from External Sources.</p> <p>Recommended citation ICRP, 1970. Protection Against Ionizing Radiation from External Sources. ICRP Publication 15. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Защита от ионизирующего излучения внешних источников.</p>
ICRP Publication 16	<p>Protection of the Patient in X-ray Diagnosis.</p> <p>Recommended citation ICRP, 1970. Protection of the Patient in X-ray Diagnosis. ICRP Publication 16. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Защита пациента при рентгенологической диагностике.</p>
ICRP Publication 17	<p>Protection of the Patient in Radionuclide Investigations.</p> <p>Recommended citation ICRP, 1971. Protection of the Patient in Radionuclide Investigations. ICRP Publication 17. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Издание на русском языке: Защита пациента при радиоизотопных исследованиях. Публикация 17 МКРЗ: Пер. с англ. М.: Медицина, 1974.</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 18	<p>The RBE¹ for High-LET² Radiations with Respect to Mutagenesis</p> <p>Recommended citation ICRP, 1972. The RBE for High-LET Radiations with Respect to Mutagenesis. ICRP Publication 18. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) излучений с высокой линейной передачей энергии (ЛПЭ) в отношении мутагенеза</p>
ICRP Publication 19	<p>The Metabolism of Compounds of Plutonium and other Actinides</p> <p>Recommended citation ICRP, 1972. The Metabolism of Compounds of Plutonium and Other Actinides. ICRP Publication 19. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Метаболизм соединений плутония и других актинидов</p>
ICRP Publication 20	<p>Alkaline Earth Metabolism in Adult Man</p> <p>Recommended citation ICRP, 1973. Alkaline Earth Metabolism in Adult Man. ICRP Publication 20. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Метаболизм щелочноземельных элементов у взрослого мужчины</p>
ICRP Publication 21	<p>Data for Protection Against Ionizing from External Sources – Supplement to ICRP Publication 15</p> <p>Recommended citation ICRP, 1973. Data for Protection Against Ionizing Radiation from External Sources: Supplement to ICRP Publication 15. ICRP Publication 21. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Данные для защиты от ионизирующего излучения внешних источников – Дополнение к Публикации 15 МКРЗ</p>
ICRP Publication 22	<p>Implications of Commission Recommendations that Doses be Kept as Low as Readily Achievable</p> <p>Recommended citation ICRP, 1973. Implications of Commission Recommendations that Doses be Kept as Low as Readily Achievable. ICRP Publication 22. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Издание на русском языке: Рекомендации МКРЗ. Публикация 22. Интерпретация рекомендаций Комиссии о необходимости поддерживать дозы облучения на таких низких уровнях, какие только можно реально достигнуть: Пер. с англ. М., ЦОЛИУВ, 1975.</p>

¹ RBE {relative biological effectiveness} – относительная биологическая эффективность (ОБЭ)

² LET {linear energy transfer} – линейная передача энергии

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 23	<p>Report on the Task Group on Reference Man</p> <p>Recommended citation ICRP, 1975. Report of the Task Group on Reference Man. ICRP Publication 23. Pergamon Press, Oxford.</p> <p>Издание на русском языке: Международная комиссия по радиологической защите. Публикация № 23. Человек. Медико-биологические данные. Доклад рабочей группы Комитета II МКРЗ по условному человеку: Пер. с англ. М.: Медицина, 1977.</p>
ICRP Publication 24	<p>Radiation Protection in Uranium and Other Mines</p> <p>Recommended citation ICRP, 1977. Radiation Protection in Uranium and Other Mines. ICRP Publication 24. Ann. ICRP 1 (1).</p> <p>Издание на русском языке: Радиационная защита на урановых и других рудниках / Пер. с англ. Е.А. Гутман; Под ред. и с коммент. А.А. Моисеева, И.Л. Шалаева. М.: Атомиздат, 1979. 79 с. (Рекомендации МКРЗ; Публикация. 24).</p>
ICRP Publication 25	<p>The Handling, Storage, Use and Disposal of Unsealed Radionuclides in Hospitals and Medical Research Establishments</p> <p>Recommended citation ICRP, 1977. The Handling, Storage, Use and Disposal of Unsealed Radionuclides in Hospitals and Medical Research Establishments. ICRP Publication 25. Ann. ICRP 1 (2).</p> <p>Издание на русском языке: Радиационная защита в лечебных и научно-исследовательских медицинских учреждениях: (Обращение с радиоактивными веществами в открытом виде, их использование, хранение и удаление). Пер. с англ. / Под ред. А.А. Моисеева. М: Атомиздат, 1978. 77 с. (Рекомендации МКРЗ; Публикация 25).</p>
ICRP Publication 26	<p>Recommendations of the International Commission on Radiological Protection.</p> <p>First edition 1977 Recommended citation ICRP, 1977. Recommendations of the ICRP. ICRP Publication 26. Ann. ICRP 1 (3). Reprinted (with additions) 1978 Reprinted (with additions) 1981 Reprinted 1982 Reprinted (with additions) 1987</p> <p>Издание на русском языке: Радиационная защита / Пер. с англ. Н.Н. Крыловой и Г.В. Архангельской; Под ред. [и с предисл.] А.А. Моисеева и П.В. Рамзаева. М. : Атомиздат, 1978. 87 с. (Рекомендации МКРЗ; Публикация 26).</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 27	<p>Problems Involved in Developing an Index of Harm</p> <p>Recommended citation ICRP, 1977. Problems Involved in Developing an Index of Harm. ICRP Publication 27. Ann. ICRP 1 (4).</p> <p>Издание на русском языке: Проблемы, связанные с разработкой показателя вреда от воздействия ионизирующих излучений: Докл., подгот. для Междунар. комис. по радиац. защите / Пер. с англ. Г.В. Архангельской, Н.Н. Крыловой; Под ред. А.А. Моисеева, П.В. Рамзаева. М.: Энергоиздат, 1981. 40 с. (Рекомендации МКРЗ; Публикация 27).</p>
ICRP Publication 28	<p>Principles for Handling Emergency and Accidental Exposures of Workers</p> <p>Recommended citation ICRP, 1978. Principles for Handling Emergency and Accidental Exposures of Workers. ICRP Publication 28. Ann. ICRP 2 (1).</p> <p>Принципы реагирования при аварийном или случайном облучении персонала</p> <p>Издание на русском языке: Принципы и общие методы оказания помощи пострадавшим при радиационных авариях: Публ. МКРЗ / Перевод с англ. Д.П. Осанова; Под ред. А.А. Моисеева. М.: Энергоиздат, 1981. 29 с. (Рекомендации МКРЗ; Публикация 28).</p>
ICRP Publication 29	<p>Radionuclide Release into the Environment – Assessment of Doses to Man</p> <p>Recommended citation ICRP, 1979. Radionuclide Release into the Environment – Assessment of Doses to Man. ICRP Publication 29. Ann. ICRP 2 (2).</p> <p>Издание на русском языке: Выброс радионуклидов в окружающую среду: Расчет доз облучения человека: Публикация 29 МКРЗ / Пер. с англ. Г.Н. Романова; Под ред. А.А. Моисеева, Р.М. Алесахина. М.: Атомиздат, 1980. 95 с. (Рекомендации МКРЗ).</p>
ICRP Publication 30 Part 1	<p>Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. Part 1</p> <p>Recommended citation ICRP, 1979. Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 30 (Part 1). Ann. ICRP 2 (3-4).</p> <p>Пределы поступления радионуклидов в организм персонала. Часть 1</p>
ICRP Publication 30 Part 2	<p>Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. Part 2</p> <p>Recommended citation ICRP, 1980. Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 30 (Part 2). Ann. ICRP 4 (3-4).</p> <p>Пределы поступления радионуклидов в организм персонала. Часть 2.</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 30 Part 3	<p>Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. Part 3</p> <p>Recommended citation ICRP, 1981. Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 30 (Part 3). Ann. ICRP 6 (2-3).</p> <p>Пределы поступления радионуклидов в организм персонала. Часть 3.</p>
ICRP Publication 30 Part 4	<p>Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. Part 4</p> <p>Recommended citation ICRP, 1988. Limits for Intakes of Radionuclides by Workers: An Addendum. ICRP Publication 30 (Part 4). Ann. ICRP 19 (4).</p> <p>Пределы поступления радионуклидов в организм персонала. Часть 4.</p>
ICRP Publication 30 Index	<p>Limits for Intakes of Radionuclides by Workers</p> <p>Recommended citation ICRP, 1982. Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 30 (Index). Ann. ICRP 8 (4).</p> <p>Пределы поступления радионуклидов в организм персонала (предметный указатель)</p>
ICRP Publication 30	<p>Издания на русском языке:</p> <p>Пределы поступления радионуклидов для работающих с радиоактивными веществами в открытом виде: [В 3-х ч.] : Докл. ком. 2 Междунар. комис. по радиол. защите / Пер. с англ. Г.В. Архангельской, Н.Н. Крыловой; Под ред. П.В. Рамзаева, А.А. Моисеева. М.: Энергоатомиздат. (Рекомендации МКРЗ; Публикация 30). Часть 1. Энергоиздат, 1982. Часть 2. Энергоатомиздат, 1983. Часть 3. Энергоатомиздат, 1984.</p>
ICRP Publication 31	<p>Biological Effects of Inhaled Radionuclides</p> <p>Recommended citation ICRP, 1980. Biological Effects of Inhaled Radionuclides. ICRP Publication 31. Ann. ICRP 4 (1-2).</p> <p>Публикация на русском языке: Биологические эффекты ингалированных радионуклидов. Публикация 31 МКРЗ. Перевод с англ. Под ред. А.А. Моисеева. Энергоатомиздат, 1984, 136 с.</p>
ICRP Publication 32	<p>Limits for Inhalation of Radon Daughters by Workers</p> <p>Recommended citation ICRP, 1981. Limits for Inhalation of Radon Daughters by Workers. ICRP Publication 32. Ann. ICRP 6 (1).</p> <p>Издание на русском языке: Пределы ингаляционного поступления дочерних продуктов радона для профессиональных работников: Публикация 32 МКРЗ: доклад Международной комиссии по радиологической защите : перевод с английского / под ред. А.А. Моисеева Москва: Энергоатомиздат, 1984.</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 33	<p>Protection against Ionizing Radiation from External Sources Used in Medicine</p> <p>Recommended citation ICRP, 1982. Protection against Ionizing Radiation from External Sources Used in Medicine. ICRP Publication 33. Ann. ICRP 9 (1).</p> <p>Издание на русском языке: Радиационная защита при использовании источников внешнего ионизирующего излучения в медицине / Перевод с англ. Г.М. Аветисова; Под ред. А. А. Моисеева. М.: Энергоатомиздат, 1985. 69 с. (Рекомендации МКРЗ; Публикация 33).</p>
ICRP Publication 34	<p>Protection of the Patient in Diagnostic Radiology</p> <p>Recommended citation ICRP, 1982. Protection of the Patient in Diagnostic Radiology. ICRP Publication 34. Ann. ICRP 9 (2-3).</p> <p>Издание на русском языке: Радиационная защита пациента при рентгенодиагностике: Докл. ком. 3 Междунар. комис. по радиол. защите / [Пер. с англ. Р.В. Ставицкого]; Под ред. А.А. Моисеева. М.: Энергоатомиздат, 1985. 119 с. (Рекомендации МКРЗ; Публикация 34).</p>
ICRP Publication 35	<p>General Principles of Monitoring for Radiation Protection of Workers</p> <p>Recommended citation ICRP, 1982. General Principles of Monitoring for Radiation Protection of Workers. ICRP Publication 35. Ann. ICRP 9 (4).</p> <p>Издание на русском языке: Общие принципы радиационного контроля облучения лиц, работающих с источниками ионизирующих излучений: Докл. ком. 4 Междунар. комис. по радиол. защите / Перевод с англ. Р. М. Бархударова, Б.К. Борисова; Под ред. А.А. Моисеева, Р.М. Алексахина. М.: Энергоатомиздат, 1985. 53 с. (Рекомендации МКРЗ; Публикация 35).</p>
ICRP Publication 36	<p>Protection against Ionizing Radiation in the Teaching of Science</p> <p>Recommended citation ICRP, 1983. Protection against Ionizing Radiation in the Teaching of Science. ICRP Publication 36. Ann. ICRP 10 (1).</p> <p>Издание на русском языке: Радиационная защита учащихся высших и средних специальных учебных заведений при изучении естественных наук: Публикация 36 МКРЗ; Докл. ком. 4 Междунар. комис. по радиолог. защите / Пер. с англ. Р.М. Бархударова; Под ред. А.А. Моисеева. М.: Энергоатомиздат, 1986. 16 с.</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 37	<p>Cost-Benefit Analysis in the Optimization of Radiation Protection</p> <p>Recommended citation ICRP, 1983. Cost-Benefit Analysis in the Optimization of Radiation Protection. ICRP Publication 37. Ann. ICRP 10 (2-3).</p> <p>Издание на русском языке: Оптимизация радиационной защиты на основе анализа соотношения затраты – выгода: Докл. Ком. 4 Междунар. комис. по радиол. защите / Перевод с англ. В. И. Попова; Под ред. А.А. Моисеева, Р.М. Алексахина. М.: Энергоатомиздат, 1985. 95 с. (Рекомендации МКРЗ; Публикация 37).</p>
ICRP Publication 38	<p>Radionuclide Transformations – Energy and Intensity of Emissions</p> <p>Recommended citation ICRP, 1983. Radionuclide Transformations – Energy and Intensity of Emissions. ICRP Publication 38. Ann. ICRP 11-13.</p> <p>Издание на русском языке: Публикация 38 МКРЗ. Схемы распада радионуклидов. Энергия и интенсивность излучения. В двух частях в двух книгах каждая. Перевод с англ. В.И. Попова; Под ред. А.А. Моисеева. М.: Энергоатомиздат, 1987.</p>
ICRP Publication 39	<p>Principles for Limiting Exposure of the Public to Natural Sources of Radiation</p> <p>Recommended citation ICRP, 1984. Principles for Limiting Exposure of the Public to Natural Sources of Radiation. ICRP Publication 39. Ann. ICRP 14 (1).</p> <p>Издание на русском языке: Принципы нормирования облучения населения от естественных источников ионизирующих излучений: Докл. Междунар. комис. по радиац. защите / Перевод с англ. В.И. Карпова; Под ред. А.А. Моисеева, Р.М. Алексахина. М.: Энергоатомиздат, 1986. 29 с. (Рекомендации МКРЗ; Публикация 39).</p>
ICRP Publication 40	<p>Protection of the Public in the Event of Major Radiation Accidents – Principles for Planning</p> <p>Recommended citation ICRP, 1984. Protection of the Public in the Event of Major Radiation Accidents – Principles for Planning. ICRP Publication 40. Ann. ICRP 14 (2).</p> <p>Издание на русском языке: Радиационная защита населения: Докл. ком. 4 Междунар. камис. по радиол. защите: Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1987. 75 с. (Рекомендации МКРЗ; Публикации 40, 43).</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 41	<p>Nonstochastic Effects of Ionizing Radiation</p> <p>Recommended citation ICRP, 1984. Nonstochastic Effects of Ionizing Radiation. ICRP Publication 41. Ann. ICRP 14 (3).</p> <p>Издание на русском языке: Дозовые зависимости нестохастических эффектов, основные концепции и величины, используемые в МКРЗ: Пер. с англ. под редакцией А.А. Моисеева, Р. М. Алексахина. М.: Энергоатомиздат, 1987. 83 с. (Рекомендации МКРЗ; Публикации. 41, 42.).</p>
ICRP Publication 42	<p>A Compilation of the Major Concepts and Quantities in Use by ICRP</p> <p>Recommended citation ICRP, 1985. A Compilation of the Major Concepts and Quantities in Use by ICRP. ICRP Publication 42. Ann. ICRP 14 (4).</p> <p>Издание на русском языке: Дозовые зависимости нестохастических эффектов, основные концепции и величины, используемые в МКРЗ: Пер. с англ. под редакцией А.А. Моисеева, Р. М. Алексахина. М.: Энергоатомиздат, 1987. 83 с. (Рекомендации МКРЗ; Публикации. 41, 42.).</p>
ICRP Publication 43	<p>Principles of Monitoring for the Radiation Protection of the Population</p> <p>Recommended citation ICRP, 1985. Principles of Monitoring for the Radiation Protection of the Population. ICRP Publication 43. Ann. ICRP 15 (1).</p> <p>Издание на русском языке: Радиационная защита населения: Докл. ком. 4 Междунар. камис. по радиол. защите: Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1987. 75 с. (Рекомендации МКРЗ; Публикации 40, 43).</p>
ICRP Publication 44	<p>Protection of the Patient in Radiation Therapy</p> <p>Recommended citation ICRP, 1985. Protection of the Patient in Radiation Therapy. ICRP Publication 44. Ann. ICRP 15 (2).</p> <p>Издание на русском языке: Защита больного в лучевой терапии: Докл. Ком. 3 Междунар. комис. по радиол. защите / Пер. с англ. М.Ш. Вайнберга; Под ред. А.А. Моисеева. М.: Энергоатомиздат, 1987, 80 с. (Рекомендации МКРЗ; Публикация 44).</p>
ICRP Publication 45	<p>Developing a Unified Index of Harm</p> <p>Recommended citation ICRP, 1985. Developing a Unified Index of Harm. ICRP Publication 45. Ann. ICRP 15 (3).</p> <p>Издание на русском языке: Количественное обоснование единого индекса вреда: Докл. Междунар. комис. по радиол. защите / Перевод с англ. В.Б. Карпова; Под ред. А.А. Моисеева, П.В. Рамзаева. М.: Энергоатомиздат, 1989. 87 с. (Рекомендации МКРЗ; Публикация 45).</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 46	<p>Principles for the Disposal of Solid Radioactive Waste</p> <p>Recommended citation ICRP, 1985. Principles for the Disposal of Solid Radioactive Waste. ICRP Publication 46. Ann. ICRP 15 (4).</p> <p>Издание на русском языке: Принципы радиационной защиты при удалении твердых радиоактивных отходов. Докл. ком. 4 Междунар. комис. по радиол. защите: Публикация 46 МКРЗ / Пер. с англ. Г.В. Архангельской, Н.Н. Крыловой; Под ред. А.А. Моисеева. Москва: Энергоатомиздат, 1988. – 38 с. ISBN 5-283-03017-2</p>
ICRP Publication 47	<p>Radiation Protection of Workers in Mines</p> <p>Recommended citation ICRP, 1986. Radiation Protection of Workers in Mines. ICRP Publication 47. Ann. ICRP 16 (1).</p> <p>Издание на русском языке: Радиационная защита работающих в рудниках: Докл. Ком. 4 Междунар. комис. по радиол. защите / Пер. с англ. и под ред. А.А. Моисеева. Москва: Энергоатомиздат, 1988. – 36 с; (Публикация МКРЗ 47).; ISBN 5-283-02966-2.</p>
ICRP Publication 48	<p>The Metabolism of Plutonium and Related Elements</p> <p>Recommended citation ICRP, 1986. The Metabolism of Plutonium and Related Elements. ICRP Publication 48. Ann. ICRP 16 (2-3).</p> <p>Издание на русском языке: Метаболизм плутония и других актиноидов: докл. РГ Ком. 2 Междунар. комис. по радиол. защите / пер. с англ. Г.В. Архангельской, Н.Н. Крыловой; под ред. П.В. Рамзаева; [предисл. Л.А. Булдакова]. Москва: Энергоатомиздат, 1993. 160 с. (Рекомендации МКРЗ; Публикация 48). ISBN 5-283-02494-6.</p>
ICRP Publication 49	<p>Developmental Effects of Irradiation on the Brain of the Embryo and Fetus</p> <p>Recommended citation ICRP, 1986. Developmental Effects of Irradiation on the Brain of the Embryo and Fetus. ICRP Publication 49. Ann. ICRP 16 (4).</p> <p>Издание на русском языке: Влияние ионизирующего излучения на развитие мозга эмбриона и плода: Докл. Р.Г. ком. I Междунар. комис. по радиол. защите. Публикация 49. Пер. с англ. Н.К. Стрельниковой; под ред. П.В. Рамзаева, А.Н. Либермана Москва: Энергоатомиздат, 1992, 65 с. ISBN 5-283-03091-1</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 50	<p>Lung Cancer Risk from Exposures to Radon Daughters</p> <p>Recommended citation ICRP, 1987. Lung Cancer Risk from Exposures to Radon Daughters. ICRP Publication 50. Ann. ICRP 17 (1).</p> <p>Издание на русском языке: Риск заболевания раком легких в связи с облучением дочерними продуктами распада радона внутри помещений Докл. группы экспертов Междунар. комис. по радиол. защите / Пер. с англ. Л.В. Коломиец; Под ред. И.А. Лихтарева. — М.: Энергоатомиздат, 1992. — 104 с. (Рекомендации МКРЗ). Публикация 50. ISBN 5-283-03120-9.</p>
ICRP Publication 51	<p>Data for Use in Protection against External Radiation</p> <p>Recommended citation ICRP, 1987. Data for Use in Protection against External Radiation. ICRP Publication 51. Ann. ICRP 17 (2-3).</p> <p>Издание на русском языке: Данные для использования при защите от внешнего излучения. Защита пациента в ядерной медицине: Докл. РГ ком. 3 Междунар. комис. по радиол. защите: Пер. с англ. Москва: Энергоатомиздат, 1993. 187 с. (Рекомендации МКРЗ; Публикации 51-52).</p>
ICRP Publication 52	<p>Protection of the Patient in Nuclear Medicine (and Statement from the 1987 Como Meeting of ICRP)</p> <p>Recommended citation ICRP, 1987. Protection of the Patient in Nuclear Medicine (and Statement from the 1987 Como Meeting of ICRP). ICRP Publication 52. Ann. ICRP 17 (4).</p> <p>Издание на русском языке: Данные для использования при защите от внешнего излучения. Защита пациента в ядерной медицине: Докл. РГ ком. 3 Междунар. комис. по радиол. защите: Пер. с англ. Москва: Энергоатомиздат, 1993. 187 с. (Рекомендации МКРЗ; Публикации 51-52).</p>
ICRP Publication 53	<p>Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals</p> <p>Recommended citation ICRP, 1988. Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals. ICRP Publication 53. Ann. ICRP 18 (1-4).</p> <p>Доза облучения пациентов от радиофармпрепаратов</p>
ICRP Publication 54	<p>Individual Monitoring for Intakes of Radionuclides by Workers</p> <p>Recommended citation ICRP, 1989. Individual Monitoring for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 54. Ann. ICRP 19 (1-3).</p> <p>Индивидуальный контроль за поступлением радионуклидов в организм персонала.</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 55	<p>Optimization and Decision Making in Radiological Protection</p> <p>Recommended citation ICRP, 1990. Optimization and Decision Making in Radiological Protection. ICRP Publication 55. Ann. ICRP 20 (1).</p> <p>Оптимизация и принятие решений в области радиационной защиты</p>
ICRP Publication 56	<p>Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides – Part 1</p> <p>Recommended citation ICRP, 1990. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides – Part 1. ICRP Publication 56. Ann. ICRP 20 (2).</p> <p>Возраст-зависимые дозы для лиц из населения от поступления радионуклидов-Часть 1</p>
ICRP Publication 57	<p>Radiological Protection of the Worker in Medicine and Dentistry</p> <p>Recommended citation ICRP, 1990. Radiological Protection of the Worker in Medicine and Dentistry. ICRP Publication 57. Ann. ICRP 20 (3).</p> <p>Радиологическая защита работника в медицине и стоматологии</p>
ICRP Publication 58	<p>RBE for Deterministic Effects</p> <p>Recommended citation ICRP, 1990. RBE for Deterministic Effects. ICRP Publication 58. Ann. ICRP 20 (4).</p> <p>RBE для детерминированных эффектов (RBE – ОБЭ – относительная биологическая эффективность)</p>
ICRP Publication 59	<p>The Biological Basis for Dose Limitation in the Skin</p> <p>Recommended citation ICRP, 1992. The Biological Basis for Dose Limitation in the Skin. ICRP Publication 59. Ann. ICRP 22 (2).</p> <p>Биологическая основа для ограничения дозы в коже</p>
ICRP Publication 60	<p>1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection</p> <p>Recommended citation ICRP, 1991. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21 (1-3).</p> <p>Издание на русском языке: Рекомендации МКРЗ 1990. Публикация 60, ч. 1. Пределы годового поступления радионуклидов в организм работающих, основанные на рекомендациях 1990 года. Пер с англ. М.: Энергоатомиздат, 1994. – 192 с. Рекомендации МКРЗ 1990. Публикация 60, ч. 2. Пер с англ. М.: Энергоатомиздат, 1994. – 208 с. Пер. с англ. Т.Д. Кузьминой. Под ред. И. Б. Кеирим-Маркуса.</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 61	<p>Annuals Limits on Intake of Radionuclides by Workers Based on the 1990 Recommendations</p> <p>Recommended citation ICRP, 1991. Annuals Limits on Intake of Radionuclides by Workers Based on the 1990 Recommendations. ICRP Publication 61. Ann. ICRP 21 (4).</p> <p>Годовые пределы поступления радионуклидов в организм персонала на основе рекомендаций 1990 года</p>
ICRP Publication 62	<p>Radiological Protection in Biomedical Research</p> <p>Recommended citation ICRP, 1992. Radiological Protection in Biomedical Research. ICRP Publication 62. Ann. ICRP 22 (3).</p> <p>Радиологическая защита в биомедицинских исследованиях</p>
ICRP Publication 63	<p>Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency.</p> <p>Recommended citation ICRP, 1992. Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency. ICRP Publication 63. Ann. ICRP 22 (4).</p> <p>Принципы принятия мер для защиты населения в случае радиационной аварии</p>
ICRP Publication 64	<p>Protection from Potential Exposure – A Conceptual Framework</p> <p>Recommended citation ICRP, 1993. Protection from Potential Exposure – A Conceptual Framework. ICRP Publication 64. Ann. ICRP 23 (1).</p> <p>Защита от потенциального облучения – концептуальная основа</p>
ICRP Publication 65	<p>Protection Against Radon-222 at Home and at Work.</p> <p>Recommended citation ICRP, 1993. Protection Against Radon-222 at Home and at Work. ICRP Publication 65. Ann. ICRP 23 (2).</p> <p>Защита от радона-222 в жилых рабочих помещениях.</p>
ICRP Publication 66	<p>Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection.</p> <p>Recommended citation ICRP, 1994. Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection. ICRP Publication 66. Ann. ICRP 24 (1-3).</p> <p>Модель дыхательных путей человека для радиологической защиты.</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 67	<p>Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides – Part 2. Ingestion Dose Coefficients.</p> <p>Recommended citation ICRP, 1993. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides – Part 2 Ingestion Dose Coefficients. ICRP Publication 67. Ann. ICRP 23 (3-4)</p> <p>Возрастные зависимости дозы облучения населения в результате поступления радионуклидов – Часть 2. Дозовые коэффициенты при пероральном поступлении радионуклидов в организм.</p>
ICRP Publication 68	<p>Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers.</p> <p>Recommended citation ICRP, 1994. Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 68. Ann. ICRP 24 (4).</p> <p>Дозовые коэффициенты при поступлении радионуклидов в организм персонала.</p>
ICRP Publication 69	<p>Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides – Part 3 Ingestion Dose Coefficients.</p> <p>ICRP, 1995. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides – Part 3 Ingestion Dose Coefficients. ICRP Publication 69. Ann. ICRP 25 (1).</p> <p>Возрастные зависимости дозы облучения населения в результате поступления радионуклидов – Часть 3. Дозовые коэффициенты при пероральном поступлении радионуклидов в организм.</p>
ICRP Publication 70	<p>Basic Anatomical & Physiological Data for use in Radiological Protection – The Skeleton.</p> <p>Recommended citation ICRP, 1995. Basic Anatomical & Physiological Data for use in Radiological Protection – The Skeleton. ICRP Publication 70. Ann. ICRP 25 (2).</p> <p>Основные анатомо-физиологические данные для использования в радиологической защите – скелет</p>
ICRP Publication 71	<p>Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides – Part 4 Inhalation Dose Coefficients.</p> <p>Recommended citation ICRP, 1995. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides – Part 4 Inhalation Dose Coefficients. ICRP Publication 71. Ann. ICRP 25 (3-4).</p> <p>Возрастные зависимости дозы облучения населения в результате поступления радионуклидов – Часть 4. Дозовые коэффициенты при ингаляционном поступлении радионуклидов в организм.</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 72	<p>Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides – Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients.</p> <p>Recommended citation ICRP, 1995. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides – Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients. ICRP Publication 72. Ann. ICRP 26 (1).</p> <p>Возрастные зависимости дозы облучения населения в результате поступления радионуклидов – Часть 5. Дозовые коэффициенты при сочетанном пероральном и ингаляционном поступлении радионуклидов в организм.</p>
ICRP Publication 73	<p>Radiological Protection and Safety in Medicine.</p> <p>Recommended citation ICRP, 1996. Radiological Protection and Safety in Medicine. ICRP Publication 73. Ann. ICRP 26 (2).</p> <p>Радиологическая защита и безопасность в медицине.</p>
ICRP Publication 74	<p>Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation.</p> <p>Recommended citation ICRP, 1996. Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation. ICRP Publication 74. Ann. ICRP 26 (3-4).</p> <p>Коэффициенты пересчета для использования в радиологической защите от внешнего излучения.</p>
ICRP Publication 75	<p>General Principles for the Radiation Protection of Workers.</p> <p>Recommended citation ICRP, 1997. General Principles for the Radiation Protection of Workers. ICRP Publication 75. Ann. ICRP 27 (1).</p> <p>Общие принципы радиационной защиты персонала.</p>
ICRP Publication 76	<p>Protection from Potential Exposures – Application to Selected Radiation Sources.</p> <p>Recommended citation ICRP, 1997. Protection from Potential Exposures – Application to Selected Radiation Sources. ICRP Publication 76. Ann. ICRP 27 (2).</p> <p>Защита от потенциального облучения – применение к отдельным источникам излучения.</p>
ICRP Publication 77	<p>Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste.</p> <p>Recommended citation ICRP, 1997. Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste. ICRP Publication 77. Ann. ICRP 27 (S).</p> <p>Политика радиологической защиты при захоронении радиоактивных отходов.</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 78	<p>Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers (preface and glossary missing).</p> <p>Recommended citation ICRP, 1997. Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers (preface and glossary missing). ICRP Publication 78. Ann. ICRP 27 (3-4).</p> <p>Индивидуальный мониторинг внутреннего облучения работников (предисловие и глоссарий отсутствуют).</p>
ICRP Publication 79	<p>Genetic Susceptibility to Cancer.</p> <p>Recommended citation ICRP, 1998. Genetic Susceptibility to Cancer. ICRP Publication 79. Ann. ICRP 28 (1-2).</p> <p>Генетическая предрасположенность к онкологическим заболеваниям.</p>
ICRP Publication 80	<p>Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals (Addendum to ICRP Publication 53).</p> <p>Recommended citation ICRP, 1998. Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals (Addendum to ICRP Publication 53). ICRP Publication 80. Ann. ICRP 28 (3).</p> <p>Доза облучения пациентов от радиофармпрепаратов (Приложение к Публикации МКРЗ № 53).</p>
ICRP Publication 81	<p>Radiation protection recommendations as applied to the disposal of long-lived solid radioactive waste.</p> <p>Recommended citation ICRP, 1998. Radiation protection recommendations as applied to the disposal of long-lived solid radioactive waste. ICRP Publication 81. Ann. ICRP 28 (4).</p> <p>Рекомендации по радиационной защите применительно к захоронению долгоживущих твердых радиоактивных отходов.</p>
ICRP Publication 82	<p>Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation Exposure</p> <p>Recommended citation ICRP, 1999. Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation Exposure. ICRP Publication 82. Ann. ICRP 29 (1-2).</p> <p>Защита населения в ситуациях пролонгированного облучения.</p>
ICRP Publication 83	<p>Risk Estimation for Multifactorial Diseases.</p> <p>Recommended citation ICRP, 1999. Risk Estimation for Multifactorial Diseases. ICRP Publication 83. Ann. ICRP 29 (3-4).</p> <p>Оценка риска развития мультифакторных заболеваний.</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 84	<p>Pregnancy and Medical Radiation.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2000. Pregnancy and Medical Radiation. ICRP Publication 84. Ann. ICRP 30 (1).</p> <p>Беременность и медицинское облучение</p>
ICRP Publication 85	<p>Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2000. Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures. ICRP Publication 85. Ann. ICRP 30 (2).</p> <p>Предотвращение лучевых повреждений в результате медицинских интервенционных процедур.</p>
ICRP Publication 86	<p>Prevention of Accidents to Patients Undergoing Radiation Therapy.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2000. Prevention of Accidents to Patients Undergoing Radiation Therapy. ICRP Publication 86. Ann. ICRP 30 (3).</p> <p>Профилактика несчастных случаев с пациентами, проходящими лучевую терапию.</p>
ICRP Publication 87	<p>Managing Patient Dose in Computed Tomography.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2000. Managing Patient Dose in Computed Tomography. ICRP Publication 87. Ann. ICRP 30 (4).</p> <p>Управление дозой облучения пациента в компьютерной томографии</p>
ICRP Publication 88	<p>Doses to the Embryo and Fetus from Intakes of Radionuclides by the Mother.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2001. Doses to the Embryo and Fetus from Intakes of Radionuclides by the Mother. ICRP Publication 88. Ann. ICRP 31 (1-3).</p> <p>Дозы облучения эмбриона и плода от поступления радионуклидов в организм матери</p>
ICRP Publication 89	<p>Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection Reference Values.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2002. Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection Reference Values. ICRP Publication 89. Ann. ICRP 32 (3-4).</p> <p>Основные анатомические и физиологические данные для использования в референтных величинах радиационной защиты</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 90	<p>Biological Effects after Prenatal Irradiation (Embryo and Fetus).</p> <p>Recommended citation ICRP, 2003. Biological Effects after Prenatal Irradiation (Embryo and Fetus). ICRP Publication 90. Ann. ICRP 33 (1-2).</p> <p>Биологические эффекты после пренатального облучения (эмбрион и плод)</p>
ICRP Publication 91	<p>A Framework for Assessing the Impact of Ionising Radiation on Non-human Species.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2003. A Framework for Assessing the Impact of Ionising Radiation on Non-human Species. ICRP Publication 91. Ann. ICRP 33 (3).</p> <p>Основа для оценки воздействия ионизирующего излучения на различные объекты кроме человека.</p>
ICRP Publication 92	<p>Relative Biological Effectiveness (RBE), Quality Factor (Q), and Radiation Weighting Factor (w_R).</p> <p>Recommended citation ICRP, 2003. Relative Biological Effectiveness (RBE), Quality Factor (Q), and Radiation Weighting Factor (w_R). ICRP Publication 92. Ann. ICRP 33 (4).</p> <p>Относительная биологическая эффективность (ОБЭ), коэффициент качества (Q), и взвешивающий фактор излучения (w_R)</p>
ICRP Publication 93	<p>Managing Patient Dose in Digital Radiology.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2004. Managing Patient Dose in Digital Radiology. ICRP Publication 93. Ann. ICRP 34 (1).</p> <p>Управление дозой облучения пациента в цифровой радиологии</p>
ICRP Publication 94	<p>Release of Patients after Therapy with Unsealed Radionuclides.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2004. Release of Patients after Therapy with Unsealed Radionuclides. ICRP Publication 94. Ann. ICRP 34 (2).</p> <p>Освобождение пациентов от радиационного контроля после терапии с использованием открытых радионуклидов.</p>
ICRP Publication 95	<p>Doses to Infants from Ingestion of Radionuclides in Mothers' Milk.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2004. Doses to Infants from Ingestion of Radionuclides in Mothers' Milk. ICRP Publication 95. Ann. ICRP 34 (3-4).</p> <p>Дозы облучения младенцев от поступления радионуклидов с материнским молоком.</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 96	<p>Protecting People against Radiation Exposure in the Event of a Radiological Attack.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2005. Protecting People against Radiation Exposure in the Event of a Radiological Attack. ICRP Publication 96. Ann. ICRP 35 (1).</p> <p>Защита людей от радиационного воздействия в случае радиологического нападения.</p>
ICRP Publication 97	<p>Prevention of High-dose-rate Brachytherapy Accidents.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2005. Prevention of High-dose-rate Brachytherapy Accidents. ICRP Publication 97. Ann. ICRP 35 (2).</p> <p>Предотвращение несчастных случаев при брахитерапии с высокой мощностью дозы.</p>
ICRP Publication 98	<p>Radiation Safety Aspects of Brachytherapy for Prostate Cancer using Permanently Implanted Sources.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2005. Radiation Safety Aspects of Brachytherapy for Prostate Cancer using Permanently Implanted Sources. ICRP Publication 98. Ann. ICRP 35 (3).</p> <p>Аспекты радиационной безопасности при брахитерапии рака предстательной железы с использованием permanently имплантированных источников.</p>
ICRP Publication 99	<p>Low-dose Extrapolation of Radiation-related Cancer Risk.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2005. Low-dose Extrapolation of Radiation-related Cancer Risk. ICRP Publication 99. Ann. ICRP 35 (4).</p> <p>Экстраполяция в область малых доз риска развития рака, связанного с облучением.</p>
ICRP Publication 100	<p>Human Alimentary Tract Model for Radiological Protection.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2006. Human Alimentary Tract Model for Radiological Protection. ICRP Publication 100. Ann. ICRP 36 (1-2).</p> <p>Модель человеческого пищеварительного тракта для радиационной защиты.</p>
ICRP Publication 101a	<p>Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of the Radiation Protection of the Public.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2006. Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of the Radiation Protection of the Public. ICRP Publication 101a. Ann. ICRP 36 (3).</p> <p>Оценка дозы репрезентативного лица в целях радиационной защиты населения.</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 101b	<p>The Optimisation of Radiological Protection – Broadening the Process.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2006. The Optimisation of Radiological Protection – Broadening the Process. ICRP Publication 101b. Ann. ICRP 36 (3).</p> <p>Оптимизация радиологической защиты – расширение технологического процесса.</p>
ICRP Supporting Guidance 5	<p>Analysis of the Criteria Used by the ICRP to Justify the Setting of Numerical Protection Level Values.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2006. Analysis of the Criteria Used by the ICRP to Justify the Setting of Numerical Protection Level Values. ICRP Supporting Guidance 5. Ann. ICRP 36 (4).</p> <p>Анализ критериев, используемых МКРЗ для обоснования установления числовых значений уровня защиты.</p>
ICRP Publication 102	<p>Managing Patient Dose in Multi-Detector Computed Tomography (MDCT).</p> <p>Recommended citation ICRP, 2007. Managing Patient Dose in Multi-Detector Computed Tomography (MDCT). ICRP Publication 102. Ann. ICRP 37 (1).</p> <p>Управление дозой облучения пациента при использовании мультidetекторной компьютерной томографии (МДКТ).</p>
ICRP Publication 103	<p>The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2007. 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (Users Edition). ICRP Publication 103 (Users Edition). Ann. ICRP 37 (2-4).</p> <p>Рекомендации Международной комиссии по радиологической защите 2007 года</p> <p>Издание на русском языке: Публикация 103 Международной Комиссии по радиационной защите (МКРЗ). Пер с англ. /Под общей ред. М.Ф. Киселёва и Н.К. Шандалы. М.: Изд. ООО ПКФ «Алана», 2009. ISBN 978-5-9900350-6-5</p>
ICRP Publication 104	<p>Scope of Radiological Protection Control Measures.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2007. Scope of Radiological Protection Control Measures. ICRP Publication 104. Ann. ICRP 37 (5).</p> <p>Область применения мер контроля радиационной защиты.</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 105	<p>Radiological Protection in Medicine</p> <p>Recommended citation ICRP, 2007. Radiological Protection in Medicine. ICRP Publication 105. Ann. ICRP 37 (6).</p> <p>Издание на русском языке: Радиационная защита в медицине. Публикация 105 МКРЗ. Под редакцией Д. Валентина. Редактор русского перевода д.б.н. М.И. Балонов. Переводчик А.В. Федоров. С. Петербург 2011.</p>
ICRP Publication 106	<p>Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals – Addendum 3 to ICRP Publication 53.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2008. Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals – Addendum 3 to ICRP Publication 53. ICRP Publication 106. Ann. ICRP 38 (1-2).</p> <p>Доза облучения пациентов от радиофармпрепаратов – дополнение 3 к публикации МКРЗ 53.</p>
ICRP Publication 107	<p>Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2008. Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations. ICRP Publication 107. Ann. ICRP 38 (3).</p> <p>Данные о распаде ядер для дозиметрических расчетов.</p>
ICRP Publication 108	<p>Environmental Protection – the Concept and Use of Reference Animals and Plants.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2008. Environmental Protection – the Concept and Use of Reference Animals and Plants. ICRP Publication 108. Ann. ICRP 38 (4-6).</p> <p>Охрана окружающей среды – концепция и использование референтных животных и растений.</p>
ICRP Publication 109	<p>Application of the Commission's Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2009. Application of the Commission's Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations. ICRP Publication 109. Ann. ICRP 39 (1).</p> <p>Применение рекомендаций Комиссии по защите населения в чрезвычайных ситуациях с воздействием радиации</p>
ICRP Publication 110 (joint with ICRU)	<p>Adult Reference Computational Phantoms.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2009. Adult Reference Computational Phantoms. ICRP Publication 110. Ann. ICRP 39 (2).</p> <p>Справочные вычислительные фантомы для взрослых.</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 111	<p>Application of the Commission's Recommendations to the Protection of People Living in Long-term Contaminated Areas after a Nuclear Accident or a Radiation Emergency.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2009. Application of the Commission's Recommendations to the Protection of People Living in Long-term Contaminated Areas After a Nuclear Accident or a Radiation Emergency. ICRP Publication 111. Ann. ICRP 39 (3).</p> <p>Применение рекомендаций Комиссии по защите людей, проживающих на длительно загрязненных территориях после ядерного инцидента или радиационной аварии.</p>
ICRP Publication 112	<p>Preventing Accidental Exposures from New External Beam Radiation Therapy Technologies.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2009. Preventing Accidental Exposures from New External Beam Radiation Therapy Technologies. ICRP Publication 112. Ann. ICRP 39 (4).</p> <p>Предотвращение случайного облучения при использовании новых технологий внешней лучевой терапии.</p>
ICRU Report 84 (joint with ICRP) for purchase	<p>Reference Data for the Validation of Doses from Cosmic-Radiation Exposure of Aircraft Crew. Prepared jointly with ICRP</p> <p>Справочные данные для валидации доз облучения экипажа воздушных судов космическим излучением. Подготовлено совместно МКРЕ и МКРЗ</p>
ICRP Publication 113	<p>Education and Training in Radiological Protection for Diagnostic and Interventional Procedures.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2009. Education and Training in Radiological Protection for Diagnostic and Interventional Procedures. ICRP Publication 113. Ann. ICRP 39 (5).</p> <p>Обучение и подготовка кадров в области радиационной защиты для диагностических и интервенционных процедур.</p>
ICRP Publication 114	<p>Environmental Protection: Transfer Parameters for Reference Animals and Plants.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2009. Environmental Protection: Transfer Parameters for Reference Animals and Plants. ICRP Publication 114, Ann. ICRP 39(6).</p> <p>Охрана окружающей среды: перенос параметров для референтных животных и растений.</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 115	<p>Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2010. Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon. ICRP Publication 115, Ann. ICRP 40(1).</p> <p>Издание на русском языке: Тирмарш М., Харрисон Дж. Д., Лурье Д., Пак Ф., Бланшардон Е., Марш Дж.В. Риск возникновения рака легкого при облучении радоном и продуктами его распада. Заявление по радону/ под ред. М.В. Жуковского, С.М. Киселева, А.Т. Губина // Перевод публикации 115 МКРЗ. Москва: Изд-во «ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России», 2013. – 92 с. ISBN 978-5-905926-01-3.</p>
ICRP Publication 116 (joint with ICRU)	<p>Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2010. Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures. ICRP Publication 116, Ann. ICRP 40(2-5).</p> <p>Коэффициенты пересчета величин радиологической защиты при внешнем облучении.</p>
ICRP Publication 117	<p>Radiological Protection in Fluoroscopically Guided Procedures outside the Imaging Department.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2010. Radiological Protection in Fluoroscopically Guided Procedures outside the Imaging Department. ICRP Publication 117, Ann. ICRP 40(6).</p> <p>Радиологическая защита при проведении флюорографии вне отделения визуализации.</p>
ICRP Publication 118	<p>ICRP Statement on Tissue Reactions / Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs – Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2012 ICRP Statement on Tissue Reactions / Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs – Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context. ICRP Publication 118. Ann. ICRP 41(1/2).</p> <p>Издание на русском языке: Отчет МКРЗ по тканевым реакциям, ранним и отдаленным эффектам в нормальных тканях и органах – пороговые дозы для тканевых реакций в контексте радиационной защиты / [Ф.А. Стюарт и др.; ред.: А.В. Аклеев, М.Ф. Киселев; пер. с англ.: Е.М. Жидкова, Н.С. Котова]. Челябинск: Книга, 2012. – 384 с. – (Труды МКРЗ; Публикация 118). ISBN 978-5-7135-0686-5.</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 119	<p>Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2012. Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. ICRP Publication 119. Ann. ICRP 41(Suppl.).</p> <p>Справочник по дозовым коэффициентам на основе Публикации 60 МКРЗ.</p>
ICRP Publication 120	<p>Radiological Protection in Cardiology.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2013. Radiological protection in cardiology. ICRP Publication 120. Ann. ICRP 42(1).</p> <p>Радиологическая защита в кардиологии.</p>
ICRP Publication 121	<p>Radiological Protection in Paediatric Diagnostic and Interventional Radiology.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2013. Radiological protection in paediatric diagnostic and interventional radiology. ICRP Publication 121. Ann. ICRP 42(2).</p> <p>Радиологическая защита в детской диагностике и интервенционной радиологии</p>
ICRP Publication 122	<p>Radiological Protection in Geological Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2013. Radiological protection in geological disposal of long-lived solid radioactive waste. ICRP Publication 122. Ann. ICRP 42(3).</p> <p>Радиационная защита при размещении долгоживущих твердых радиоактивных отходов в геологических формациях.</p>
ICRP Publication 123	<p>Assessment of Radiation Exposure of Astronauts in Space.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2013. Assessment of Radiation Exposure of Astronauts in Space. ICRP Publication 123. Ann. ICRP 42(4).</p> <p>Оценка радиационного облучения астронавтов в космосе.</p>
ICRP Publication 124	<p>Protection of the Environment under Different Exposure Situations.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2014. Protection of the Environment under Different Exposure Situations. ICRP Publication 124. Ann. ICRP 43(1).</p> <p>Охрана окружающей среды при различных ситуациях облучения.</p>
ICRP Publication 125	<p>Radiological Protection in Security Screening.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2014. Radiological Protection in Security Screening. ICRP Publication 125. Ann. ICRP 43(2).</p> <p>Радиологическая защита при проведении досмотра.</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 126	<p>Radiological Protection against Radon Exposure.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2014. Radiological Protection against Radon Exposure. ICRP Publication 126. Ann. ICRP 43(3).</p> <p>Издание на русском языке: Ж.-Ф. Лекомте, С. Соломон, Дж. Такала, Т. Юнг, П. Странд, К. Мюрит, С. Киселев, В. Жуо, Ф. Шеннон, А. Янсенс Радиологическая защита от облучения радоном/ под ред. М.В. Жуковского, И.В. Ярмошенко, С.М. Киселева // Перевод публикации 126 МКРЗ. Москва: Изд-во «ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России», 2015 – 92 с.</p>
ICRP Publication 127	<p>Radiological Protection in Ion Beam Radiotherapy.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2014. Radiological Protection in Ion Beam Radiotherapy. ICRP Publication 127. Ann. ICRP 43(4).</p> <p>Радиологическая защита проведения ионно-лучевой терапии</p>
ICRP 2013 Proceedings	<p>Proceedings of the Second International Symposium on the System of Radiological Protection.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2015. Proceedings of the Second International Symposium on the System of Radiological Protection. Ann. ICRP 44(1S).</p> <p>Материалы Второго международного симпозиума по радиологической защите</p>
ICRP Publication 128	<p>Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals: A Compendium of Current Information Related to Frequently Used Substances.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2015. Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals: A Compendium of Current Information Related to Frequently Used Substances. ICRP Publication 128. Ann. ICRP 44(2S).</p> <p>Доза облучения пациентов от радиофармацевтических препаратов: сборник современной информации, относящейся к часто используемым веществам.</p>
ICRP Publication 129	<p>Radiological Protection in Cone Beam Computed Tomography (CBCT).</p> <p>Recommended citation ICRP, 2015. Radiological Protection in Cone Beam Computed Tomography (CBCT). ICRP Publication 129. Ann. ICRP 44(1).</p> <p>Радиологическая защита при конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ).</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 130	<p>Occupational Intakes of Radionuclides: Part 1.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2015. Occupational Intakes of Radionuclides: Part 1. ICRP Publication 130. Ann. ICRP 44(2).</p> <p>Поступление радионуклидов в организм персонала: Часть 1.</p>
ICRP Publication 131	<p>Stem Cell Biology with Respect to Carcinogenesis Aspects of Radiological Protection.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2015. Stem Cell Biology with Respect to Carcinogenesis Aspects of Radiological Protection. ICRP Publication 131. Ann. ICRP 44(3/4).</p> <p>Биология стволовых клеток с учетом канцерогенезных аспектов радиологической защиты.</p>
ICRP Publication 132	<p>Radiological Protection from Cosmic Radiation in Aviation.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2016. Radiological Protection from Cosmic Radiation in Aviation. ICRP Publication 132. Ann. ICRP 45(1), 1–48.</p> <p>Радиологическая защита от космического излучения в авиации.</p>
ICRP Publication 133	<p>The ICRP Computational Framework for Internal Dose Assessment for Reference Adults: Specific Absorbed Fractions.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2016. The ICRP computational framework for internal dose assessment for reference adults: specific absorbed fractions. ICRP Publication 133. Ann. ICRP 45(2), 1–74.</p> <p>Вычислительная система МКРЗ для оценки дозы внутреннего облучения взрослых: удельные поглощённые дозы</p>
ICRP Publication 134	<p>Occupational Intakes of Radionuclides: Part 2.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2016. Occupational Intakes of Radionuclides: Part 2. ICRP Publication 134. Ann. ICRP 45(3/4), 1–352.</p> <p>Поступление радионуклидов в организм персонала: Часть 2.</p>
ICRP Fukushima Proceedings	<p>Proceedings of the International Workshop on the Fukushima Dialogue Initiative.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2016, Proceedings of the International Workshop on the Fukushima Dialogue Initiative. Ann. ICRP 45(2S).</p> <p>Материалы Международного семинара по инициативе «Фукусимский диалог»</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 135	<p>Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2017. Diagnostic reference levels in medical imaging. ICRP Publication 135. Ann. ICRP 46(1).</p> <p>Диагностические референтные уровни в медицинской визуализации</p>
ICRP Publication 136	<p>Dose Coefficients for Non-human Biota Environmentally Exposed to Radiation.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2017. Dose coefficients for nonhuman biota environmentally exposed to radiation. ICRP Publication 136. Ann. ICRP 46(2).</p> <p>Коэффициенты доз для биоты, кроме человека, подвергшейся воздействию радиации в окружающей среде.</p>
ICRP Publication 137	<p>Occupational Intakes of Radionuclides: Part 3.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2017. Occupational Intakes of Radionuclides: Part 3. ICRP Publication 137. Ann. ICRP 46(3/4).</p> <p>Поступление радионуклидов в организм персонала: Часть 3.</p>
ICRP Publication 138	<p>Ethical Foundations of the System of Radiological Protection.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2018. Ethical foundations of the system of radiological protection. ICRP Publication 138. Ann. ICRP 47(1).</p> <p>Этические основы системы радиологической защиты.</p>
ICRP Publication 139	<p>Occupational Radiological Protection in Interventional Procedures.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2018. Occupational radiological protection in interventional procedures. ICRP Publication 139. Ann. ICRP 47(2).</p> <p>Радиологическая защита персонала при проведении интервенционных процедур.</p>
ICRP 2017 Proceedings	<p>Proceedings of the Fourth International Symposium on the System of Radiological Protection.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2018. Proceedings of the Fourth International Symposium on the System of Radiological Protection. Ann. ICRP 47(3/4).</p> <p>Материалы Четвертого международного симпозиума по радиологической защите.</p>
ICRP Publication 140	<p>Radiological Protection in Therapy with Radiopharmaceuticals.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2019. Radiological protection in therapy with radiopharmaceuticals. ICRP Publication 140. Ann. ICRP 48(1).</p> <p>Радиологическая защита при терапии радиофармпрепаратами.</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 141	<p>Occupational Intakes of Radionuclides: Part 4.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2019. Occupational intakes of radionuclides: Part 4. ICRP Publication 141. Ann. ICRP 48(2/3).</p> <p>Поступление радионуклидов в организм персонала: Часть 4.</p>
ICRP Publication 142	<p>Radiological Protection from Naturally Occurring Radioactive Material (NORM) in Industrial Processes.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2019. Radiological protection from naturally occurring radioactive material (NORM) in industrial processes. ICRP Publication 142. Ann. ICRP 48(4).</p> <p>Радиологическая защита от воздействия радиоактивных материалов природного происхождения (NORM) в промышленных процессах.</p>
ICRP Publication 143	<p>Paediatric Computational Reference Phantoms.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2020. Paediatric Computational Reference Phantoms. ICRP Publication 143. Ann. ICRP 49(1).</p> <p>Вычислительные референтные фантомы детей.</p>
ICRP Publication 144	<p>Dose Coefficients for External Exposures to Environmental Sources.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2020. Dose coefficients for external exposures to environmental sources. ICRP Publication 144. Ann. ICRP 49(2).</p> <p>Дозовые коэффициенты при внешнем воздействии природных источников излучения.</p>
ICRP Publication 145	<p>Adult Mesh-type Reference Computational Phantoms.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2020. Adult mesh-type reference computational phantoms. ICRP Publication 145. Ann. ICRP 49(3).</p> <p>Референтные вычислительные фантомы взрослых.</p>
ICRP Publication 146	<p>Radiological Protection of People and the Environment in the Event of a Large Nuclear Accident.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2020. Radiological protection of people and the environment in the event of a large nuclear accident: update of ICRP Publications 109 and 111. ICRP Publication 146. Ann. ICRP 49(4).</p> <p>Радиологическая защита людей и окружающей среды в случае крупной радиационной аварии.</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP 2019 Proceedings	<p>Proceedings of the Fifth International Symposium on the System of Radiological Protection.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2020. Proceedings of the Fifth International Symposium on the System of Radiological Protection. Ann. ICRP 49(S1), 2020.</p> <p>Материалы Пятого международного симпозиума по радиологической защите.</p>
ICRP Publication 147	<p>Use of Dose Quantities in Radiological Protection.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2021. Use of dose quantities in radiological protection. ICRP Publication 147. Ann. ICRP 50(1).</p> <p>Использование дозовых величин в радиологической защите.</p>
ICRP Publication 148	<p>Radiation Weighting for Reference Animals and Plants.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2021. Radiation weighting for Reference Animals and Plants. ICRP Publication 148. Ann. ICRP 50(2).</p> <p>Взвешивающие коэффициенты излучения для референтных животных и растений</p>
ICRP Publication 149	<p>Occupational Radiological Protection in Brachytherapy.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2021. Occupational radiological protection in brachytherapy. ICRP Publication 149. Ann. ICRP 50(3).</p> <p>Профессиональная радиологическая защита при брахитерапии.</p>
ICRP Publication 150	<p>Cancer Risk from Exposure to Plutonium and Uranium.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2021. Cancer risk from exposure to plutonium and uranium. ICRP Publication 150. Ann. ICRP 50(4).</p> <p>Риск развития рака в результате воздействия плутония и урана.</p>
ICRP Recovery Conference Proceedings	<p>Proceedings of the International Conference on Recovery after Nuclear Accidents: Radiological Protection Lessons from Fukushima and Beyond.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2021. Proceedings of the International Conference on Recovery after Nuclear Accidents: Radiological Protection Lessons from Fukushima and Beyond. Ann. ICRP 50(S1), 2021.</p> <p>Материалы Международной конференции по восстановлению после ядерных аварий: уроки радиологической защиты на Фукусиме и за ее пределами.</p>
ICRU Report 95 (joint with ICRP)	<p>Operational Quantities for External Radiation Exposure.</p> <p>Операционные величины внешнего облучения Совместный отчет МКРЕ и МКРЗ</p>

Номер публикации, год	Название публикации
ICRP Publication 151	<p>Occupational Intakes of Radionuclides: Part 5.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2022. Occupational Intakes of Radionuclides: Part 5. ICRP Publication 151. Ann. ICRP 51 (1–2).</p> <p>Поступление радионуклидов в организм персонала: Часть 5.</p>
ICRP Publication 152	<p>Radiation Detriment Calculation Methodology.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2022. Radiation detriment calculation methodology. ICRP Publication 152. Ann. ICRP 51(3).</p> <p>Методология расчета радиационного ущерба.</p>
ICRP Publication 153	<p>Radiological Protection in Veterinary Practice.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2022. Radiological protection in veterinary practice. ICRP Publication 153. Ann. ICRP 51(4).</p> <p>Радиологическая защита в ветеринарной практике.</p>
ICRP 2021^{†1} Proceedings	<p>Proceedings of the Sixth International Symposium on the System of Radiological Protection.</p> <p>Recommended citation Recommended citation: ICRP, 2023. Proceedings of the sixth International Symposium on the System of Radiological Protection. Ann. ICRP 52(S1), 2023.</p> <p>Материалы Шестого международного симпозиума по радиологической защите.</p>
ICRP Publication 154	<p>Optimisation of Radiological Protection in Digital Radiology Techniques for Medical Imaging.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2023. Optimisation of radiological protection in digital radiology techniques for medical imaging. ICRP Publication 154. Ann. ICRP 52(3).</p> <p>Оптимизация радиологической защиты в цифровых радиологических методах для медицинской визуализации</p>
ICRP Publication 155	<p>Specific Absorbed Fractions for Reference Paediatric Individuals.</p> <p>Recommended citation ICRP, 2023. Specific Absorbed Fractions for Reference Paediatric Individuals. ICRP Publication 155. Ann. ICRP 52(4).</p> <p>Специфические абсорбированные фракции для референтных детей.</p>

СТРУКТУРА ДОКУМЕНТОВ МАГАТЭ

Система документов МАГАТЭ имеет сложную многоуровневую разветвленную структуру, общее представление о которой дает рисунок.

Первый уровень документов МАГАТЭ:

«Общие принципы безопасности» (**Safety Fundamentals, SF**).

В этих документах приводятся основополагающие цели и принципы радиационной защиты и безопасности, которые являются основой для разработки документов второго уровня.

В настоящее время действующим документом SF-1 является стандарт безопасности 2006 года: IAEA Safety Standards Series No. SF-1. Fundamental Safety Principles: Safety Fundamentals. – Vienna: IAEA, 2006. STI/PUB/1273.

Издание на русском языке:

Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SF-1. Основополагающие принципы безопасности. Основы безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2007. STI/PUB/1273.

Второй уровень документов МАГАТЭ:

Ко второму уровню относятся документы МАГАТЭ, где излагаются общие и специальные требования по безопасности (**General Safety Requirements, GSR; Specific Safety Requirements, SSR**).

В этих документах излагается согласованный набор требований по безопасности, которые должны выполняться с целью обеспечения защиты людей и охраны окружающей среды, как в настоящее время, так и в будущем. Эти требования вытекают из целей и принципов радиационной защиты и безопасности, которые изложены в документах первого уровня. Формат и стиль требований облегчают их использование для создания национальной основы регулирования. Требования выражаются формулировками “должен”.



Рис. 1 – Защита персонала и населения от отдельных источников и всех контролируемых источников [13, 20].

К документам второго уровня из серии «Общие требования по безопасности»

(**General Safety Requirements, GSR**) относятся:

1. IAEA Safety Standards Series No. **GSR Part 1** (Rev. 1). Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety. General Safety Requirements. — Vienna: IAEA, 2016. STI/PUB/1713.

Издание на русском языке:

*Серия норм безопасности МАГАТЭ, № **GSR Part 1** (Rev. 1). Государственная, правовая и регулирующая основа обеспечения безопасности. Общие требования безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2016. STI/PUB/1713.*

2. IAEA Safety Standards Series No. **GSR Part 2**. Leadership and Management for Safety. General Safety Requirements. — Vienna: IAEA, 2016. STI/PUB/1750.

Издание на русском языке:

*Серия норм МАГАТЭ по безопасности, № **GSR Part 2**.*

Лидерство и менеджмент для обеспечения безопасности. Общие требования безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2017. STI/PUB/1750.

3. IAEA Safety Standards Series No. **GSR Part 3**. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. — Vienna: IAEA, 2014. STI/PUB/1578.

Издание на русском языке:

*Серия норм безопасности МАГАТЭ, № **GSR Part 3**. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2015. STI/PUB/1578*

4. IAEA Safety Standards Series No. **GSR Part 4** (Rev. 1). Safety Assessment for Facilities and Activities. General Safety Requirements. — Vienna: IAEA, 2016. STI/PUB/1714.

Издание на русском языке:

*Серия норм безопасности МАГАТЭ, № **GSR Part 4** (Rev. 1)*

Оценка безопасности установок и деятельности. Общие требования безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2016. STI/PUB/1714.

5. IAEA Safety Standards Series No. **GSR Part 5**. Predisposal management of radioactive waste. General Safety Requirements. Vienna: IAEA, 2009. STI/PUB/1368.

Издание на русском языке:

*Серия норм МАГАТЭ по безопасности, № **GSR, Part 5**. Обращение с радиоактивными отходами перед захоронением. Общие требования безопасности. МАГАТЭ, ВЕНА, 2010. STI/PUB/1368.*

6. IAEA Safety Standards Series, No. **GSR Part 6**. Decommissioning of Facilities. General Safety Requirements. Vienna: IAEA, 2014. STI/PUB/1652.

Издание на русском языке:

*Серия норм безопасности МАГАТЭ, № **GSR Part 6**. Вывод из эксплуатации установок. Общие требования безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2015. STI/PUB/1652.*

7. IAEA Safety Standards Series, No. **GSR Part 7**. Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency: General Safety Requirements. Vienna: IAEA, 2015.

Издание на русском языке:

*Серия норм безопасности МАГАТЭ, № **GSR Part 7**. Готовность и реагирование в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации. Общие требования безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2016. STI/PUB/1708.*

К документам второго уровня из серии «Специальные требования безопасности»

Specific Safety Requirements, SSR» относятся

1. IAEA Safety Standards Series, **SSR-1**. Site Evaluation for Nuclear Installations. Specific Safety Requirements. Vienna: IAEA, 2019. STI/PUB/1837.

Издание на русском языке:

*Нормы безопасности МАГАТЭ № **SSR-1**. Оценка площадок для ядерных установок. Конкретные требования безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2019, STI/PUB/1837.*

2. IAEA Safety Standards Series, **SSR-2/1** (Rev. 1). Safety of Nuclear Power Plants: Design. IAEA. Specific Safety Requirements. Vienna: IAEA, 2016. STI/PUB/1715.

Издание на русском языке:

*Нормы безопасности МАГАТЭ **SSR-2/1** (Rev. 1). Безопасность атомных электростанций: проектирование. Конкретные требования безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2016, STI/PUB/1715.*

3. IAEA Safety Standards Series, **SSR-2/2** (Rev. 1). Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation. IAEA. Specific Safety Requirements. Vienna: IAEA, 2016. STI/PUB/1716.

Издание на русском языке:

*Нормы безопасности МАГАТЭ **SSR-2/2** (Rev. 1). Безопасность атомных электростанций: ввод в эксплуатацию и эксплуатация. Конкретные требования безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2017, STI/PUB/1716.*

4. IAEA Safety Standards Series, **SSR-3**. Safety of Research Reactors. IAEA. Specific Safety Requirements. Vienna: IAEA, 2016. STI/PUB/1751.

Издание на русском языке:

*Нормы безопасности МАГАТЭ **SSR-3**. Безопасность исследовательских реакторов. Конкретные требования безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2017, STI/PUB/1751.*

5. IAEA Safety Standards Series, **SSR-4**. Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities. IAEA. Specific Safety Requirements. Vienna: IAEA, 2017. STI/PUB/1791.

Издание на русском языке:

*Нормы безопасности МАГАТЭ **SSR-4**. Безопасность установок ядерного топливного цикла. Конкретные требования безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2018, STI/PUB/1791.*

6. IAEA Safety Standards Series, No. **SSR-5**. Disposal of Radioactive Waste. Specific Safety Requirements. Vienna: IAEA, 2011. STI/PUB/1449.

Издание на русском языке:

*Серия изданий МАГАТЭ по нормам безопасности № **SSR-5**. Захоронение радиоактивных отходов. Конкретные требования безопасности. МАГАТЭ, ВЕНА, 2011. STI/PUB/1449.*

7. IAEA Safety Standards Series, No. **SSR-6** (Rev. 1). Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material. Specific Safety Requirements. Vienna: IAEA, 2018. STI/PUB/1798.

Издание на русском языке:

*Серия изданий МАГАТЭ по нормам безопасности № **SSR-6** (Rev. 1). Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов. Конкретные требования безопасности. МАГАТЭ, ВЕНА, 2019. STI/PUB/1798.*

Третий уровень документов МАГАТЭ:

К третьему уровню относятся руководства по безопасности (**Safety Guides**) МАГАТЭ. В руководствах по безопасности содержатся рекомендации и руководящие материалы, касающиеся выполнения требований по безопасности, и в них выражается международный консенсус в отношении необходимости принятия рекомендуемых мер (или эквивалентных альтернативных мер). В руководствах по безопасности излагается передовая международная практика с целью помочь пользователям достичь высокого уровня безопасности. Рекомендации, содержащиеся в руководствах по безопасности, формулируются с применением глагола “следует”.

**Общие руководства по безопасности
(General Safety Guides, GSG)**

Название публикации на английском языке	Название публикации на русском языке
IAEA Safety Standards Series No. GSG-1 . Classification of Radioactive Waste. General Safety Guide. IAEA, 2009. STI/PUB/1419.	Серия норм МАГАТЭ по безопасности, № GSG-1 Классификация радиоактивных отходов. Общее руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2014. STI/PUB/1419.
IAEA Safety Standards Series No. GSG-2 Criteria for use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. General Safety Guide. IAEA, Vienna, 2011. STI/PUB/1467.	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № GSG-2 . Критерии для использования при обеспечении готовности и реагирования в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации. Общее руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2012. STI/PUB/1467
IAEA Safety Standards Series No. GSG-3 . The Safety Case and Safety Assessment for the Predisposal Management of Radioactive Waste: General Safety Guide. IAEA, Vienna, 2013. STI/PUB/1576.	Обоснование безопасности и оценка безопасности при обращении с радиоактивными отходами до захоронения
IAEA Safety Standards Series No. GSG-4 . Use of External Experts by the Regulatory Body. General Safety Guide. IAEA, Vienna, 2013. STI/PUB/1583. This publication has been superseded by GSG- 12.	Использование регулирующим органом внешних экспертов.
IAEA Safety Standards Series No. GSG-5 . Justification of Practices, Including Non- Medical Human Imaging. General Safety Guide. IAEA, Vienna, 2014. STI/PUB/1650.	Обоснование практических действий включающих немедицинскую визуализацию человека.
IAEA Safety Standards Series No. GSG-6 . Communication and consultation with interested parties by the regulatory body. General Safety Guide. IAEA, Vienna, 2017. STI/PUB/1784.	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSG-6 . Коммуникация и консультации регулирующего органа с заинтересованными сторонами. Общее руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2023. STI/PUB/1784.
IAEA Safety Standards Series No. GSG-7 . Occupational Radiation Protection. General Safety Guide. Jointly Sponsored by the International Atomic Energy Agency and International Labour Office. IAEA, Vienna, 2018. STI/PUB/1785.	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSG-7 . Радиационная защита при профессиональном облучении. Общее руководство по безопасности № GSG-7 . МАГАТЭ, Вена, 2021. STI/PUB/1785.

**Общие руководства по безопасности
(General Safety Guides, GSG)**

Название публикации на английском языке	Название публикации на русском языке
IAEA Safety Standards Series No. GSG-8 . Radiation Protection of the Public and the Environment. General Safety Guide. Jointly Sponsored by the International Atomic Energy Agency and United Nations Environment Programme. IAEA, Vienna, 2018. STI/PUB/1781.	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № GSG-8 . Радиационная защита населения и окружающей среды. Общее руководство по безопасности. Совместно с МАГАТЭ и Программой ООН по окружающей среде. МАГАТЭ, Вена, 2023. STI/PUB/1781.
IAEA Safety Standards Series No. GSG-9 . Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment. General Safety Guide. IAEA, Vienna, 2018. STI/PUB/1818	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № GSG-9 . Регулирующий контроль радиоактивных сбросов в окружающую среду. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2023. STI/PUB/1818.
IAEA Safety Standards Series No. GSG-10 . Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities. General Safety Guide. Jointly Sponsored by the International Atomic Energy Agency and United Nations Environment Programme. IAEA, Vienna, 2018. STI/PUB/1819.	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № GSG-10 . Перспективная оценка радиологического воздействия установок и деятельности на окружающую среду. Общее руководство по безопасности. Совместно с МАГАТЭ и Программой ООН по окружающей среде. МАГАТЭ, Вена, 2023. STI/PUB/1819.
IAEA Safety Standards Series No. GSG-11 . Arrangements for the Termination of a Nuclear or Radiological Emergency. General Safety Guide. IAEA, 2018. STI/PUB/1796/	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSG-11 . Меры по прекращению ядерной или радиологической аварийной ситуации. Общее руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2023. STI/PUB/1796.
IAEA Safety Standards Series No. GSG-12 Organization, Management and Staffing of the Regulatory Body for Safety. General Safety Guide. IAEA, Vienna, 2018. STI/PUB/1801.	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № GSG-12 . Организация, менеджмент и укомплектование персоналом регулирующего органа в интересах обеспечения безопасности. Общее руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2023. STI/PUB/1801.
IAEA Safety Standards Series No. GSG-13 . Functions and Processes of the Regulatory Body for Safety. General Safety Guide. IAEA, Vienna, 2018. STI/PUB/1804.	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № GSG-13 . Функции и методы работы регулирующего органа по обеспечению безопасности. Общее руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2023. STI/PUB/1804.

**Общие руководства по безопасности
(General Safety Guides, GSG)**

Название публикации на английском языке	Название публикации на русском языке
IAEA Safety Standards Series No. GSG-14 . Arrangements for Public Communication in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. General Safety Guide. IAEA, Vienna, 2020. STI/PUB/1902.	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № GSG-14 . Организация информационной работы с населением в порядке обеспечения готовности и реагирования в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации. Общее руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2023. STI/PUB/1902.
IAEA Safety Standards Series No. GSG-15 . Remediation Strategy and Process for Areas affected by Past Activities or Events. General Safety Guide. IAEA, Vienna, 2022. STI/PUB/1969.	Стратегия и процесс восстановления территорий, пострадавших от прошлых действий или событий.
IAEA Safety Standards Series No. GSG-16 . Leadership, Management and Culture for Safety in Radioactive Waste Management. General Safety Guide. IAEA, Vienna, 2022. STI/PUB/1979.	Лидерство, управление и культура безопасности при обращении с радиоактивными отходами.
IAEA Safety Standards Series No. GSG-17 . Application of the Concept of Exemption. General Safety Guides. IAEA, Vienna, 2023. STI/PUB/2060.	Применение концепции изъятия
IAEA Safety Standards Series No. GSG-18 . Application of the Concept of Clearance. General Safety Guides. IAEA, Vienna, 2023. STI/PUB/2058.	Применение концепции освобождения.

**Специальные руководства по безопасности
(Specific Safety Guide, SSG)**

Название публикации на английском языке	Название публикации на русском языке
IAEA Safety Standards Series No. SSG-1 . Borehole Disposal Facilities for Radioactive Waste. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2009. STI/PUB/1418.	Захоронение радиоактивных отходов в скважинах.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-2 (Rev. 1) . Deterministic Safety Analysis for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2019. STI/PUB/1851.	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SSG-2 (Rev. 1) . Детерминированный анализ безопасности для атомных электростанций. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2023. STI/PUB/1851.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-3 . Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2010. STI/PUB/1430 This publication has been superseded by SSG-3 (Rev. 1).	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SSG-3 . Разработка и применение оценок вероятностной безопасности уровня 1 для атомных электростанций. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2014. STI/PUB/1430. Настоящая публикация была заменена публикацией SSG-3 (Rev. 1)
IAEA Safety Standards Series No. SSG-3 (Rev. 1) . Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2024. STI/PUB/2056.	Разработка и применение вероятностной оценки безопасности атомных электростанций уровня 1.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-4 . Development and Application of Level 2 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2010. STI/PUB/1433	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SSG-4 . Разработка и применение вероятностной оценки безопасности уровня 2 для атомных электростанций. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2014. STI/PUB/1433.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-5 . This publication has been superseded by IAEA Safety Standards Series No. SSG-5 (Rev. 1). Safety of Conversion Facilities and Uranium Enrichment Facilities. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2010. STI/PUB/1404 This publication has been superseded by IAEA Safety Standards Series No. SSG-5 (Rev. 1).	Безопасность конверсионных мощностей и объектов по обогащению урана.

Специальные руководства по безопасности
(Specific Safety Guide, SSG)

Название публикации на английском языке	Название публикации на русском языке
IAEA Safety Standards Series No. SSG-5 (Rev. 1) . Safety of Conversion Facilities and Uranium Enrichment Facilities. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2023. STI/PUB/2038.	Безопасность конверсионных мощностей и объектов по обогащению урана.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-6 . Safety of Uranium Fuel Fabrication Facilities Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2010. STI/PUB/1402 This publication has been superseded by IAEA Safety Standards Series No. SSG-6 (Rev. 1).	Безопасность установок по производству уранового топлива.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-6 (Rev. 1) . Safety of Uranium Fuel Fabrication Facilities. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2023. STI/PUB/2015.	Безопасность установок по производству уранового топлива.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-7 . Safety of Uranium and Plutonium Mixed Oxide Fuel Fabrication Facilities. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2010. STI/PUB/1403. This publication has been superseded by IAEA Safety Standards Series No. SSG-7 (Rev. 1).	Безопасность установок по производству смешанного оксидного топлива урана и плутония.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-7 (Rev. 1) . Safety of Uranium and Plutonium Mixed Oxide Fuel Fabrication Facilities. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2023. STI/PUB/2040.	Безопасность установок по производству смешанного оксидного топлива урана и плутония.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-8 . Radiation Safety of Gamma, Electron and X Ray Irradiation Facilities. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2010. STI/PUB/1454.	Радиационная безопасность объектов гамма-, электронного и рентгеновского излучения.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-9 (Rev. 1) . Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2022. STI/PUB/1950.	Сейсмическая опасность при оценке площадки для ядерных установок.

Специальные руководства по безопасности
(Specific Safety Guide, SSG)

Название публикации на английском языке	Название публикации на русском языке
IAEA Safety Standards Series No. SSG-10 . Ageing Management for Research Reactors. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2010. STI/PUB/1447 This publication has been superseded by IAEA Safety Standards Series No. SSG-10 (Rev. 1).	Управление старением исследовательских реакторов.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-10 (Rev. 1) . Ageing Management for Research Reactors. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2023. STI/PUB/2050.	Управление старением исследовательских реакторов.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-11 . Radiation Safety in Industrial Radiography. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2011. STI/PUB/1466.	Радиационная безопасность в промышленной радиографии.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-12 . Licensing Process for Nuclear Installations. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2010. STI/PUB/1468	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SSG-12 . Процесс лицензирования ядерных установок. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2023. STI/PUB/1468.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-13 . Chemistry Programme for Water Cooled Nuclear Power Plants. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2011. STI/PUB/1469	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SSG-13 . Программа по водно-химическому режиму для атомных электростанций с водоохлаждаемыми реакторами. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2014. STI/PUB/1469.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-14 . Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2011. STI/PUB/1483	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SSG-14 . Пункты геологического захоронения радиоактивных отходов. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2013. STI/PUB/1483
IAEA Safety Standards Series No. SSG-15 . Storage of Spent Nuclear Fuel. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2012. STI/PUB/1503 This publication has been superseded by SSG-15 (Rev. 1).	Хранение отработавшего ядерного топлива
IAEA Safety Standards Series No. SSG-15 (Rev. 1) . Storage of Spent Nuclear Fuel. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2020. STI/PUB/1882.	Хранение отработавшего ядерного топлива

Специальные руководства по безопасности (Specific Safety Guide, SSG)

Название публикации на английском языке	Название публикации на русском языке
IAEA Safety Standards Series No. SSG-16 . Establishing the Safety Infrastructure for a Nuclear Power Programme. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2011. STI/PUB/1507 This publication has been superseded by SSG-16 (Rev. 1).	Создание инфраструктуры безопасности для ядерно-энергетической программы.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-16 (Rev. 1) . Establishing the Safety Infrastructure for a Nuclear Power Programme. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2020. STI/PUB/1901.	Создание инфраструктуры безопасности для ядерно-энергетической программы.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-17 . Control of Orphan Sources and Other Radioactive Material in the Metal Recycling and Production Industries. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2012. STI/PUB/1509.	Радиоактивные материалы в отраслях переработки металлов и промышленного производства.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-18 . Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2011. STI/PUB/1506	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SSG-18 . Учет метеорологических и гидрологических опасностей при оценке площадок для ядерных установок. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2023. STI/PUB/1506.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-19 . National Strategy for Regaining Control over Orphan Sources and Improving Control over Vulnerable Sources. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2011. STI/PUB/1510.	Национальная стратегия по восстановлению контроля над бесхозными источниками и совершенствованию контроля над уязвимыми источниками.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-20 . Safety Assessment for Research Reactors and Preparation of the Safety Analysis Report. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2012. STI/PUB/1508 This publication has been superseded by IAEA Safety Standards Series No. SSG-20 (Rev. 1).	Оценка безопасности исследовательских реакторов, и подготовка отчета по анализу безопасности.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-20 (Rev. 1) . Safety Assessment for Research Reactors and Preparation of the Safety Analysis Report. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2022. STI/PUB/1981.	Оценка безопасности исследовательских реакторов, и подготовка отчета по анализу безопасности.

Специальные руководства по безопасности (Specific Safety Guide, SSG)

Название публикации на английском языке	Название публикации на русском языке
IAEA Safety Standards Series No. SSG-21 . Volcanic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2012. STI/PUB/1552	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SSG-21 . Учет вулканических опасностей при оценке площадок для ядерных установок. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2023. STI/PUB/1552.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-22 . Use of a Graded Approach in the Application of the Safety Requirements for Research Reactors. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2012. STI/PUB/1547 This publication has been superseded by IAEA Safety Standards Series No. SSG-22 (Rev. 1).	Использование дифференцированного подхода при применении требований безопасности к исследовательским реакторам.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-22 (Rev. 1) . Use of a Graded Approach in the Application of the Safety Requirements for Research Reactors. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2023. STI/PUB/2035.	Использование дифференцированного подхода при применении требований безопасности к исследовательским реакторам.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-23 . The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2012. STI/PUB/1553	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SSG-23 . Обоснование безопасности и оценка безопасности захоронения радиоактивных отходов. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2024. STI/PUB/1553.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-24 (Rev. 1) . Safety in the Utilization and Modification of Research Reactors. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2022. STI/PUB/1982.	Безопасность при эксплуатации и реконструкции исследовательских реакторов.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-25 . Periodic Safety Review for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2013. STI/PUB/1588	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SSG-25 . Периодическое рассмотрение безопасности атомных электростанций. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2016. STI/PUB/1588.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-26 (Rev. 1) . Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (2018 Edition). Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2022. STI/PUB/1953.	Рекомендательные материалы для Правил безопасной перевозки радиоактивных материалов МАГАТЭ (издание 2018 года).

Специальные руководства по безопасности (Specific Safety Guide, SSG)

Название публикации на английском языке	Название публикации на русском языке
IAEA Safety Standards Series No. SSG-27 (Rev. 1) . Criticality Safety in the Handling of Fissile Material. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2022. STI/PUB/1995	Безопасность по критичности при работе с делящимися материалами
IAEA Safety Standards Series No. SSG-28 . Commissioning for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2014. STI/PUB/1595	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SSG-28 . Ввод в эксплуатацию атомных электростанций. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2016. STI/PUB/1595.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-29 . Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2014. STI/PUB/1637	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SSG-29 . Пункты приповерхностного захоронения радиоактивных отходов. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2024. STI/PUB/1637.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-30 . Safety Classification of Structures, Systems and Components in Nuclear Power Plants. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2014. STI/PUB/1639	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SSG-30 . Классификация конструкций, систем и элементов атомных электростанций по безопасности. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2023. STI/PUB/1639.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-31 . Monitoring and Surveillance of Radioactive Waste Disposal Facilities. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2014. STI/PUB/1640	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SSG-31 . Мониторинг пунктов захоронения радиоактивных отходов и надзор за ними. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2024. STI/PUB/1640.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-32 . Protection of the Public against Exposure Indoors due to Radon and Other Natural Sources of Radiation. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2015. STI/PUB/1651.	Защита населения от облучения в помещениях радоном и другими природными источниками радиации.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-33 (Rev. 1) . Schedules of Provisions of the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (2018 Edition). Specific Safety Guide, IAEA, Vienna, 2021/ STI/PUB/1956.	Перечни положений Правил безопасной перевозки радиоактивных материалов МАГАТЭ (издание 2018 года).

Специальные руководства по безопасности (Specific Safety Guide, SSG)

Название публикации на английском языке	Название публикации на русском языке
Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2021. STI/PUB/1956 IAEA Safety Standards Series No. SSG-34 . Design of Electrical Power Systems for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2016. STI/PUB/1673	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SSG-34 . Проектирование систем электроснабжения атомных электростанций. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2024. STI/PUB/1673.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-35 . Site Survey and Site Selection for Nuclear Installations. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2015. STI/PUB/1690	Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SSG-35 . Обследование и выбор площадок для ядерных установок. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2024. STI/PUB/1690.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-36 . Radiation Safety for Consumer Products. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2016. STI/PUB/1691	Радиационная безопасность потребительских товаров.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-37 (Rev. 1) . Instrumentation and Control Systems and Software Important to Safety for Research Reactors. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2023. STI/PUB/2051	Контрольно-измерительные приборы и системы управления, а также программное обеспечение, важные для безопасности исследовательских реакторов.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-38 . Construction for Nuclear Installations. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2015. STI/PUB/1693	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-38 Строительство ядерных установок. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2023 год STI/PUB/1693.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-39 . Design of Instrumentation and Control Systems for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2016 STI/PUB/1694	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-39 Проектирование систем контроля и управления для атомных электростанций. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2018 год STI/PUB/1694.

Специальные руководства по безопасности (Specific Safety Guide, SSG)

Название публикации на английском языке	Название публикации на русском языке
IAEA Safety Standards Series No. SSG-40 . Predisposal Management of Radioactive Waste from Nuclear Power Plants and Research Reactors. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2016 STI/PUB/1719	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-40 Обращение с радиоактивными отходами атомных электростанций и исследовательских реакторов перед захоронением. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2023 год STI/PUB/1719.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-41 . Predisposal Management of Radioactive Waste from Nuclear Fuel Cycle Facilities. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2016 STI/PUB/1720	Обращение с радиоактивными отходами объектов ядерного топливного цикла перед захоронением.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-42 . Safety of Nuclear Fuel Reprocessing Facilities. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2017 STI/PUB/1744	Безопасность установок по переработке ядерного топлива.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-43 . Safety of Nuclear Fuel Cycle Research and Development Facilities. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2017 STI/PUB/1745	Безопасность предприятий, на которых проводятся исследования и практические работы по совершенствованию ядерного топливного цикла.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-44 . Establishing the Infrastructure for Radiation Safety. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2018 STI/PUB/1773	Создание инфраструктуры радиационной безопасности.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-45 . Predisposal Management of Radioactive Waste from the Use of Radioactive Material in Medicine, Industry, Agriculture, Research and Education. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2019 STI/PUB/1758	Обращение с радиоактивными отходами до их захоронения, образовавшимися от использования радиоактивных материалов в медицине, промышленности, сельском хозяйстве, научных исследованиях и образовании.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-46 . Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2018 STI/PUB/1775	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-46 . Радиационная защита и безопасность при медицинском использовании ионизирующего излучения. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2023 год. STI/PUB/1775.

Специальные руководства по безопасности (Specific Safety Guide, SSG)

Название публикации на английском языке	Название публикации на русском языке
IAEA Safety Standards Series No. SSG-47 . Decommissioning of Nuclear Power Plants, Research Reactors and Other Nuclear Fuel Cycle Facilities. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2018 STI/PUB/1812	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-47 . Вывод из эксплуатации атомных электростанций, исследовательских реакторов и других установок ядерного топливного цикла. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2023 год. STI/PUB/1812.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-48 . Ageing Management and Development of a Programme for Long Term Operation of Nuclear Power Plants Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2018 STI/PUB/1814	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-48 . Управление старением и разработка программы долгосрочной эксплуатации атомных электростанций. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2023 год. STI/PUB/1814.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-49 . Decommissioning of Medical, Industrial and Research Facilities. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2019 STI/PUB/1841	Вывод из эксплуатации медицинских, промышленных и исследовательских объектов.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-50 . Operating Experience Feedback for Nuclear Installations. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2018 STI/PUB/1805	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-50 Учет опыта эксплуатации ядерных установок. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2022 год. STI/PUB/1805.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-51 . Human Factors Engineering in the Design of Nuclear Power Plants. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2019 STI/PUB/1843	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-51 Инженерия человеческих факторов при проектировании атомных электростанций. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2024 год. STI/PUB/1843.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-52 . Design of the Reactor Core for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2019 STI/PUB/1859	Проектирование активной зоны реактора для атомных электростанций.

Специальные руководства по безопасности (Specific Safety Guide, SSG)

Название публикации на английском языке	Название публикации на русском языке
IAEA Safety Standards Series No. SSG-53 . Design of the Reactor Containment and Associated Systems for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2019 STI/PUB/1856	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-53 Проектирование защитной оболочки реактора т связанных с ней систем атомных электростанций. Руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2024 год. STI/PUB/1856.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-54 . Accident Management Programmes for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2019 STI/PUB/1834	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-54 Программы управления авариями на атомных электростанциях. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2023 год. STI/PUB/1834.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-55 . Radiation Safety of X Ray Generators and Other Radiation Sources Used for Inspection Purposes and for Non-medical Human Imaging. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2020 STI/PUB/1852	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-55 Радиационная безопасность генераторов рентгеновского излучения и других источников излучения, используемых для целей инспекционно-досмотрового контроля и немедицинской визуализации человека. Руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2022 год. STI/PUB/1852.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-56 . Design of the Reactor Coolant System and Associated Systems for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2020 STI/PUB/1878	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-56 Проектирование системы теплоносителя реактора и связанных с ней систем атомных электростанций. Руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2024 год. STI/PUB/1878.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-57 . Radiation Safety in Well Logging. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2020 STI/PUB/1879	Радиационная безопасность при проведении геофизических исследований скважин.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-58 . Radiation Safety in the Use of Nuclear Gauges. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2020 STI/PUB/1881	Радиационная безопасность при использовании датчиков, содержащих радиоактивные вещества.

Специальные руководства по безопасности (Specific Safety Guide, SSG)

Название публикации на английском языке	Название публикации на русском языке
IAEA Safety Standards Series No. SSG-59 . Radiation Safety of Accelerator Based Radioisotope Production Facilities. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2020 STI/PUB/1880	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-59 Радиационная безопасность установок по производству радиоизотопов на ускорителях. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2023 год. STI/PUB/1880.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-60 . Management of Residues Containing Naturally Occurring Radioactive Material from Uranium Production and Other Activities. Specific Safety Guides. IAEA, Vienna, 2021 STI/PUB/1883	Обращение с отходами, содержащими природные радиоактивные материалы, образующиеся в результате производства урана и других видов деятельности.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-61 Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2021. STI/PUB/1884	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-61 Формат и содержание отчета по обоснованию безопасности атомных электростанций. Руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2024 год. STI/PUB/1884.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-62 Design of Auxiliary Systems and Supporting Systems for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2020. STI/PUB/1885	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-62 Проектирование вспомогательных систем и обслуживающих систем атомных электростанций. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2024 год. STI/PUB/1885.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-63 Design of Fuel Handling and Storage Systems for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2020. STI/PUB/1897	Проектирование систем обращения и хранения топлива для атомных электростанций.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-64 . Protection against Internal Hazards in the Design of Nuclear Power Plants. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2021. STI/PUB/1947	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-64 Защита от внутренних опасностей при проектировании атомных электростанций. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2024 год. STI/PUB/1947.

Специальные руководства по безопасности (Specific Safety Guide, SSG)

Название публикации на английском языке	Название публикации на русском языке
IAEA Safety Standards Series No. SSG-65 . Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency Involving the Transport of Radioactive Material. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2022. STI/PUB/1960	Готовность и реагирование на ядерные или радиологические аварийные ситуации, связанные с перевозкой радиоактивных материалов.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-66 . Format and Content of the Package Design Safety Report for the Transport of Radioactive Material. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2022. STI/PUB/1980	Формат и содержание отчета о безопасности конструкции упаковки при перевозке радиоактивных материалов.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-67 . Seismic Design for Nuclear Installations. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2021. STI/PUB/1949	Проектирование ядерных установок, устойчивых к сейсмическим воздействиям.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-68 . Design of Nuclear Installations Against External Events Excluding Earthquakes. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2021. STI/PUB/1968	Проектирование ядерных установок на устойчивость к внешним воздействиям, за исключением землетрясений.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-69 . Equipment Qualification for Nuclear Installations. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2021. STI/PUB/1978	Выбор оборудования для ядерных установок.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-70 . Operational Limits and Conditions and Operating Procedures for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2022. STI/PUB/2009	Эксплуатационные пределы, условия и порядок эксплуатации атомных электростанций.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-71 . Modifications to Nuclear Power Plants. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2022. STI/PUB/2012	Внесение изменений в работу атомных электростанций.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-72 . The Operating Organization for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2022. STI/PUB/2013	Эксплуатирующая организация для атомных электростанций.

Специальные руководства по безопасности (Specific Safety Guide, SSG)

Название публикации на английском языке	Название публикации на русском языке
IAEA Safety Standards Series No. SSG-73 . Core Management and Fuel Handling for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2022. STI/PUB/2024	Управление активной зоной и обращение с топливом на атомных электростанциях.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-74 . Maintenance, Testing, Surveillance and Inspection in Nuclear Power Plants. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2022. STI/PUB/2028	Техническое обслуживание, испытания, наблюдение и инспектирование на атомных электростанциях.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-75 . Recruitment, Qualification and Training of Personnel for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2022. STI/PUB/2029	Подбор, квалификация и подготовка персонала для атомных электростанций.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-76 . Conduct of Operations at Nuclear Power Plants. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2022. STI/PUB/2032	Проведение работ на атомных электростанциях.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-77 . Protection Against Internal and External Hazards in the Operation of Nuclear Power Plants. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2022. STI/PUB/1991.	Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-77 . Защита от внутренних и внешних опасностей при эксплуатации атомных электростанций. Специальное руководство по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2024 год. STI/PUB/1991.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-78 . Compliance Assurance for the Safe Transport of Radioactive Material. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2023. STI/PUB/2033	Проверка соблюдения требований, необходимых для безопасной транспортировки радиоактивных материалов.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-79 . Hazards Associated with Human Induced External Events in Site Evaluation for Nuclear Installations. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2023. STI/PUB/2036	Опасности, связанные с антропогенными внешними событиями, при оценке площадки для ядерных установок.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-80 . Commissioning of Research Reactors. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2023. STI/PUB/2039	Ввод в эксплуатацию исследовательских реакторов.

Специальные руководства по безопасности (Specific Safety Guide, SSG)

Название публикации на английском языке	Название публикации на русском языке
IAEA Safety Standards Series No. SSG-81 . Maintenance, Periodic Testing and Inspection of Research Reactors. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2023. STI/PUB/2044	Техническое обслуживание, периодические испытания и инспекция исследовательских реакторов.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-82 . Core Management and Fuel Handling for Research Reactors. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2023. STI/PUB/2045	Управление активной зоной и обращение с топливом для исследовательских реакторов.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-83 . Operational Limits and Conditions and Operating Procedures for Research Reactors. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2023. STI/PUB/2046	Эксплуатационные пределы, условия и порядок эксплуатации исследовательских реакторов.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-84 . The Operating Organization and the Recruitment, Training and Qualification of Personnel for Research Reactors. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2023. STI/PUB/2048	Эксплуатирующая организация и подбор, подготовка и повышение квалификации персонала для исследовательских реакторов.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-85 . Radiation Protection and Radioactive Waste Management in the Design and Operation of Research Reactors. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2023. STI/PUB/2049	Радиационная защита и обращение с радиоактивными отходами при проектировании и эксплуатации исследовательских реакторов.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-86 . Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2023. STI/PUB/2052	Программы радиационной защиты при перевозке радиоактивных материалов
IAEA Safety Standards Series No. SSG-87 . Radiation Safety in the Use of Radiation Sources in Research and Education. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2024. STI/PUB/2059	Радиационная безопасность при использовании источников ионизирующего излучения в научных и образовательных целях.
IAEA Safety Standards Series No. SSG-88 . Design Extension Conditions and the Concept of Practical Elimination in the Design of Nuclear Power Plants Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2024. STI/PUB/2055	Условия продления срока службы и концепция практического исключения при проектировании атомных электростанций.

Специальные руководства по безопасности (Specific Safety Guide, SSG)

Название публикации на английском языке	Название публикации на русском языке
<p>IAEA Safety Standards Series No. SSG-89. Evaluation of Seismic Safety for Nuclear Installations. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2024. STI/PUB/2054</p>	<p>Оценка сейсмической безопасности для ядерных установок.</p>
<p>IAEA Safety Standards Series No. SSG-90. Radiation Protection Aspects of Design for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2024. STI/PUB/2078</p>	<p>Аспекты радиационной защиты при проектировании атомных электростанций.</p>
<p>IAEA Safety Standards Series No. SSG-91. Protection of Workers Against Exposure Due to Radon. Specific Safety Guide. IAEA, Vienna, 2024. STI/PUB/2098 https://doi.org/10.61092/iaea.ie56-5u7i</p>	<p>Защита персонала от воздействия радона.</p>

**ПЕРЕЧЕНЬ ДЕЙСТВУЮЩИХ САНИТАРНЫХ ПРАВИЛ
В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ (КРОМЕ МЕДИЦИНЫ)**

№	Название санитарных правил	Информация об изменениях	Номер по ПП РФ от 31.12.2020 № 2467	Решение по ПП РФ от 12.06.2024 № 792
1.	СП 2.6.1.759-99. Допустимые уровни содержания цезия-137 и стронция-90 в продукции лесного хозяйства.	без изменений с 1999 года	1229	Исключено.
2.	СП 2.6.1.28-2000. Правила радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций (ПРБ АС-99).	без изменений с 2000 года	1230	Исключено.
3.	СанПиН 2.6.1.993-00. Гигиенические требования к обеспечению радиационной безопасности при заготовке и реализации металлолома.	последние изменения от 14.07.2009	1231	Действует до 1 сентября 2025 г. Включено в СанПиН 2.6.4115-25, раздел IX
4.	СанПиН 2.6.1.48-01. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы. Санитарные правила обеспечения радиационной безопасности при выводе из эксплуатации промышленных реакторов СП ВЭ ПР –2001	без изменений	Нет	Нет решения
5.	СП 2.6.6.1168-02. Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-2002)	отменены письмом Роспотреб-надзора от 15.03.2018 № 09-2116-2018-40. Нового документа нет.	Нет	Нет решения
6.	СП 2.6.4.1115-02. Гигиенические требования к проведению работ с активированными материалами и изделиями при определении их износа и коррозии.	без изменений с 2002 года	1232	Исключено.
7.	СанПиН 2.6.1.07–03. Гигиенические требования к проектированию предприятий и установок атомной промышленности (СПП ПУАП-03).	последние изменения от 15.03.2003	1233	Исключено.
8.	СанПиН 2.6.1.08–03. Санитарные правила организации и проведения работ по производству энергетического урана из высокообогащенного оружейного урана (СП ВОУ-2003).	без изменений с 2003 года	1234	Исключено.
9.	СанПиН 2.6.1.1192-03. Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований.	последние изменения от 14.02.2006	1235	Действует до 1 сентября 2025 г. Включено в СанПиН 2.6.4115-25, раздел VI
10.	СанПиН 2.6.1.1202- 03. Гигиенические требования к использованию закрытых радионуклидных источников ионизирующего излучения при геофизических работах на буровых скважинах.	без изменений с 2003 года	1236	Действует до 1 сентября 2025 г. Включено в СанПиН 2.6.4115-25, раздел VII

ПЕРЕЧЕНЬ ДЕЙСТВУЮЩИХ САНИТАРНЫХ ПРАВИЛ
В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ (КРОМЕ МЕДИЦИНЫ)

№	Название санитарных правил	Информация об изменениях	Номер по ПП РФ от 31.12.2020 № 2467	Решение по ПП РФ от 12.06.2024 № 792
11.	СанПиН 2.6.1.1281-03. Санитарные правила по радиационной безопасности персонала и населения при транспортировании радиоактивных материалов (веществ).	без изменений с 2003 года	1237	Исключено.
12.	СанПиН 2.6.1.23-03. Гигиенические требования к проектированию и эксплуатации ядерных реакторов исследовательского назначения (СП ИР – 03).	без изменений с 2003 года	1238	Исключено.
13.	СанПиН 2.6.1.24-03. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-03).	без изменений с 2003 года	1239	Исключено.
14.	СанПиН 2.6.1.34-03. Обеспечение радиационной безопасности предприятий ОАО «ТВЭЛ» (СП ТВЭЛ-03).	без изменений с 2003 года	1240	Исключено.
15.	СанПиН 2.2.8.47-03. Костюмы изолирующие для защиты от радиоактивных и химически токсичных веществ.	без изменений с 2003 года	1241	Действует до 1 сентября 2025 г. Включено в СанПиН 2.6.4115-25, раздел XV
16.	СанПиН 2.2.8.49-03. Средства индивидуальной защиты кожных покровов персонала радиационно опасных производств.	без изменений с 2003 года	1242	Действует до 1 сентября 2025 г. Включено в СанПиН 2.6.4115-25, раздел XV
17.	СанПиН 2.2.8.48-03. Средства индивидуальной защиты органов дыхания персонала радиационно опасных производств	без изменений с 2003 года	1243	Исключено.
18.	СанПиН 2.2.8.46-03. Санитарные правила по дезактивации средств индивидуальной защиты.	без изменений с 2003 года	1244	Действует до 1 сентября 2025 г. Включено в СанПиН 2.6.4115-25, раздел XVI
19.	СП 2.6.1.45-03. Обеспечение радиационной безопасности при проектировании, строительстве, эксплуатации и выводе из эксплуатации атомных теплоэлектростанций малой мощности на базе плавучего энергетического блока (СП-АТЭС-2003).	без изменений с 2003 года	1245	Исключено.
20.	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.	последние изменения от 28.04.2018	1095 Документ действует до 01.01.2025	Действует до 1 сентября 2025 г.
21.	СП. 2.6.1.01-04 Обеспечение радиационной безопасности портов Российской Федерации при заходе и стоянке в них атомных судов, судов атомно-технологического обслуживания и плавучих энергоблоков атомных теплоэлектростанций (СП РБП-04).	без изменений с 2004 года	1246	Исключено.

**ПЕРЕЧЕНЬ ДЕЙСТВУЮЩИХ САНИТАРНЫХ ПРАВИЛ
В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ (КРОМЕ МЕДИЦИНЫ)**

№	Название санитарных правил	Информация об изменениях	Номер по ПП РФ от 31.12.2020 № 2467	Решение по ПП РФ от 12.06.2024 № 792
22.	СП 2.6.1.23-05. Обеспечение радиационной безопасности при выводе из эксплуатации комплектующего предприятия (СП ВЭ – КП — 05).	без изменений с 2005 года	1247	Исключено.
23.	СП 2.6.1.2040-05. Обеспечение радиационной безопасности при проектировании, строительстве, эксплуатации и выводе из эксплуатации атомных судов (СП РБ АС-2005).	без изменений с 2005 года	1248	Исключено.
24.	СП 2.6.1.2154-06. Обеспечение радиационной безопасности при комплексной утилизации атомных подводных лодок.	без изменений с 2006 года	1249	Исключено.
25.	СП 2.6.1.2205 – 07. Обеспечение радиационной безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции (СП ВЭ БАС – 07).	без изменений с 2007 года	1250	Исключено.
26.	СП 2.6.1.2216 – 07. Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ (СП СЗЗ и ЗН – 07).	последние изменения от 31.08.2020	1251	Исключено.
27.	СанПиН 2.6.1.2368-08. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении лучевой терапии с помощью открытых радионуклидных источников.	без изменений с 2008 года	1252	Действует до 1 сентября 2025 г. Включено в СанПиН 2.6.4115-25, раздел XI
28.	СанПиН 2.6.1.2523–09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009).	без изменений с 2009 года	1253	Исключено.
29.	СанПиН 2.6.1.2573-10. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации ускорителей электронов с энергией до 100 МэВ.	без изменений с 2010 года	1254	Исключено.
30.	СП 2.6.6.2572-2010. Обеспечение радиационной безопасности при обращении с промышленными отходами атомных станций, содержащими техногенные радионуклиды.	последние изменения от 12.01.2015	1255	Исключено.
31.	СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ 99/2010.	последние изменения от 16.09.2013	1256	Исключено.
32.	СП 2.6.1.2622-10. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности на объектах хранения газового конденсата в подземных резервуарах, образованных с применением ядерно-взрывной технологии.	без изменений с 2010 года	1257	Исключено.
33.	СанПиН 2.6.1.2749-10. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с радиоизотопными термоэлектрическими генераторами.	без изменений с 2010 года	1258	Исключено.

**ПЕРЕЧЕНЬ ДЕЙСТВУЮЩИХ САНИТАРНЫХ ПРАВИЛ
В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ (КРОМЕ МЕДИЦИНЫ)**

№	Название санитарных правил	Информация об изменениях	Номер по ПП РФ от 31.12.2020 № 2467	Решение по ПП РФ от 12.06.2024 № 792
34.	СанПиН 2.6.1.2748-10. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при работе с источниками неиспользуемого рентгеновского излучения.	без изменений с 2010 года	1259	Исключено.
35.	СанПиН 2.6.1.2800-10. Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет источников ионизирующего излучения.	без изменений с 2010 года	1260	Действует до 1 сентября 2025 г.
36.	СанПиН 2.6.1.2802-10. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении работ со скважинными генераторами нейтронов.	без изменений с 2010 года	1261	Исключено.
37.	СанПиН 2.6.1.2819-10. Обеспечение радиационной безопасности населения, проживающего в районах проведения (1965 - 1988 гг.) ядерных взрывов в мирных целях.	без изменений с 2010 года	1262	Исключено.
38.	СанПиН 2.6.1.2891-11. Требования радиационной безопасности при производстве, эксплуатации и выводе из эксплуатации (утилизации) медицинской техники, содержащей источники ионизирующего излучения.	без изменений с 2011 года	1263	Действует до 1 сентября 2025 г.
39.	СанПиН 2.6.1.3106-13. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при использовании рентгеновских сканеров для персонального досмотра людей.	без изменений с 2013 года	1264	Действует до 1 сентября 2025 г. Включено в СанПиН 2.6.4115-25, раздел VIII
40.	СанПиН 2.6.1.3164-14. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при рентгеновской дефектоскопии.	без изменений с 2014 года	1265	Действует до 1 сентября 2025 г. Включено в СанПиН 2.6.4115-25, раздел IV
41.	СП 2.6.1.3241-14. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при радионуклидной дефектоскопии.	изменения от 30.10.2017	1266	Действует до 1 сентября 2025 г. Включено в СанПиН 2.6.4115-25, раздел III
42.	СанПиН 2.6.1.3239-14. Производство и применение радиолюминесцентных источников света с газообразным тритием и изделий на их основе.	без изменений с 2014 года	1267	Действует до 1 сентября 2025 г.
43.	СП 2.6.1.3247-15. Гигиенические требования к размещению, устройству, оборудованию и эксплуатации радоновых лабораторий, отделений радонотерапии.	без изменений с 2015 года	1268	Действует до 1 сентября 2025 г. Включено в СанПиН 2.6.4115-25, раздел XIV
44.	СанПиН 2.6.1.3287-15. Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с радиоизотопными приборами и их устройству.	без изменений с 2015 года	1269	Действует до 1 сентября 2025 г. Включено в СанПиН 2.6.4115-25, раздел II

ПЕРЕЧЕНЬ ДЕЙСТВУЮЩИХ САНИТАРНЫХ ПРАВИЛ
В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ (КРОМЕ МЕДИЦИНЫ)

№	Название санитарных правил	Информация об изменениях	Номер по ПП РФ от 31.12.2020 № 2467	Решение по ПП РФ от 12.06.2024 № 792
45.	СанПиН 2.6.1.3288-15. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при подготовке и проведении позитронной эмиссионной томографии.	без изменений с 2015 года	1270	Действует до 1 сентября 2025 г.
46.	СанПиН 2.6.1.3289-15. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с источниками, генерирующими рентгеновское излучение при ускоряющем напряжении до 150 кВ.	изменения от 30.10.2017	1271	Действует до 1 сентября 2025 г.
47.	СанПиН 2.6.1.3488-17. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с лучевыми досмотровыми установками.	без изменений с 2017 года	1272	Действует до 1 сентября 2025 г. Включено в СанПиН 2.6.4115-25, раздел V
48.	СанПиН 2.6.4115-25. Санитарно-эпидемиологические требования в области радиационной безопасности населения при обращении источников ионизирующего излучения»	Документ утвержден в 2025 году	нет	Действует до 1 сентября 2031 года

Формат 60x90/16, объём 16,5 усл. печ. л.

Бумага 80 г/м² офсетная.

Гарнитура Times New Roman.

Тираж 1000 экз. Заказ № Н907.

Отпечатано в типографии

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России.

123098 Москва, ул. Живописная, 46.

Тел.: +7 (499) 190-93-90.

rcdm@mail.ru, lochin59@mail.ru

www.fmbafmbc.ru

