

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук

Российский национальный доклад
40 ЛЕТ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ
Итоги и перспективы
преодоления ее последствий в России

1986—2026

**ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОГО РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ДОКЛАД

40 ЛЕТ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ

**Итоги и перспективы
преодоления ее последствий в России**

1986—2026

Москва, 2026

УДК 621.039.009—621.039.6

ББК 31.47 + 31.42

Р 76

Р 76 Российский национальный доклад: 40 лет чернобыльской аварии. Итоги и перспективы преодоления ее последствий в России. 1986—2026 / Под общ. ред. Л. А. Большова ; Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук. — М. : ООО «Радугапринт», 2026. — 80 с. : ил. + табл. — ISBN 978-5-907375-32-1.

В докладе коротко рассматриваются основные этапы работ по ликвидации последствий аварии в 30-км зоне Чернобыльской АЭС и меры по защите населения на более отдаленных территориях в советский период, а также в период реализации государственных чернобыльских программ (1992–2015 гг.). Представлены данные о современной обстановке на радиационно загрязненных территориях Российской Федерации, последствиях для сельского и лесного хозяйства и объектов биоты. Анализируются дозы аварийного облучения участников работ по ликвидации последствий аварии и затронутого аварией населения, а также результаты изучения ранних и отдаленных медицинских последствий аварии. Коротко рассматриваются гуманитарные последствия аварии и ее уроки для общества, связанные с принятием долговременных решений по защите населения на основе субъективной оценки риска.

Большое внимание уделено урокам для российской атомной энергетики, включая срочные корректирующие меры и долговременные усилия, в результате которых достигнут современный уровень безопасности АЭС. Отмечено, что после аварии принципиально изменились подходы к обеспечению безопасности атомной энергетики. Чернобыль заставил осознать приоритет безопасности и необходимость глубокого понимания процессов, происходящих при тяжелых авариях на АЭС. Обсуждается созданная после аварии Чернобыля система аварийного реагирования в атомной отрасли, анализируется накопленный в этой области опыт. В приложении к докладу приведен перечень российских организаций, ученых и специалистов, внесших значимый вклад в решение проблем преодоления последствий чернобыльской катастрофы.

Настоящее издание представляет интерес для ученых и специалистов в области атомной энергетики и обеспечения радиационной безопасности населения и территорий, сотрудников федеральных и региональных структур государственной власти и управления, а также для широкого круга читателей.

ISBN 978-5-907375-32-1



© Коллектив авторов, 2026

© ИБРАЭ РАН, 2026

© АНО «ИЦАО», 2026

Российский национальный доклад 40 ЛЕТ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ: Итоги и перспективы преодоления ее последствий в России 1986–2026

Под общей редакцией Л. А. Большова

Авторы:

Общие проблемы:

Линге И.И., Мелихова Е.М., Панченко С.В., Абалкина И.Л. (ИБРАЭ РАН);
Панфилов А.П. (ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России);
Мануйло О.Л., Финогенов А.А. (МЧС России);
Голубева Н.И. (Минобрнауки)
Иванов В.В. (Президиум РАН)

Радиоэкологические последствия

Санжарова Н.И., Фесенко С.В., Гераськин С.А., Шубина О.А. («Курчатовский институт»);
Шершаков В.М., Булгаков В.Г., Бурякова А.А., Каткова М.Н., Крышев И.И.,
(«НПО «Тайфун» Росгидромета);
Прудников П.В. (Брянский филиал ФГБУ «Агрохимическая служба России»);
Раздайводин А.Н., Радин А.И., Ромашкин Д.Ю., Сидоренков В.М.
(ФБУ ВНИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства);
Линге И.И., Панченко С.В., Абалкина И.Л. (ИБРАЭ РАН);
Воронов С.И. (Почвенный институт имени В.В. Докучаева)

Дозы облучения и медицинские радиологические последствия

Клочков В.Н., Кочетков О.А., Лягинская А.М., Метляев Е.Г., Шинкарев С.М.,
Зиятдинов М.Н., Симаков А.В., Абрамов Ю.В.
(ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России);
Иванов В.К., Максюттов М.А., Чекин С.Ю.
(МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России);
Братилова А.А., Кравцова О.С., Романович И.К.
(Санкт-Петербургский НИИРГ им. П.В. Рамзаева);
Алексанин С.С. (ФГБУ «ВЦЭРМ им. А.М.Никифорова» МЧС России);
Марченко Т.А. (ГНЦ РФ ФГБУ «ВНИИГОЧС МЧС России»),
Чучина И.С., Романова Г.А. (ГАУЗ «Брянский клинико-диагностический центр»);
Линге И.И., Мелихова Е.М. (ИБРАЭ РАН)

Последствия аварии для общества

Мелихова Е.М., Абалкина И.Л. (ИБРАЭ РАН);
Марченко Т.А. (ГНЦ РФ ФГБУ «ВНИИГОЧС МЧС России»);
Гришин В.Л. («Союз «Чернобыль» России»)

Безопасность объектов использования атомной энергии в России

Линге И.И., Красноперов С.Н., Стрижов В.Ф. (ИБРАЭ РАН);
Адамов Е.О., Асмолов В.Г. (Госкорпорация «Росатом»);
Райков С.В., Лапин С.В. (ДЯРБ ГК «Росатом»);
Петкевич Г.В. («Служба генерального инспектора ГК «Росатом»);
Хамаза А.А., Курындин А.В., Позизов А.В. (ФБУ «НТЦ ЯРБ»);
Грачев М.И., Саленко Ю.А., Фролов Г.П. (ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России)

ПРЕДИСЛОВИЕ ПРЕЗИДЕНТА РАН

*Читателям издания, посвящённого годовщине
аварии на Чернобыльской АЭС*

Уважаемые читатели!

Сорок лет тому назад, 26 апреля 1986 года, произошла авария на Чернобыльской АЭС. Она имела беспрецедентные последствия для атомной энергетики, экономики, экологии и, конечно, для миллионов людей.

На многие вопросы, связанные с преодолением последствий аварии, должна была дать ответ наука. Уже в 1986 году Правительством СССР были приняты решения о начале масштабных исследований последствий аварии, подготовке научно-обоснованных предложений по защите населения, окружающей среды. Руководство и организация этих исследований были возложены на Межведомственный координационный совет по научным проблемам Чернобыля при Президиуме Академии наук СССР. Кроме того, в нашей стране были созданы новые научно-исследовательские центры, в том числе Институт проблем безопасного развития атомной энергетики в составе АН СССР.

Сегодня ИБРАЭ РАН – это авторитетный, состоявшийся научный институт, чьи разработки востребованы страной. Благодаря деятельности его коллектива в настоящее время осмыслены уроки аварии, а результаты исследований стали весомым вкладом в развитие радиоэкологии, охрану здоровья и другие сферы. Важнейшее значение имеют формирование новой парадигмы регулирования и обеспечения безопасности, которая реализуется в форме двухкомпонентной атомной энергетики с замыканием топливного цикла, создание и совершенствование современной системы аварийного реагирования.

Особо отмечу, что изложенные в докладе взгляды и мнения являются итогом многолетней работы специалистов по чернобыльской тематике. Уверен, что это издание, подготовленное по инициативе ИБРАЭ РАН, даст читателю полное и объективное представление о решённых за предыдущие годы научных, практических проблемах, сохраняющихся экологических и социальных рисках, а также об актуальных задачах, которые стоят перед нашими учёными.

*Президент РАН
академик РАН*



Г.Я. Красников

ПРЕДИСЛОВИЕ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ ИБРАЭ РАН

Создание Института проблем безопасного развития атомной энергетики в 1988 году было непосредственно связано с аварией на ЧАЭС. Перед учеными была поставлена задача проведения фундаментальных исследований в области безопасности ядерных технологий от глубокого изучения физики процессов и развития методов их моделирования до системного подхода к анализу всей совокупности факторов безопасности.

Уже через несколько лет после образования Институт стал выполнять функции головной организации по информационно-аналитической поддержке реализации государственных программ по преодолению последствий аварии. Первый Национальный доклад Российской Федерации по проблемам преодоления последствий Чернобыльской катастрофы вышел к 10-й годовщине аварии и был представлен на международной конференции МАГАТЭ «10 лет после Чернобыля». Он впервые продемонстрировал консолидированную позицию органов государственного управления и научных организаций по проблемам Чернобыля.

В последующие годы подобные доклады регулярно готовились под эгидой МЧС России в 2001, 2006, 2011, 2016 и 2021 годах. В 2015 году была завершена последняя российская программа преодоления последствий. Мы считаем эту ситуацию оправданной: радиационная обстановка радикальным образом улучшилась, многократно снизилась необходимость применения специальных мер в сельском и лесном хозяйстве, акцент в реабилитации территорий сместился в направлении обычных задач интенсификации земледелия и лесопользования; специалисты продолжают заниматься этими вопросами. В загрязненных районах существенно улучшена инфраструктура здравоохранения, функционируют специализированные медицинские центры. Продолжаются радиационно-эпидемиологические исследования. Исследования и разработки в области безопасности и аварийного реагирования интенсивно развиваются, но уже вне связи с чернобыльской аварией.

История создания института обязывает нас продолжать системный анализ последствий аварии в контексте происходящих временных изменений. Наша инициатива по подготовке доклада 2026 года была поддержана заинтересованными министерствами и ведомствами. Структура доклада в сравнении с докладом 2021 года заметно изменилась. Теперь вопросы реализации защитных мер в прошлые годы в основном сосредоточены в первом разделе, а в последующих разделах представлены современные данные по различным аспектам. В приложении к докладу приведен перечень организаций и расширенный список специалистов, внесших значимый вклад в решение проблем преодоления последствий чернобыльской катастрофы.

В завершение отмечу, что в докладе предпринята попытка более четкой констатации ситуации. Основные положения, важные для понимания современного положения дел на загрязненных территориях и итогов работ, выделены в конце каждого крупного раздела.

Научный руководитель ИБРАЭ РАН,
академик РАН
участник ЛПА на ЧАЭС 1986 г.



Л. А. Большов

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ ПРЕЗИДЕНТА РАН.....	4
ПРЕДИСЛОВИЕ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ ИБРАЭ РАН	5
1. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО МИНИМИЗАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ В 1986–2015 ГГ.....	9
1.1 Авария на Чернобыльской АЭС	9
1.2 Управление работами по ликвидации последствий аварии.....	11
1.3 Первоочередные меры по защите населения и охране окружающей среды (1986–1989 гг.).....	13
1.3.1 Меры по локализации радиоактивного выброса в 30-километровой зоне ЧАЭС	13
1.3.2 Медицинская помощь пострадавшим и радиологические обследования населения.....	14
1.3.3 Меры по радиационной защите ликвидаторов и населения	15
1.4 Выработка стратегии защитных мер в условиях политического кризиса (1989–1991 гг.)	16
1.5 Государственные программы 1992–2015 гг.....	18
1.6 Выводы по разделу	20
2. СОВРЕМЕННАЯ РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИЯХ РОССИИ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС	22
2.1 Радиоактивное загрязнение после аварии	22
2.2 Количество населенных пунктов на загрязненной территории	22
2.3 Содержание ¹³⁷ Cs приземном слое атмосферы	25
2.4 Содержание ¹³⁷ Cs в водоемах	26
2.5 Последствия для сельского хозяйства	26
2.6 Последствия для лесного хозяйства.....	30
2.7 Облучение объектов живой природы	32
2.8 Выводы по разделу	34
3. ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ И МЕДИЦИНСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ РОССИЙСКИХ УЧАСТНИКОВ РАБОТ ПО ЛИКВИДАЦИИ АВАРИИ	35
3.1 Когорты участников работ по ликвидации аварии и оценки доз.....	35
3.1.1 Когорта ликвидаторов в НРЭР.....	36
3.1.2 Когорта ликвидаторов в Ведомственном подреестре ФМБА России	36
3.2 Медицинские радиологические последствия	37
3.2.1 Медицинская помощь пострадавшим в первые дни аварии	37
3.2.2 Отдаленные последствия облучения	38
3.3 Выводы по разделу	42

4. ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ И МЕДИЦИНСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ АВАРИИ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ, ВОВЛЕЧЕННОГО В АВАРИЮ.....	44
4.1. Дозы облучения населения вследствие аварии на Чернобыльской АЭС и их вклад в общее облучение.....	44
4.1.1. Облучение населения СССР в острый период аварии	44
4.1.2. Современная ситуация в Российской Федерации	44
4.2. Медицинские радиологические последствия облучения для населения	48
4.3. Выводы по разделу	50
5. ПОСЛЕДСТВИЯ АВАРИИ ДЛЯ ОБЩЕСТВА (1986—2025).....	51
5.1. Политика социальной защиты пострадавших	51
5.2. Восприятие радиационного риска и отношение к атомной энергетике.....	53
5.3. Проблемы коммуникации экспертов с обществом по вопросам оценки радиационных рисков для здоровья	55
5.4. Выводы по разделу.....	56
6. БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ В РОССИИ	57
6.1. Уроки для атомной отрасли.....	57
6.1.1. Развитие государственного регулирования безопасности в области использования атомной энергии	57
6.1.2. Практическая реализация требований по анализу тяжелых аварий и управлению ими (развитие методов моделирования и управления тяжелыми авариями)	58
6.1.3. Продление сроков эксплуатации реакторов РБМК и подготовки их к выводу из эксплуатации	60
6.1.4. Развитие двухкомпонентной ядерной энергетики	61
6.1.5. Современные подходы к регулированию безопасности существующих и перспективных объектов использования атомной энергии	63
6.2. Уроки для аварийного реагирования	65
6.2.1. Создание современной системы аварийного реагирования.....	65
6.2.2. Современное состояние системы аварийной готовности	65
6.2.3. Системы радиационного мониторинга.....	67
6.2.4. Система научно-технической поддержки принятия решений	67
6.3. Выводы по разделу	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
ЛИТЕРАТУРА.....	73
ПРИЛОЖЕНИЕ. ОРГАНИЗАЦИИ И СПЕЦИАЛИСТЫ РОССИИ, ВНЕСШИЕ РЕШАЮЩИЙ ВКЛАД В РАБОТЫ ПО ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧАЭС.....	77



1 Организация работ по минимизации последствий аварии в 1986–2015 гг.

1.1 Авария на Чернобыльской АЭС

25 апреля 1986 г. на Чернобыльской АЭС шла подготовка к остановке 4-го энергоблока на планово-предупредительный ремонт, во время которого предполагалось проведение эксперимента, нацеленного на повышение работоспособности систем безопасности энергоблока. Вследствие диспетчерских ограничений остановка реактора несколько раз откладывалась, что вызвало определенные трудности с управлением мощностью реактора. Причины аварии и последовательный ход событий, приведших к ней, многократно рассматривались в официальных докладах и научной литературе [1.1–1.10], в том числе в экзотических вариантах. В настоящее время наиболее авторитетной является работа [1.10]

26 апреля в 01:24 произошел неконтролируемый рост мощности, который привел к взрывам и разрушению значительной части реакторной установки (рис. 1.1). В результате аварии в окружающую среду было единовременно выброшено значительное количество радиоактивных веществ. Интенсивный выброс продолжался более двух недель, хотя большая часть активности попала в окружающую среду в первые два дня. В этот период радиоактивному загрязнению подверглись территории десятков стран (см. Раздел 2).

Рисунок 1.1.
Площадка ЧАЭС
с разрушенным
энергоблоком,
Съемка 3 мая
1986 г.

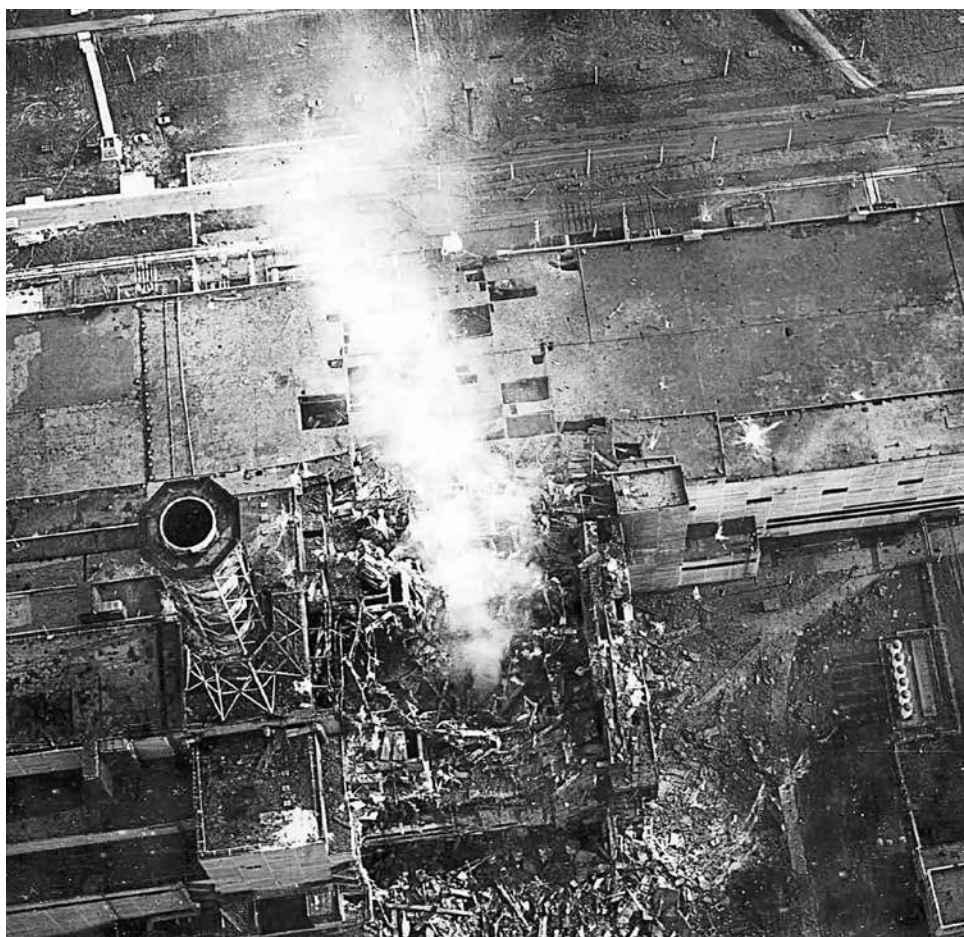


Фото слева:
Площадка ЧАЭС
с разрушенным
энергоблоком,
строительство
объекта «Укрытие»,
1986 г. фото:
В.И. Ободзинский

Разрушение реактора было неожиданным для персонала и руководства ЧАЭС. Следствием этого стали неадекватные масштабу аварии действия руководящего состава станции и неполное информирование органов государственного управления в первые часы. Позже, когда масштабы аварии стали очевидны, руководство СССР не предприняло своевременных действий по информированию населения страны и прилегающих государств. Несмотря на возможность серьезных радиационных последствий облучения вблизи станции и предъявленные доказательства трансграничного переноса, первое официальное сообщение об аварии появилось только на третьи сутки. Еще через некоторое время были предприняты меры по засекречиванию части данных о реальных и прогнозируемых последствиях аварии.

Сразу после взрыва выброшенные из реактора фрагменты активной зоны вызвали пожар на крыше машинного зала и в реакторном зале. Оперативно прибывшим на место аварии пожарным пришлось работать в условиях крайне высоких радиационных полей. Благодаря их самоотверженным и слаженным действиям пожар был полностью ликвидирован за пять часов. Все пожарные (69 человек) получили высокие дозы облучения, у многих были обширные ожоги. Несмотря на активное лечение, включая трансплантацию костного мозга, 28 человек из числа работников ЧАЭС и пожарных умерли в первые сто дней после аварии. Подвиг пожарных отмечен высокими государственными наградами. В честь погибших героев во многих городах бывшего СССР позже были установлены памятники и памятные знаки.



Рисунок 1.2.
Верхнее фото:
памятник
ликвидаторам
Чернобыльской
катастрофы.
Поклонная гора,
г. Москва.

Мемориал
ликвидаторам
аварии на ЧАЭС
на Митинском
кладбище Москвы



Последующий анализ причин аварии на ЧАЭС показал их системный характер. Техническое несовершенство конструкций реактора сочеталось с отсутствием межведомственного и внутриведомственного информирования о нарушениях в работе на других АЭС¹ и пренебрежением правилами и нормами безопасности на всех уровнях управления атомными станциями².

Катастрофический характер аварии и глобальный характер радиоактивного загрязнения далеко не сразу привели к коренному пересмотру отношения к вопросам информирования внутри страны и на международном уровне. Руководство страны достаточно тяжело принимало решения о предоставлении детальной информации об аварии в МАГАТЭ. В августе 1986 года на совещании экспертов МАГАТЭ советские специалисты представили отчет с анализом причин аварии и прогнозом ее последствий, в том числе и для здоровья населения [1.1], но в СССР доступ к этим материалам был ограничен. Несмотря на объявленный ЦК КПСС в начале марта 1986 года курс на гласность и открытость, данные о радиационных последствиях чернобыльской аварии оставались засекреченными вплоть до 1988 года.

В июне 1988 года в г. Обнинске прошла первая открытая всесоюзная конференция «Радиационные аспекты Чернобыльской аварии». В работе конференции приняли участие более 530 ведущих ученых и специалистов учреждений Госкомгидромета, Академии наук, Академии медицинских наук, Министерства здравоохранения, Госагропрома, Министерства атомной энергетики СССР и др. В докладах участников были представлены результаты исследований радиационных последствий чернобыльской аварии в первые два года (1986–1988 гг.) [1.11].

1.2 Управление работами по ликвидации последствий аварии

В рамках принятой в СССР практики уже утром 26 апреля была организована Правительственная комиссия по расследованию причин аварии во главе с заместителем председателя Совета министров СССР Б. Е. Щербиной. В тот же день члены комиссии прибыли на место аварии и взяли на себя руководство работами. Основные усилия Правительственной комиссии были направлены на разработку оперативных мероприятий по локализации аварии и защите проживающего вблизи АЭС населения.

С первых часов и дней работа Правительственной комиссии сопровождалась глубокими противоречиями в организации противоаварийных работ. По рекомендации ученых и специалистов Правительственная комиссия приняла чрезвычайно важные решения по останову 1, 2 и 3-го блоков ЧАЭС, экстренной эвакуации жителей города Припяти³, забросу в разрушенный реактор стабилизирующих материалов и другим вопросам. В то же время задача скорейшего возобновления работы ЧАЭС была определена в качестве стратегической и последующие решения по ускоренной дезактивации площадки (до осени 1986 года), запуску энергоблоков №1, 2 и 3 (1986–1987), завершению строительства объекта «Укрытие» и ряд других принимались на высшем уровне государственного

¹ Эффекты положительной реактивности, ставшие физической причиной чернобыльской аварии, наблюдались на ректорах данного типа и ранее, в том числе на Ленинградской АЭС в 1975 г., на 1-м блоке Чернобыльской АЭС в 1982 г. и на Игналинской АЭС в 1983 г.

² В 1966 г. атомные станции были переданы из Минсредмаша в подчинение Министерства энергетики СССР, а позднее в 1978 г. (кроме Ленинградской АЭС) во Всесоюзное промышленное объединение по атомной энергетике «Союзатомэнерго», где приоритет отдавался в первую очередь производственным показателям. В 1986 году атомные станции вошли в состав нового Министерства атомной энергетики, а в 1989 г. переданы в подчинение Министерству атомной энергетики и промышленности [1.12].

³ Через несколько дней после этого было также эвакуировано население из ближней (10-километровой) зоны ЧАЭС и принято решение об эвакуации населения из 30-ти км зоны АЭС и ряда населенных пунктов за ее пределами [1.13].

управления уже без должной научной проработки. Понимание безусловной необходимости привлечения научного сообщества к принятию решений по конкретным вопросам ликвидации последствий аварии сочеталось с отсутствием научной экспертизы при расстановке приоритетов и постановке долгосрочных целей, что в полной мере проявилось и в последующие годы.

29 апреля 1986 года к работе приступила Оперативная группа Политбюро ЦК КПСС, которую возглавил председатель Совета министров СССР Н. И. Рыжков. Тогда же были сформированы республиканские комиссии и областные штабы, оперативные группы Министерства обороны, гражданской обороны, начальника химических и инженерных войск. Партийное руководство определяло цели и задачи, исходя в основном из политических соображений. Во многих случаях это вело к установлению неоправданно жестких сроков выполнения работ и привлечению необоснованно больших контингентов неподготовленных людей к работам в радиационно опасных условиях. 29 мая вышло постановление ЦК КПСС и Совета министров СССР, в котором интенсификация работ по дезактивации 30-километровой зоны ЧАЭС была объявлена первоочередной задачей, имеющей важное социально-экономическое и политическое значение. Для ее выполнения позволялось в массовом порядке привлекать военнообязанных запаса⁴.

Существенную сложность для идентификации радиоактивного загрязнения и прогнозирования доз облучения представляли разнообразие физико-химических форм выпадений и их пространственная неоднородность как в непосредственной близости от аварийного энергоблока так и на больших расстояниях от него [1.15]. Новизна, долгосрочный и комплексный характер этих и других вопросов, возникавших при ликвидации последствий аварии, требовали серьезной научно-технической поддержки. В том же 1986 году Советом министров СССР были приняты решения о начале масштабных научных исследований последствий аварии и подготовке научно-обоснованных решений по защите населения и окружающей среды. Руководство и координация исследований возлагались на Межведомственный координационный совет по научным проблемам Чернобыля при Президиуме Академии наук СССР под руководством академика А. П. Александрова. Также были созданы специальные рабочие группы и научно-исследовательские центры по отдельным проблемам, в том числе Всесоюзный центр радиационной медицины в Киеве. К работам были привлечены крупные ученые и организаторы науки, которые определили приоритетные задачи и сформировали несколько направлений исследований и научных школ для их решения.

Беспрецедентный объем выполненных в 1986 году работ частично обесценивался стратегическими ошибками и просчетами, долговременные последствия которых во многих отношениях стали для общества более серьезными, чем сама авария. К ним следует отнести:

- необоснованную интенсификацию работ по дезактивации и восстановлению объектов инфраструктуры Чернобыльской АЭС и привлечение беспрецедентно больших контингентов к работам в зоне ЧАЭС;
- запаздывание с защитными мерами по предотвращению облучения щитовидной железы;
- отсутствие информирования населения на загрязненных территориях и широкой общественности, в том числе научной.

⁴ П. 2. ...Учитывая большие масштабы дезактивационных работ, ускорить развертывание соответствующих соединений, частей и подразделений, призвать из запаса на специальные учебные сборы сроком до 6 месяцев необходимое количество военнообязанных, а также привлечь из народного хозяйства в установленном порядке транспортные средства и другую технику на период выполнения работ. Призыв военнообязанных осуществлять сверх лимитов, установленных Министерству обороны Постановлением Совета Министров СССР от 20 августа 1985 г. N 795-236. [1.14]

В период до 1989 года руководство работами по ликвидации последствий аварии осуществлялось централизованно и отражало иерархию органов власти в СССР. На высшем уровне была Оперативная группа Политбюро ЦК КПСС, далее шли Правительственная комиссия по чрезвычайным ситуациям, отраслевые, республиканские и областные комиссии. Научную поддержку работ осуществляли специальный Научный совет АН СССР, а также специализированные научные комиссии, в том числе Национальная комиссия по радиационной защите (НКРЗ СССР). В конце 1989 года был образован Союзный комитет по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в составе Государственной комиссии Совета министров СССР по чрезвычайным ситуациям. Союзный комитет сформировал союзную государственную программу по преодолению последствий чернобыльской катастрофы, которая начала реализовываться. Отличительной чертой программы стал специальный раздел по информационно-аналитической поддержке программы, работы по которому стал осуществлять вновь созданный академический научный центр – Институт проблем безопасного развития атомной энергетики. В последующий период роль республиканских органов управления и научных организаций быстро возрастала, а к исходу 1991 года стала доминировать.

1.3 Первоочередные меры по защите населения и охране окружающей среды (1986–1989 гг.)

1.3.1 Меры по локализации радиоактивного выброса в 30-километровой зоне ЧАЭС

Работа по ликвидации последствий аварии проходила в несколько этапов. Первый этап занял примерно 2 недели (с 26.04 по 6–9.05.86 г.). За это время были эвакуированы ~100 тысяч жителей (население г. Припять и 30-километровой зоны вокруг ЧАЭС), в том числе по понтонному мосту, наведенному 30 апреля через реку Припять. К концу второй недели значительно снизилась интенсивность радиоактивного выброса, были остановлены уцелевшие три реактора Чернобыльской АЭС, получены и проанализированы первые данные, характеризующие масштаб произошедшей аварии. Начато массовое привлечение научных кадров, личного состава Министерства обороны (в том числе и резервистов), подключение экономического и промышленного потенциала страны.

Второй этап продолжался с мая до конца декабря 1986 г. Основные работы этого этапа:

- под 4-м блоком сооружена бетонная охлаждаемая защита, предотвращающая поступление топливосодержащих масс под здание реактора;
- опорожнены емкости бассейна-барботера;
- сооружена «стена в грунте», препятствующая миграции радионуклидов с подземными водами за территорию промплощадки ЧАЭС;
- проведена обваловка берегов реки Припять; построены гидротехнические сооружения, препятствующие загрязнению воды в водохранилищах Днепроовского каскада;
- сооружен объект «Укрытие», который изначально именовался «Саркофаг» (рис. 1.3). Это сложное инженерное сооружение высотой более 50 м и внешними размерами 200x200 м накрыло 4-й энергоблок ЧАЭС и позволило радикально сократить поступление радиоактивных элементов в атмосферу⁵.

Достигнутый к концу 1986 года уровень ядерной и радиационной безопасности на аварийном реакторе и прилегающей территории позволил ввести в эксплуатацию 1-й и 2-й энергоблоки ЧАЭС. Проведенная позже оценка эффективности реализован-

⁵ Объект «Укрытие» продолжал выполнять свою задачу вплоть до 2019 года, когда в эксплуатацию был введен новый безопасный контеймент, полностью накрывший старое сооружение.



Рисунок 1.3.
Зима 1987 г.
Объект «Укрытие»
построен.
Фото: В. И. Ободзинский

ных защитных мер, в том числе создания стены в грунте и иных водоохраных защитных мер не подтвердила их эффективность [1.16, 1.17].

На третьем этапе (1987—1989) был выполнен большой комплекс дезактивационных работ на самой станции и на прилегающей территории, а также введен в эксплуатацию 3-й энергоблок ЧАЭС. Под давлением общественности принятое ранее решение завершить строительство 5-го и 6-го энергоблоков было пересмотрено. Для эксплуатационного персонала ЧАЭС был построен город Славутич. На выбранных для строительства города территориях и поблизости имелись пятна повышенного радиоактивного загрязнения, что потребовало проведения дополнительных мероприятий по дезактивации. В эти годы также был выполнен значительный объем работ по обращению с радиоактивными отходами.

На всех трех этапах работы проводились с широкомасштабным привлечением военной техники и личного состава Министерства обороны: кадровых военных, солдат срочной службы и призванных из запаса гражданских лиц.

К концу 1980-х годов пришло понимание, что справиться с последствиями аварии в 30-км зоне в ближайшие несколько лет и даже несколько десятилетий не удастся. В этот же период стали проявляться негативные последствия ряда защитных мер, в том числе в водоохранной сфере (среди них подтопление значительных территорий и др.) [1.16, 1.17]. Акценты сместились с ликвидации последствий аварии на их минимизацию, и на первый план вышла задача обеспечения безопасности населения загрязненных территорий.

1.3.2 Медицинская помощь пострадавшим и радиологические обследования населения

Возникшие с первых часов аварии задачи по оказанию медицинской помощи пострадавшим решались в основном успешно, в первую очередь благодаря уникальному опыту специалистов Института биофизики, полученному при оказании медицинской помощи пострадавшим в других радиационных авариях. Через двое

суток 237 человек с первичным диагнозом «острая лучевая болезнь» были доставлены в специализированные клиники Москвы и Киева. Большинство тяжелых пациентов лечились в московской Клинической больнице № 6 на базе Института биофизики (см. Раздел 3). Еще через несколько дней силами Института биофизики и Ленинградского научно-исследовательского института радиационной гигиены были развернуты работы по оценке доз и путей облучения населения на наиболее загрязненных территориях Белоруссии (Гомельская и Могилевская области) и России (Брянская область). Специалисты Института медицинской радиологии Академии медицинских наук СССР (г. Обнинск) организовали дозиметрические измерения щитовидной железы в западных районах Калужской области, а позже инициировали создание Всесоюзного распределенного медико-дозиметрического регистра лиц, пострадавших от аварии на ЧАЭС (см. Раздел 3).

1.3.3 Меры по радиационной защите ликвидаторов и населения

В течение первого месяца после аварии была сформирована система дозиметрического обеспечения участников работ, в том числе были определены допустимые пределы облучения персонала, регламенты функционирования многочисленных санитарных пропускников, порядки учета доз облучения и действий в случае их превышения. Меры дозиметрического контроля в разных организациях и ведомствах выполнялись с разной степенью надежности. Наиболее эффективно эта работа проводилась в организациях Минсредмаша СССР.

С конца мая 1986 года интенсивность защитных и реабилитационных мер, касающихся населения, определялась на основе зонирования территорий. В его основе лежали данные обследований радиационной обстановки в населенных пунктах, в том числе инструментальные измерения плотности загрязнения почвы отдельными радионуклидами (см. Раздел 5). При организации работ в сельском и лесном хозяйстве использовались данные по загрязнению лесных и сельскохозяйственных угодий и производимой продукции.

В мае 1986 году были выполнены массовые обследования населения с инструментальным определением содержания радиойода в щитовидной железе. Высокие дозы её облучения во многих случаях подтвердились. В этот же период силами научных организаций и с использованием закупленных за рубежом установок в местных медицинских учреждениях отрабатывались методические вопросы измерения накопленного в организме цезия-137, а в последующие годы проводились и массовые обследования населения на установках СИЧ⁶. Опасно высокие уровни содержания радионуклидов цезия в организме человека выявлялись только в редких случаях.

Вплоть до 1988 года основные мероприятия были ограничены так называемой зоной жёсткого радиационного контроля, где плотность загрязнения почвы цезием-137 была выше 15 Ки/км². В границах этой зоны общей площадью 10340 км² проживали около 273 тысяч граждан трех советских республик, из них около 100 тысяч в РСФСР. Для снижения уровней облучения жителей зоны жёсткого контроля до установленного на первый год аварии предела дозы 100 мЗв вводились санитарные ограничения, проводилась дезактивация территорий, в некоторых случаях жителей переселяли.

По мере уточнения радиационной обстановки расширялась зона проведения работ, наращивались объемы реабилитационных мероприятий. Эти меры позволяли существенно снизить дозы облучения и их допустимые уровни: предел дозы для населения на второй год был снижен до 30 мЗв, на третий год — до 25 мЗв.

⁶ СИЧ-диагностика (спектрометрия излучения человека) — определение содержания гамма-излучающих радионуклидов в теле человека, инкорпорированной составляющей внутреннего облучения человека.

Практически нигде установленные пределы дозы не достигались, однако многочисленные ограничения серьезно нарушили привычный жизненный уклад. В конце 1988 года, опираясь на научные рекомендации и понимание негативных социально-экономических и медико-гигиенических последствий многочисленных ограничений, НКРЗ СССР разработало концепцию, по которой переселение требовалось только в тех местах, где в отсутствие контрмер прогнозируемая доза дополнительного облучения за 70 лет жизни могла превысить 350 мЗв. Предложенный НКРЗ критерий был в 3 раза жестче принятого в международной практике уровня для переселения (1000 мЗв за жизнь), тем не менее, во многих населенных пунктах он позволял снять режим ограничений в течение ближайших лет и начать постепенный переход к нормализации жизни. В другой части зоны жесткого контроля нужно было провести интенсивные защитные и реабилитационные меры с тем, чтобы со временем также снять большинство ограничений. Там, где ожидаемая доза за жизнь превышала критерий 350 мЗв за 70 лет, жителей планировалось переселять в другие районы.

В ноябре 1988 года Концепция НКРЗ была утверждена Минздравом СССР, однако в условиях нарастающего политического кризиса в стране реализовать принятые решения не удалось.

1.4 Выработка стратегии защитных мер в условиях политического кризиса (1989–1991 гг.)

С развитием политики гласности информация о мерах по засекречиванию данных об аварии стала объектом жесткой общественной критики. Вскоре недоверие распространилось и на весь комплекс работ по ликвидации последствий аварии, включая решения органов управления и рекомендации советских и зарубежных ученых [1.13, 1.15].

Несмотря на реальное снижение доз облучения населения и улучшение радиационной обстановки на загрязненных территориях, негативное отношение общества к решениям советского руководства только усиливалось, а защитные меры воспринимались как недостаточные. По поводу концепции НКРЗ СССР развернулась острая дискуссия. Жители и местные власти считали единственно адекватной защитной мерой переселение на «чистые» территории.

В данной ситуации Правительство СССР обратилось в МАГАТЭ с просьбой провести независимую экспертизу. Для её проведения был реализован Международный чернобыльский проект, в котором приняли участие около 200 экспертов из десятка стран. Международные эксперты подтвердили достаточность, а в некоторых случаях и избыточность принимаемых защитных мер. При этом ими не была поддержана и концепция НКРЗ СССР, главным образом по причине того, что она опиралась не на предотвращенную дозу, а на суммарную дозу за жизнь. Еще одной важной констатацией Международного чернобыльского проекта было указание на чрезмерный консерватизм при оценке доз, приводивший к их завышению в тот период в 1,7–3 раза. Специалисты проекта, как и их советские коллеги, исходили из объективной радиологической ситуации и не смогли тогда в полной мере оценить роль социально-психологических и политических факторов.

Накануне 5-й годовщины аварии, ориентируясь на общественные ожидания и не дожидаясь окончательных итогов международной экспертизы, Совет министров СССР утвердил альтернативную концепцию проживания на загрязненных территориях, где средняя доза дополнительного облучения ограничивалась величиной 1 мЗв/год [1.18]. Эта социально-ориентированная концепция должна была лечь в основу принятого в сентябре 1991 г. Закона СССР «О социальной защите граждан, пострадавших вследствие

Чернобыльской катастрофы» [1.19]. Однако в законе наравне с годовой дозой дополнительного облучения был применен и другой критерий – плотность загрязнения почвы ^{137}Cs с граничными значениями 1, 5 и 15 Ки/км² (37, 185 и 1480 кБк/м²) без учета миграционных характеристик почв. Именно плотность загрязнения почвы и стала применяемым на практике критерием зонирования.

В связи с этим следует пояснить происхождение граничного значения в 1 Ки/км². Изначально ограниченная значением в 5 Ки/км² зона дополнительных выплат была в 1988 году расширена путем включения населенных пунктов, где фиксировалось превышение по ВДУ радиоцезия в молоке. В целях повышения «справедливости» размеров выплат вновь включенные населенные пункты были дифференцированы по значению плотности загрязнения почвы с нижней границей в 1 Ки/км². Позже эта первопричина забылась и в критериях осталась только плотность загрязнения почвы.

В результате принятия Закона СССР от 12 мая 1991 года «О социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» численность затронутого мерами вмешательства населения выросла до ~7 млн человек. Закон определил статус территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению, порядок обеспечения жизнедеятельности на этих территориях и категории пострадавших граждан, гарантировав им соответствующие объемы льгот и компенсаций. НКРЗ СССР и многие авторитетные специалисты уже тогда предупреждали, что принятые государством обязательства по отношению к затронутому аварией населению в сложившихся социально-экономических условиях в принципе невыполнимы в полном объеме. Специалисты указывали на несколько важных обстоятельств. Первое – при принятии закона количество жителей, проживающих на загрязненных территориях, как и сами загрязненные территории, не были точно определены. Второе – большая часть вовлеченного в систему льгот и компенсаций населения проживала в условиях, при которых дополнительные дозы облучения были существенно ниже 1 мЗв/год. Третье – чрезмерное упрощение критериев отнесения граждан к льготным категориям участников работ по ликвидации последствий аварии (без учета длительности пребывания в 30-км зоне, фактического места пребывания и полученной дозы облучения) значительно увеличивало численность этой категории.

Вслед за принятием союзного закона в затронутых аварией республиках СССР были приняты аналогичные законы о социальной защите пострадавших граждан. В первый российский перечень населенных пунктов, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения (утвержден распоряжением Правительства РСФСР от 28 декабря 1991 г. № 237-р), были включены 6884 населенных пункта 14 субъектов Российской Федерации, где проживали 2,2 млн человек.

Введенная в действие Государственная союзно-республиканская программа неотложных мер на 1990–1992 гг. (постановление от 25 апреля 1990 г. № 1452-1) создала реальные предпосылки реализации целого комплекса целенаправленных работ по преодолению последствий аварии на ЧАЭС и обеспечению социальной защиты населения. Но изменение политической ситуации в стране, приведшее к распаду СССР, не позволило реализовать все предусмотренные мероприятия и привело к необходимости раздельного решения чернобыльских проблем в бывших союзных республиках. В 1992 г. Правительство России одобрило первую Государственную программу преодоления последствий аварии на ЧАЭС. Её реализацию координировал Госкомчернобыль России. В начале 1994 г. функции и полномочия Госкомчернобыля были переданы Министерству Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России).

1.5 Государственные программы 1992–2015 гг.

В Российской Федерации государственные программы по преодолению последствий Чернобыльской аварии реализовывались с 1992 по 2015 год и включали в себя пять федеральных целевых программ, четыре программы по защите детского населения и две программы по обеспечению жильем участников ликвидации последствий аварии. С 1998 года дополнительно к национальным программам реализовывались четыре российско-белорусские программы совместной деятельности по преодолению последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

Государственные программы, в отличие от установленных законодательством индивидуальных социальных гарантий, были нацелены на реализацию мер коллективной защиты в наиболее загрязненных районах. Интенсивность и масштабность программных мероприятий определялись на основе принципа зонирования с учетом площади территорий и численности населения.

Общий объем средств федерального бюджета на выполнение целевых программ составил более 15 млрд деноминированных рублей в ценах соответствующих лет. Дополнительно средства выделялись также из бюджетов Минсельхоза России, субъектов Российской Федерации и внебюджетных источников. Эти масштабные средства были направлены на организацию эффективной системы медицинского обеспечения населения на загрязненных территориях, реализацию защитных мер в сельском и лесном хозяйстве, строительство объектов социальной сферы и инфраструктуры.

Всего за период 1992–2015 гг. введены в эксплуатацию жилые дома общей площадью более 1,3 млн м², общеобразовательные школы более чем на 19 тыс. ученических мест, больницы на 3953 коек, поликлиники более чем на 10 тыс. посещений в смену, газовые и водопроводные сети общей протяженностью около 5 тыс. км, дороги общей протяженностью около 800 км и др. (табл. 1.1). Однако меры по улучшению социальной инфраструктуры не помогли вернуть многих уехавших специалистов и молодых родителей с детьми. У оставшихся жителей взрослеющие дети старались уехать в города, в том числе из-за отсутствия нормально оплачиваемой работы.

Таблица 1.1. Ввод в эксплуатацию объектов социальной сферы и инфраструктуры на загрязненных территориях, 1992–2015 гг.

Годы	Жилые дома, тыс. кв. м	Школы, учебных мест	Больницы, коек	Поликлиники, посещений в смену	Газовые сети, км	Водопроводы, км	Дороги, км
1992–1995	1 226,7	15 500	1 550	5 245	1 831,2	128,6	784,8
1996–1997	38,4	799	162	290	652,4	21,5	7,7
1998–2001	49,3	1 292	1 231	2 500	561,5	11,8	2,3
2002–2006	39,2	2 289	856	1 920	352,0	15,4	–
2007–2010	–	–	–	250	652,0	135,2	–
2011–2015	–	–	154	–	364,8	240,2	–
Всего	1 353,6	19 880	3 953	10 205	4 413,9	552,7	794,8

По мере улучшения радиационной обстановки и выполнения намеченных задач приоритеты государственных программ менялись. В первые два года после распада СССР для реализации ранее утвержденных планов переселения было начато беспрецедентно большое количество строек, многие из которых так и не были завершены. К 1994 году сформировалось ясное понимание ограниченности ресурсов, а также невозможности и ненужности массового переселения.

К десятой годовщине аварии благодаря естественным процессам и выполненным работам радиационная обстановка нормализовалась на слабозагрязненных территориях Белгородской, Воронежской, Курской, Липецкой, Ленинградской, Нижегородской, Пензенской, Рязанской, Тамбовской и Ульяновской областей, Мордовии и Чувашии. Государственная стратегия была переориентирована на постепенный выход регионов из сферы действия госпрограмм. В условиях значительных экономических трудностей Правительство сосредоточило усилия на реализации практических мероприятий в четырех наиболее загрязненных областях — Брянской, Калужской, Орловской и Тульской. Подавляющую часть расходов федерального бюджета в эти годы составляли социальные льготы и компенсации. В 1997 году была предпринята административная попытка сокращения перечня населенных пунктов, подвергшихся радиоактивному загрязнению, что позволило бы значительно сократить размеры зоны льготного статуса, но это вызвало протесты со стороны региональных администраций и потерявших часть своих доходов жителей.

В 2001–2005 годах обязательства государства в рамках федеральных целевых программ существенно сократились, но их исполнение стало более четким. В этот период в стране были проведены серьезные реформы в социальной сфере (монетизация льгот и др.), начался подъем в экономике. В 2006–2015 годах экономическое положение страны и рассматриваемых регионов значительно улучшилось. На подавляющем большинстве загрязненных территорий радиационно-гигиеническая обстановка нормализовалась и не требовала проведения дополнительных мер радиационной защиты. Проблемы оставались в наиболее загрязненных районах Брянской и Калужской областей, где ситуация значительно улучшилась, но, согласно букве закона, сохранялась необходимость применения некоторых защитных мер в сельском и лесном хозяйстве. Стратегия федеральных целевых программ была переориентирована на создание условий для передачи дальнейшего решения проблем радиоактивно загрязненных территорий на региональный уровень. К 2015 году бракераж молока, производимого в личных подсобных хозяйствах самых загрязненных юго-западных районов Брянской области, уже не превышал 10% (таблица 1.2). Актуальным стал вопрос о полном переходе к ведению сельскохозяйственного производства без ограничения по радиационному фактору.

Таблица 1.2. Доля проб выше СанПиН по результатам спектрометрических измерений содержания ^{137}Cs в молоке из личных подсобных хозяйств по юго-западным районам Брянской области, %

Район	2005	2010	2015
Гордеевский	10	2	2
Клинцовский	33	8	7
Климовский	13	4	-
Красногорский	22	1	4
Злынковский	27	17	9
Новозыбковский	26	7	1

В 2015 году была завершена последняя, пятая, программа. Жизнь на всех радиоактивно загрязненных территориях вернулась в норму за исключением некоторых аспектов социального самочувствия, связанных с восприятием радиационных рисков. Проведением защитных мероприятий на локальных территориях в юго-западных районах Брянской области стали заниматься местные власти. Исполнение социальных обязательств в отношении пострадавших граждан в соответствии с законодательством и ряд других задач, требующих централизованного управления и бюджетного финансирования, остались на федеральном уровне.

1.6 Выводы по разделу

В течение первых пяти лет благодаря самоотверженным усилиям сотен тысяч специалистов удалось выполнить беспрецедентно большой объем работ по стабилизации обстановки в 30-километровой зоне и на загрязненных территориях Беларуси, России и Украины.

1. Авария на Чернобыльской АЭС произошла 26 апреля 1986 года и стала первой в истории мировой атомной энергетики тяжелой аварией с масштабным выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду, потребовавшей полномасштабного применения защитных мер за пределами станции, в том числе на больших расстояниях от неё. Произошедшее разрушение мощного энергетического реактора оказалось неожиданным для специалистов атомной отрасли, хотя тяжелые радиационные аварии происходили на ядерных предприятиях и ранее, в том числе и в СССР (авария 1957 года на ПО «Маяк»).
2. Предпринятые меры позволили в первые две недели значительно снизить, а спустя полгода практически полностью прекратить поступление радиоактивных веществ из аварийного реактора в окружающую среду. Своевременно проведенная эвакуация исключила детерминированные эффекты у населения ближней зоны ЧАЭС, однако из-за отсутствия необходимого в первые недели оповещения населения не удалось предотвратить или ограничить облучение щитовидной железы на удаленных территориях.
3. Уже в течение первого года после аварии были завершены такие важные для долгосрочной безопасности работы, как сооружение саркофага над энергоблоком № 4, дезактивация и восстановление инфраструктуры энергоблоков № 1 и № 2 ЧАЭС.
4. Наряду с принятием эффективных мер по решению сложных инженерно-технических задач, в вопросах стратегического характера, которые рассматривались на уровне ЦК КПСС, были допущены просчеты, в том числе принципиального характера. Уникальность сложившейся ситуации управления, общественные ожидания решительных мер по радиационной защите населения, чрезмерная уверенность в возможности быстрой ликвидации последствий катастрофы, а также политические соображения привели к решениям о засекречивании информации для населения, установлению неоправданно жестких сроков работ и привлечению необоснованно больших контингентов людей, неподготовленных к работам в радиационно опасных условиях. Результатом непоследовательности в информационной политике стало развитие общественной реакции на аварию по негативному сценарию. После рассекречивания данных о последствиях аварии у жителей усилились необоснованные ожидания ухудшения здоровья из-за действия радиации. Защитные меры, позволившие существенно снизить дозы облучения населения и улучшить радиационную обстановку на наиболее загрязненных территориях, оценивались как недоста-

точные, а нормализация жизни считалась невозможной вплоть до полного устранения дополнительных радиационных рисков.

5. В условиях острого социально-политического кризиса Правительство СССР поставило под сомнение концепцию советских ученых и обратилось за экспертной помощью в МАГАТЭ. В последующем оно отказалось от подходов, предложенных отечественными специалистами, и, в ещё большей степени, — от рекомендаций Международного чернобыльского проекта, и стало исходить из упрощенных и социально-привлекательных установок. Критерии нормализации жизни на загрязненных территориях, закрепленные в 1991 году в законе СССР о социальной защите пострадавших граждан, многократно расширили масштаб взятых на себя государством социально-экономических обязательств, не ограничив их во времени.
6. Привязка защитных мер и мер социальной поддержки к характеристикам радиоактивного загрязнения, в том числе к плотности загрязнения почвы радионуклидами, была оправдана в острый период аварии. На этапе восстановления эта практика оставила без внимания важные радиологические и социально-экономические факторы, влияние которых на дозы облучения оказалось в разы и на порядки сильнее. Будучи закрепленной в законе, она лишила управление риском на загрязненных территориях необходимой гибкости и вызвала к жизни разнонаправленные процессы пересмотра перечней населенных пунктов, жителям которых положены меры социальной защиты (как в сторону их сокращения, так и расширения).
7. В период 1992–2015 годов государством реализовывались программы социально-экономического развития затронутых аварией районов. Они включали, главным образом, развитие социальной сферы, в том числе строительство жилья, школ и объектов здравоохранения. В наиболее загрязненных районах реализовывались специальные защитные меры в сельском и лесном хозяйстве. Отдельной и важной работой стало создание и обеспечение функционирования специального медицинского центра в Санкт-Петербурге, оказывающего помощь участникам работ по ликвидации последствий аварии (ВЦЭРМ, см. Раздел 3.2). Выплаты, льготы и компенсации населению и участникам работ по ликвидации последствий осуществлялись в рамках общей системы социального обеспечения и зачастую сопровождались конфликтными ситуациями по причине сложности их состава и неочевидности критериев.
8. Авария инициировала глубокий анализ методов и концепций, лежавших в основе подходов к безопасной эксплуатации АЭС на национальных и международном уровнях. Реализация новых подходов продолжается до настоящего времени (см. Раздел 6).

2

Современная радиационная обстановка на территориях России, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС

Чернобыльская авария привела к масштабному и продолжительному (более 10 дней) выбросу радиоактивных веществ, вызвавшему загрязнение обширных территорий европейских стран. Характер выпадений был неравномерным и определялся составом выброса, который менялся со временем, а также погодными условиями и рельефом местности. Вопросы формирования радиоактивного загрязнения территории СССР и основные закономерности изменения радиоэкологической обстановки в загрязненных районах Российской Федерации в период до 2020 г. детально рассмотрены в докладе к 35-летию аварии. В настоящий доклад включены данные об изменении радиационной обстановки к 2025 году.

2.1 Радиоактивное загрязнение после аварии

Долгосрочные последствия аварии связаны с выпадениями ^{137}Cs , выброс которого составил около 85 ПБк, при этом примерно 19 ПБк (22 %) выпало на территории Российской Федерации [2.1, 2.2]. В первые годы значительное влияние на радиационную обстановку также оказали выпадения ^{134}Cs с периодом полураспада около двух лет, выброс которого составил примерно 47 ПБк.

С первых месяцев после аварии и на протяжении многих лет предпринимались усилия по картографированию радиоактивного загрязнения. По результатам многолетних исследований в 2009 году был опубликован Атлас [2.3], в котором представлены карты уровней загрязнения регионов Российской Федерации, наиболее затронутых аварией, с прогнозом изменения радиационной обстановки на 2056 год (70 лет после аварии, рис. 2.1 и 2.2).

Работы по мониторингу радиоактивного загрязнения территорий Российской Федерации ведутся на постоянной основе и включают определение содержания радионуклидов в приземном воздухе, атмосферных выпадениях, почве и поверхностных водах, продукции сельского и лесного хозяйства. Многолетние наблюдения подтверждают устойчивость и предсказуемость снижения уровней радиоактивного загрязнения окружающей среды на территории аварийного следа. В настоящее время оно обусловлено преимущественно естественным распадом радионуклидов и, в значительно меньшей степени, вторичным переносом радионуклидов [2.4].

2.2 Количество населенных пунктов на загрязненной территории

ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета ежегодно производит уточнение параметров радиационной обстановки в населенных пунктах чернобыльских территорий на основе данных измерений и расчетных оценок [2.5] (табл. 2.1).

Рисунок 2.1.
Плотность загрязнения местности ^{137}Cs в результате аварии на Чернобыльской АЭС по состоянию на 1986 г.

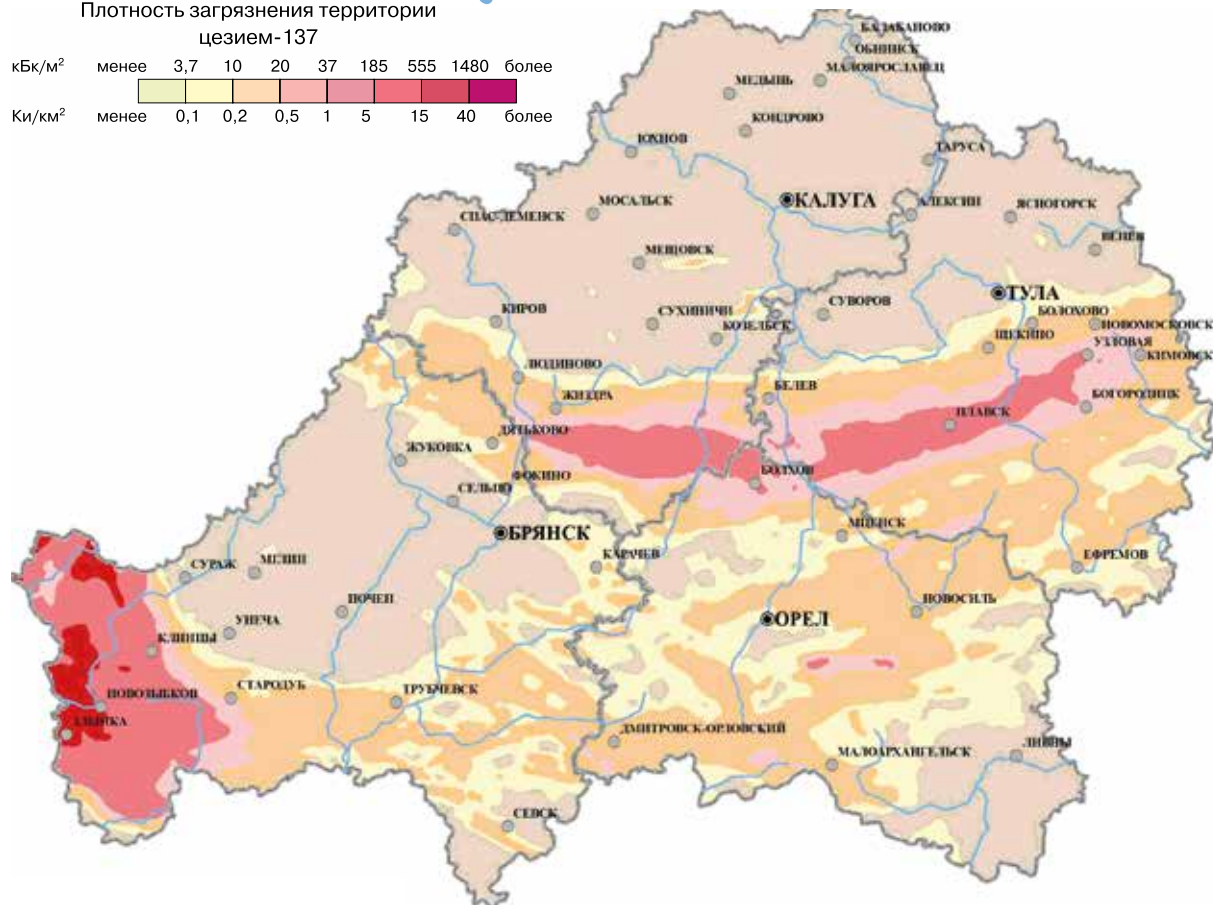
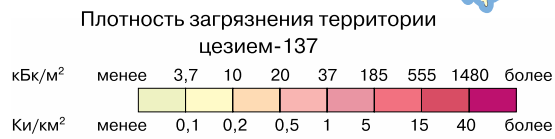
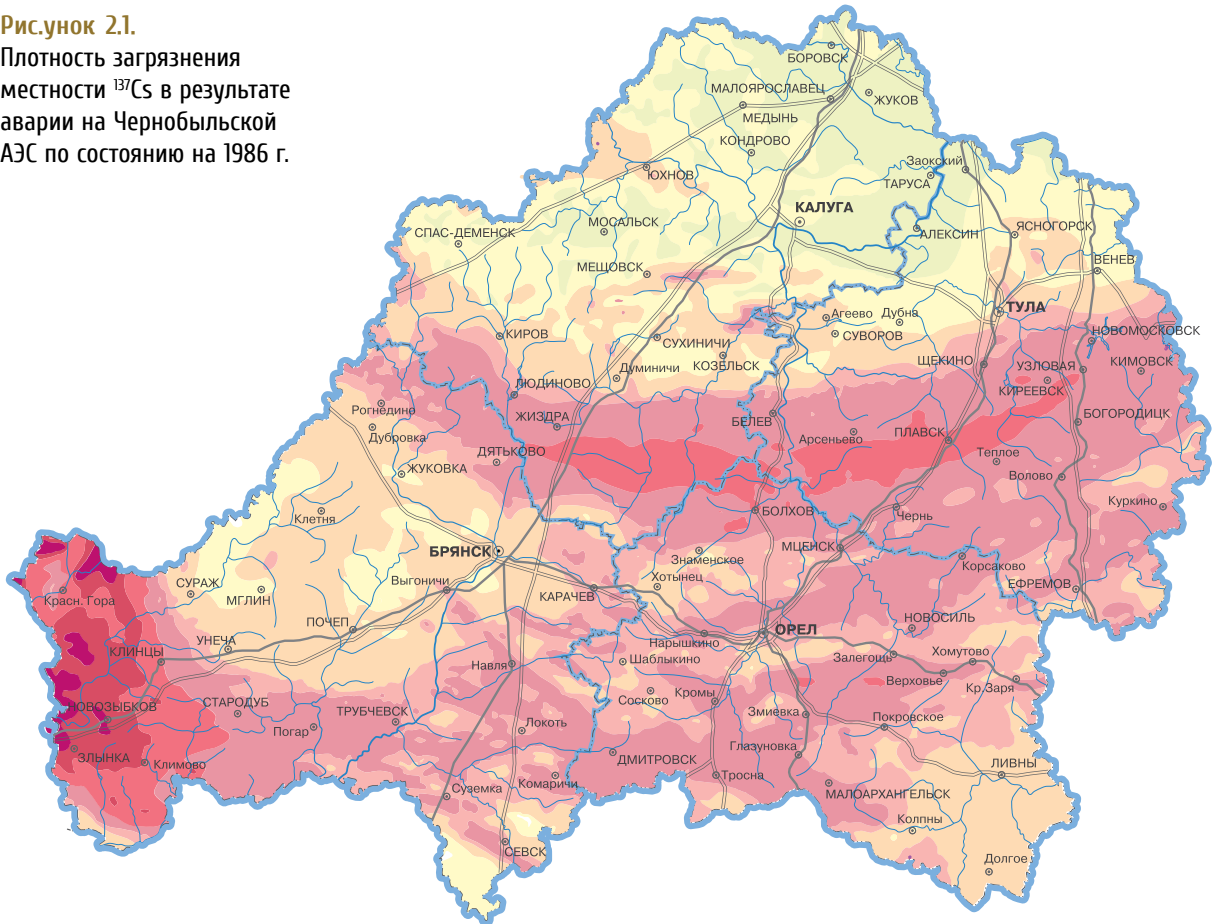
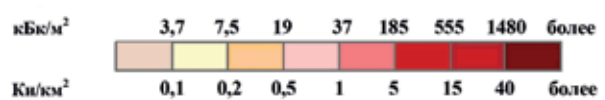


Рисунок 2.2.
Прогноз плотности загрязнения местности ^{137}Cs в результате аварии на Чернобыльской АЭС к 2056 г.



По данным на начало 2025 года число населенных пунктов на территории Российской Федерации с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs > 37 кБк/м² уменьшилось по сравнению с 1986 г. в 4,4 раза. Из них большая часть ($\approx 90\%$) находится в зоне с плотностью загрязнения 37–185 кБк/м² (1–5 Ки/км²).

Таблица 2.1. Количество населенных пунктов на территориях РФ, загрязненных в результате Чернобыльской аварии, по плотности загрязнения ^{137}Cs выше 37 кБк/м² (на 01.01.2025) [2.5]

№	Субъекты РФ	Кол-во н.п. > 37 кБк/м ²	Плотность загрязнения, кБк/м ²			
			37–185	185–555	555–1480	> 1480
Центральный федеральный округ						
1	Белгородская	2	2			
2	Брянская	462	314	141	6	1
3	Воронежская	6	6			
4	Калужская	163	161	2		
5	Курская	41	41			
6	Липецкая	2	2			
7	Орловская	258	258			
8	Рязанская	67	67			
9	Тульская	570	560	10		
Приволжский федеральный округ						
10	Пензенская	2	2			
Северо-Западный федеральный округ						
11	Ленинградская	2	2			
Всего на 2025 г.		1575	1415	153	6	1
Всего на 2020 г.		1974	1770	189	14	1
Всего на 1986 г.		6884				

Изменение ситуации к 2025 гг. По сравнению с 2020 годом в 2024 году число населенных пунктов на территориях с уровнями загрязнения почвы 37–185 кБк/м² и 185–555 кБк/м² (1–5 Ки/км² и 5–15 Ки/км²) сократилось на 20 % и более чем в два раза уменьшилось в зоне более высокого загрязнения 555–1480 кБк/м² (15–40 Ки/км²).

С точки зрения пространственного распределения плотность загрязнения территорий ^{137}Cs обладает значительной неоднородностью, в пределах одного населенного пункта максимальные значения плотности загрязнения почвы могут превышать средние уровни в 2–3 раза, а на отдельных локальных участках в 6–25 раз [2.5].

Прогноз. К 2056 г. прогнозируется почти пятикратное – с 43 тыс. км² в 1986 г. до 8,9 тыс. км² [2.3] – сокращение общей площади территорий Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей, загрязненной свыше 37 кБк/м² (1 Ки/км²).

Вследствие радиоактивного распада после 2049 года в Российской Федерации не будет территорий с уровнями загрязнения почвы >1480 кБк/м² (40 Ки/км²). В Брянской области территорий с уровнями загрязнения >555 кБк/м² не будет примерно через сто лет после аварии, с уровнями >185 кБк/м² – примерно через 150 лет, а >37 кБк/м² – примерно через 220 лет после аварии (табл. 2.2).

Таблица 2.2. Прогнозные оценки года исчезновения повышенного и высокого загрязнения местности ¹³⁷Cs чернобыльского происхождения на территории населенных пунктов в Российской Федерации [2.3]

Субъект РФ	Уровни радиоактивного загрязнения, кБк/м ²			
	Более 1480	Более 555	Более 185	Более 37
Брянская обл	2049	2092	2139	2209
Калужская обл.			2042	2112
Орловская обл.				2071
Тульская обл.			2029	2099

2.3 Содержание ¹³⁷Cs приземном слое атмосферы

Загрязнение почвы на территории ряда регионов Российской Федерации является источником незначительного загрязнения воздуха ¹³⁷Cs в прилегающих районах в результате ветрового подъема. При этом среднегодовые значения содержания ¹³⁷Cs в атмосферном воздухе примерно на 6 математических порядков ниже допустимых уровней (27 Бк/м³) [2.6]. По данным мониторинга объемная активность ¹³⁷Cs в 2014–2024 гг. изменялась в диапазоне 0,5–1,4 мкБк/м³ в Курске и 0,3–1,1 мкБк/м³ в Брянске, что было в 1,4–1,9 раза выше значений, характерных для фонового района (Петрозаводск) [2.7, 2.8] (рис. 2.3).

Вариативность значений определяется конкретными условиями, главным образом, погодными. В апреле 2020 г. увеличение объемной активности ¹³⁷Cs до 1,6 мкБк/м³ в Брянске и 3,2 мкБк/м³ в Курске было связано с поступлением радионуклида в атмосферу в результате сильных пожаров в зоне ЧАЭС.

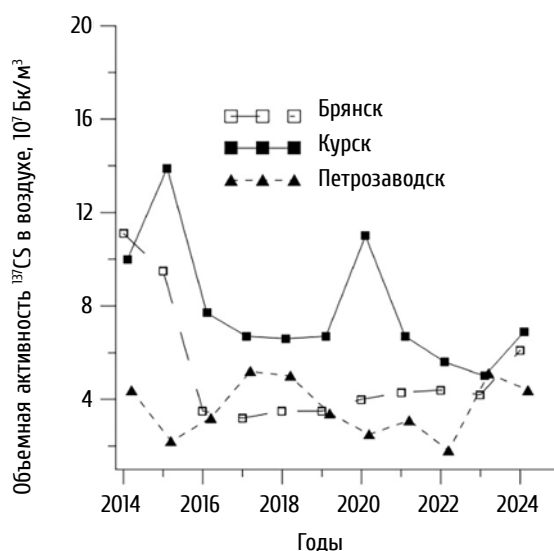


Рисунок 2.3. Среднегодовые значения объемной активности ¹³⁷Cs в приземном воздухе в зоне влияния чернобыльского следа (Брянск, Курск) и фоновом районе (Петрозаводск)

2.4 Содержание ^{137}Cs в водоемах

Систематические наблюдения за уровнями радиоактивного загрязнения рек России на территории аварийного чернобыльского следа были начаты весной 1987 г. (в 1986 г. проводились эпизодические измерения). Наблюдения показали снижение объемной активности ^{137}Cs в воде рек Ока, Плава, Жиздра, Упа с уровней 0,4–0,7 Бк/л в 1987 году до 0,07–0,13 Бк/л к началу 1990-х гг. [2.9], что значительно ниже уровня вмешательства (УВ) для этого радионуклида (11 Бк/л). В начале 2020-х годов уровни загрязнения воды в реках, протекающих по загрязненным районам Брянской области, и в колодцах, расположенных в самых загрязненных населенных пунктах, были на два-три порядка ниже УВ, установленных НРБ-99/2009. Исключение составляли несколько непроточных водных объектов, расположенных вблизи наиболее загрязненных населенных пунктов (например, озеро Кожановское на юго-западе Брянской области) [2.10]. Из-за загрязнения донных отложений в выловленной рыбе продолжали регистрироваться удельные активности ^{137}Cs с превышением действующих нормативов.

2.5 Последствия для сельского хозяйства

Загрязнение почв сельскохозяйственных угодий

В результате аварии на ЧАЭС в зоне загрязнения оказались более 2,3 млн га сельскохозяйственных земель. Наиболее высокие уровни загрязнения зарегистрированы в Брянской, Калужской, Тульской и Орловской областях. С мая 1986 г. службами Минсельхоза России были начаты работы по детальному картированию загрязнения радионуклидами сельскохозяйственных угодий на уровне отдельных участков и полей. Параллельно научными и научно-производственными организациями были разработаны и апробированы методики обследования, так как до аварии на ЧАЭС такой опыт применительно к крупномасштабному загрязнению ^{137}Cs отсутствовал [2.11].

Максимальные плотности радиоактивных выпадений ^{137}Cs (свыше 1480 кБк/м²) были выявлены в Брянской области, где 17,1 тыс. га сельскохозяйственных угодий были временно выведены из землепользования, включая 9,8 тыс. га сенокосов и пастбищ и 7,3 тыс. га пахотных земель (табл. 2.3). К 2020 году радиационная обстановка существенно улучшилась. По сравнению с 1987 г. в 4-х наиболее загрязненных ^{137}Cs областях Российской Федерации площади сельскохозяйственных земель, отнесенных к зонам загрязнения, сократились в результате радиоактивного распада в два и более раз, а в Брянской области – на порядок [2.4]. При этом основная часть земель имеет плотность загрязнения ^{137}Cs ниже 185 кБк/м²: 67,9% в Брянской области; 96,3% – в Калужской; 98,0% – в Орловской и 99,8% в Тульской области. Площадь угодий, находящихся в зоне отчуждения в Брянской области (плотность загрязнения ^{137}Cs свыше 1480 кБк/м²), сократилась и составляет 1,6 тыс. га.

Ситуация к 2025 году. Оценка радиационной обстановки на сельскохозяйственных угодьях проводится в рамках 4-летних циклов агрохимического обследования. По сравнению с 2019–2020 гг. в 4-х наиболее пострадавших областях в результате радиоактивного распада и перераспределения земель между зонами с различной плотностью загрязнения ^{137}Cs площади загрязненных сельскохозяйственных угодий уменьшились: в Брянской области на 9,1 тыс. га (2,6%), в Калужской области на 51,96 (54,3%), в Орловской области на 115,5 (49,32%) и в Тульской области – 29,2 тыс. га (7,8%). В Калужской и Орловской областях изменение ситуации связано преимущественно с уменьшением площадей земель с плотностью загрязнения 37–185 кБк/м².

Таблица 2.3. Динамика сокращения площадей сельскохозяйственных земель, загрязненных ^{137}Cs , в наиболее загрязненных областях России, га

Область	Год	Плотность загрязнения почв ^{137}Cs , кБк/м ²				
		37-185	185-555	555-1480	>1480	Всего (>1)
Брянская	1987	401 400	186 600	97 600	17 106	702 706
	2007	260 400	125 400	30 900	5 450	422 150
	2015	235 200	110 600	27 900	4 600	378 300
	2019	238 931	91 630	19 836	1 614	352 011
	2020	233 000	91 700	19 800	1 600	346 100
	2025	232 900	84 800	22 100	3 200	343 000
Калужская	1987	111 700	33 100	700	-	145 500
	2007	107 531	12 599	-	-	120 133
	2015	93 733	5 397	-	-	99 130
	2019	92 416	3532	-	-	95 948
	2025	43 406	579	-	-	43 985
Орловская	1987	652 086	16 668	-	-	668 754
	2007	414 660	7 362	-	-	422 022
	2015	286 367	4 944	-	-	291 311
	2019	238 330	4 785	-	-	243 115
	2025	126 894	764	-	-	127 658
Тульская	1987	653 000	125 700	-	-	778 700
	2007	502 100	55 000	-	-	557 100
	2015	488 050	24 910	-	-	512 960
	2019	371 900	800	-	-	372 700
	2025	342 600	900	-	-	343 500

Примечание: данные предоставлены подразделениями агрохимической службы Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей Минсельхоза России

Для Калужской, Орловской и Тульской областей имеются данные по результатам обследования по отдельным годам и/или для отдельных районов, которые дают более корректное представление о ситуации на наиболее загрязненных территориях. В Калужской области проведенное в 2022 г. обследование показало, что в одном из наиболее загрязненных, Ульяновском районе, площадь земель с плотностью загрязнения 37–185 кБк/м² составляет 75 % от обследованных угодий, площадь земель с более высокими уровнями загрязнения – 0,5 % (278 га). Сокращение площадей наиболее загрязненных угодий характеризуется также увеличением площади пахотных земель с плотностью загрязнения <37 кБк/м² (с 10,6 % в 2005 году до 16,3 % в 2022 году). На пашне средневзвешенная плотность загрязнения ^{137}Cs в 2022 году составляла в среднем 59 % по отношению к показателям 2005 года.

В Орловской области в 1987 г. площадь загрязненных ^{137}Cs >37 кБк/м² территорий составила 669 тыс. га, при этом доля земель с плотностью загрязнения 37–185 кБк/м² достигала 97,5 %. К 2020 году площадь загрязненных земель уменьшилась в 2,75 раза, а к 2025 г. составила 127,6 тыс. га (19,1 % от данных 1987 г.). Радиационный фон в регионе составляет от 0,08 до 0,16 мкЗв/час, что соответствует значениям, характерным до аварии на ЧАЭС. По данным Роспотребнадзора в 2023 году проведено 411 исследований проб пищевых продуктов (молоко, мясо, рыба, хлеб, картофель, лесные грибы и ягоды). Все продукты по содержанию радионуклидов соответствовали гигиеническим нормативам.

В Тульской области площадь загрязненных ^{137}Cs сельскохозяйственных земель составила 779 тыс. га в 1987 году, при этом доля земель с плотностью загрязнения от 37 до 185 кБк/м² достигала 84%. К 2020 году площадь земель с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs <185 кБк/м² составила 99,7%. По состоянию на 1 января 2025 года насчитывалось 343,5 тыс. га сельхозугодий, загрязненных ^{137}Cs , из них с плотностью загрязнения 37–185 кБк/м² – 342,6 тыс. га и 0,9 тыс. га >185 кБк/м². По результатам недавнего исследования 328 образцов на содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr не обнаружено превышения допустимых уровней по содержанию радионуклидов в пищевых продуктах и продовольственном сырье местного производства.

В Брянской области наиболее высокие уровни радиоактивного загрязнения на территории России были определены в семи юго-западных районах Брянской области: Гордеевском, Злынковском, Климовском, Клинцовском, Красногорском, Новозыбковском и Стародубском. Мониторинг загрязнения почвы сельскохозяйственных земель проводился систематически в 177 хозяйствах с плотностью загрязнения кормовых угодий от 17 до 3800 кБк/м². Первый тур обследований был проведен в 1986 гг., второй тур для уточнения обстановки проводился в 1993–1996 гг. Третий тур обследования (1998–1999 гг.) выполнялся в связи с ужесточением санитарно-гигиенических нормативов на содержание радионуклидов в пищевых продуктах. В последующем отбор проб осуществлялся в рамках агрохимического обследования почв.

К 2020 году площадь угодий с плотностью загрязнения свыше 1 кБк/м² составила 50,7% по сравнению с 1987 годом. Площадь земель, относящихся к зоне отчуждения, сократилась практически на порядок (табл. 2.3). К 2025 году площадь загрязненных земель уменьшилась на 3,1 тыс. га (0,8% по отношению к 2020 г.) в основном за счет земель с плотностью загрязнения 185–555 кБк/м² (6,9 тыс. га, 7,5 %). Доля земель с плотностью 555–1480 кБк/м² (2,3 тыс. га, 11,6%) и более 1480 кБк/м² выросла в 2 раза в связи с увеличением проводимых агрохимической службой объемов работ по радиологическому обследованию земель для возврата в хозяйственный оборот.

Возврат сельскохозяйственных земель в хозяйственное использование является одной из приоритетных задач на современном этапе ликвидации последствий аварии. В 1990 г. распоряжением Брянского облисполкома часть земель сельскохозяйственного назначения была переведена в государственный запас и временно выведена из землепользования. В рамках федеральной целевой программы 2011–2015 г. было возвращено в хозяйственный оборот 997 га земель, а также обоснована возможность возвращения 2929 га земель в 23 хозяйствах Гордеевского, Злынковского, Красногорского, Новозыбковского и Клинцовского районов после проведения реабилитационных работ.

В 2020 году Брянским филиалом ФГБУ «РосАгрохимслужба» по запросу потенциально-го инвестора проведено радиологическое обследование земель на территории хозяйств колхоза им. 24 Партсъезда и колхоза им. Кирова Красногорского района с целью уточнения радиационной обстановки для дальнейшего ввода угодий с плотностью загрязнения менее 1480 кБк/м² в хозяйственный оборот. По результатам обследования 3119 га земель (1711 га и 1408 га в двух хозяйствах соответственно) отнесены к группе загрязне-

ния 555–1480 кБк/м² и после проведения реабилитационных мероприятий могут быть возвращены в хозяйственное использование. Земли к-за им. Кирова, заросшие древесно-кустарниковой растительностью более чем на 80% (262,5 га), переведены в категорию земель государственного лесного фонда.

По прогнозу специалистов ВНИИРАЭ⁷ к 2056 году 42% земель с плотностью загрязнения в настоящее время ≤ 555 кБк/м² могут быть полностью возвращены в хозяйственное использование и к ведению сельскохозяйственного производства без ограничения по радиационному фактору.

Загрязнение сельскохозяйственной продукции

В первый год после аварии на значительной территории Брянской, Калужской, Тульской и Орловской областей уровни радиоактивных выпадений оказались настолько высоки, что не позволяли получать продукцию, соответствующую временным допустимым уровням (ВДУ)⁸. В пяти наиболее загрязненных районах Брянской области (Гордеевском, Новозыбковском, Красногорском, Клинцовском и Климовском) до 80% произведенного зерна, молока и кормов не отвечало ВДУ-86. В Калужской области (Жиздринском, Хвастовичском и Ульяновском районах) превышение уровней отмечалось для 70% зерна, в Тульской области (Плавский район) – для 15% сельскохозяйственной продукции.

В Тульской области превышение ВДУ в продукции растениеводства отмечалось только в 1987 г., а в Орловской области вся производимая продукция практически полностью соответствовала допустимым уровням. В Калужской области превышение ВДУ в растениеводческой продукции (в зерне и картофеле) отмечалось до 1988 г., в кормах – до 1995 г., в травостое естественных сенокосов и пастбищ – до 2000 г.

Мероприятия по снижению загрязнения продукции планировались, исходя из данных мониторинга содержания ¹³⁷Cs. В Брянской области защитные мероприятия проводились наиболее интенсивно. В результате их реализации загрязнение ¹³⁷Cs зерна и картофеля к 1990 г. снизилось в 20–30 раз, а сена – в 5–6 раз. Начиная с 1995 г. темпы снижения содержания ¹³⁷Cs замедлились, что в значительной мере было связано с резким снижением объемов проведения защитных мероприятий. Основную проблему представляло получение продукции кормопроизводства и животноводства (рис. 2.4). В 2014 году доля кормов с превышением нормативов варьировала от 9 до 39 %, что определяло превышение нормативов по содержанию ¹³⁷Cs в молоке и молочной продукции в 4–12 % проб; мясе и мясной продукции – в 5–8 % проб. В 2017–2019 гг. доля проб с превышением СанПиН 2.3.2.2650-10 в мясе и мясной продукции составила 3,6–4,8 %, а в молоке и молокопродуктах – 2,2–4,2 %.

Динамика содержания ¹³⁷Cs в продукции после аварии на Чернобыльской АЭС во многом зависела от особенностей проведения агротехнических и агрохимических реабилитационных мероприятий. Содержание ¹³⁷Cs в продукции животноводства достаточно хорошо согласуется с данными по содержанию радионуклида в кормах. Реабилитационные мероприятия на кормовых угодьях обладают пролонгированным эффектом, поэтому существенное снижение содержания ¹³⁷Cs в кормах отмечалось до середины 1990-х годов.

⁷ ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», в настоящее время входит в состав Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

⁸ Аварийные ВДУ-86, принятые 30.05.1986, ограничивали содержание всех бета-излучателей в пищевых продуктах (370–3700 Бк/л для молока, 3700 Бк/кг для мяса, рыбы, картофеля, овощей и корнеплодов). В дальнейшем ВДУ корректировались в более жесткую сторону (ВДУ-88, ВДУ-91), вплоть до введения в 2003 г. на загрязненных территориях СанПиН, действовавших по всей территории Российской Федерации. Нормативы СанПиН установлены на уровне 100 Бк/л для молока, 200 Бк/кг для мяса и мясной продукции, 130 Бк/кг для рыбы, 100 Бк/л для картофеля, овощей и корнеплодов.

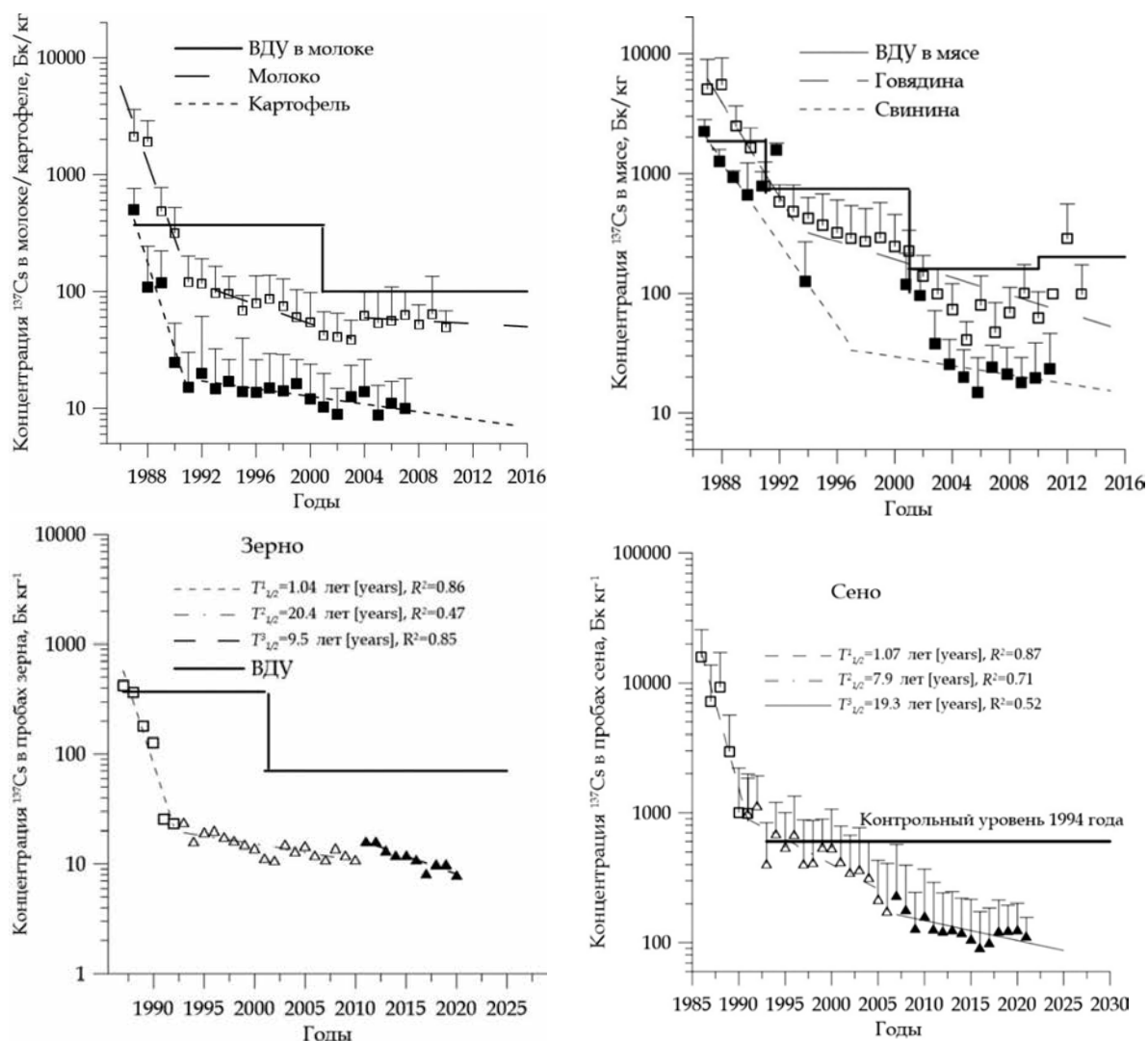


Рисунок 2.4. Концентрация ^{137}Cs в сельскохозяйственной продукции, произведенной в юго-западных районах Брянской области

В последующем динамика снижения содержания ^{137}Cs в сельскохозяйственной продукции характеризовалась разнонаправленными процессами: увеличение поступления ^{137}Cs в растения в результате снижения плодородия земель частично компенсировалось естественным снижением биологической доступности радионуклидов в почвах в результате геохимических процессов и радиоактивного распада.

Существенно отличалась динамика снижения загрязнения продукции сельского хозяйства в зонах с различными уровнями загрязнения. Темпы снижения содержания ^{137}Cs в зоне с плотностью загрязнения менее 185 kBq/m^2 практически не изменились за последние десятилетие. В зоне с плотностью загрязнения сенокосов между 185 – 555 kBq/m^2 они замедлились.

2.6 Последствия для лесного хозяйства

Радиоактивное загрязнение лесов в результате Чернобыльской аварии отмечалось в 15 субъектах Российской Федерации [2.4; 2.11]. По результатам первичного поквартального радиационного обследования земель лесного фонда (1991–1996 гг.) было выявлено около 1 млн га лесов с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs свыше 37 kBq/m^2 . При повторных обследованиях были выявлены ранее не обследованные загрязненные участки на территории лесов, которые до середины 2000-х гг. находились в ведении сельскохозяйственных предприятий.

По состоянию на 2025 г. площадь российских лесов с плотностью загрязнения почвы выше 37 кБк/м² составляет 603,9 тыс. гектаров. Загрязненные леса остаются на территориях 11 субъектов Российской Федерации (табл. 2.4). Леса в Ленинградской, Смоленской, Тамбовской областях и Республики Мордовия вышли из зон радиоактивного загрязнения. За период с 2020 г. общая площадь радиоактивного загрязнения лесов снизилась на 8,8 %.

Таблица 2.4 - Распределение площади загрязненных лесов по областям и зонам загрязнения по состоянию на 2025 г., тыс. га и изменения за прошедшие 5 лет (в %)

Субъекты РФ	Площадь загрязненных лесов	Плотность загрязнения, кБк/м ²			
		37-185	185-555	555-1480	> 1480
Белгородская	13,2 (-10,5)	13,2 (-7,4)			
Брянская	212,5 (-6,3)	135,2 (6,4)	69,7(-7,2)	7,3 (-50,7)	0,3 (-62,8)
Воронежская	7,6 (-38,2)	7,6 (-38,2)			
Калужская	143,6 (-6,9)	131,1 (-6,1)	12 (-15,6)	0,5 (0)	
Курская	8,1 (-12,5)	8 (-12,1)	0,1 (-44)		
Липецкая	2,7 (-64,5)	2,7 (-64,5)			
Орловская	43 (-3,2)	43 (-3,2)			
Пензенская	74,6 (-3,6)	74,6 (-3,6)			
Рязанская	18,3 (-0,2)	18,3 (-0,2)			
Тульская	61,3 (-2,4)	60,4 (-0,8)	0,9 (-52,1)		
Ульяновская	19 (-44)	19 (-44)			
Итого:	603,9 (-8,8%)	512,9 (-5,9%)	82,8 (-17,9)	7,8 (-49)	0,3(-62,8)

В Брянской области в зонах радиоактивного загрязнения остается 212,5 тыс. га лесного фонда и сохраняются участки с плотностью загрязнения ¹³⁷Cs более 1480 кБк/м². Участки с плотностью загрязнения 555–1480 кБк/м² сохраняются в Брянской и Калужской областях, а с плотностью 185–555 кБк/м² еще и в Тульской, Белгородской и Курской областях. В остальных областях все лесные участки находятся в зоне менее 185 кБк/м².

В период с 2021 по 2025 гг. превышения допустимых уровней содержания ¹³⁷Cs в древесине выявлены только в Злынковском и Клинцовском лесничествах Брянской области и составляют около 5,5% обследованных лесосек. Для работников лесного хозяйства остается вероятность получения повышенных доз облучения: дозы внешнего облучения 1 мЗв/год могут достигаться при постоянной занятости на лесных участках с плотностью загрязнения почвы около 450 кБк/м² и выше.

Плотность загрязнения почвы ¹³⁷Cs в лесах характеризуется высокой пространственной неоднородностью, что обусловлено как характером радиоактивных выпадений в период аварии, так и перераспределением радионуклидов в пространственно-сложных лесных экосистемах. При этом вертикальное распределение радионуклида по почвенному профилю довольно стабильно – максимум удельной активности ¹³⁷Cs находится в лесной подстилке и в верхних 10 см минерализованной части корнеобитаемого слоя, глубже 20 см обнаруживаются небольшие следы ¹³⁷Cs, за исключением лесных участков на торфяных почвах, где ¹³⁷Cs может быть обнаружен на глубине до 40–50 см.

В процессе перехода к условиям нормальной жизнедеятельности для лесов с плотностью загрязнения почвы свыше 185 кБк/м^2 остаются актуальными мероприятия, направленные на снижение доз внешнего и внутреннего облучения населения, такие как ограничение доступа в наиболее загрязненные лесные массивы, ограничение времени работы на загрязненных участках, заготовка древесины с обязательным радиационным контролем и др. Некоторые виды недревесной лесной продукции требуют обязательного радиационного контроля даже в зоне загрязнения $37\text{--}185 \text{ кБк/м}^2$.

Определенную проблему представляют лесные пожары. Широко используются методы обнаружения лесных пожаров с использованием системы распределенного видеонаблюдения на основе IP-камер, беспилотные авиационные системы и мобильные лесопатрульные комплексы на базе транспортных средств повышенной проходимости.

Перспективным направлением является формирование радиационно-безопасных насаждений. В зонах высокой степени загрязнения лесов по физико-географическим условиям и по соображениям экономической обоснованности целесообразно создание объектов лесовосстановления и лесоразведения с преобладанием дуба черешчатого. Дубовые насаждения характеризуются более низкими (в 3–5 раза) коэффициентами перехода ^{137}Cs из лесной почвы в лесную растительность по сравнению с сосновыми. Дубравы образуют долговечные насаждения с высокими показателями биологической и пожарной устойчивости, биологического разнообразия и являются благоприятной средой обитания для многих животных и птиц. Возраст спелости наступает у дуба в 120 лет, что равно четырем периодам полураспада ^{137}Cs . За такой срок древесина становится пригодной для использования без ограничений по радиационному признаку. Начиная с 2016 года эта работа целенаправленно ведется подведомственными организациями Рослесхоза в юго-западных районах Брянской области.

До настоящего времени актуальным является совершенствование лесного законодательства и законодательства в части радиационной безопасности. Единую систему государственного экологического мониторинга следует дополнить подсистемой радиационного мониторинга лесов. Для этого необходимо внести соответствующие изменения в Лесной кодекс Российской Федерации, федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», Постановление Правительства Российской Федерации от 09.08.2013 N 681 (ред. от 01.11.2023) «О государственном экологическом мониторинге (государственном мониторинге окружающей среды) и государственном фонде данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды)» и в другие необходимые нормативные и методические документы.

2.7 Облучение объектов живой природы

Характерной чертой формирования радиоэкологической обстановки на территории чернобыльского следа является относительно медленное снижение концентрации ^{137}Cs в ряде компонент природной среды (почва, лесные и озерные экосистемы). В загрязненных районах Брянской области наблюдается превышение допустимых уровней по содержанию ^{137}Cs в грибах (40% исследованных образцов), лесных ягодах (55%), мышцах диких животных (50%), рыбе местных водоемов (18%) [2.12]. В зонах загрязнения $185\text{--}555 \text{ кБк/км}^2$ содержание ^{137}Cs в грибах может достигать $2000\text{--}13000 \text{ Бк/кг}$, в мышцах диких животных $1500\text{--}5600 \text{ Бк/кг}$.

Чернобыльская авария привела к долгосрочному загрязнению озер и замкнутых водоемов, в том числе расположенных на значительном удалении от ЧАЭС [2.8, 2.9, 2.10]. В первый период после аварии содержание ^{137}Cs в мышцах озерной рыбы (окунь, щука) в непроточных озерах Брянской области превышало 50 кБк/кг сырого веса. К настоящему времени содержание ^{137}Cs в рыбе местных водоемов снизилось на два порядка

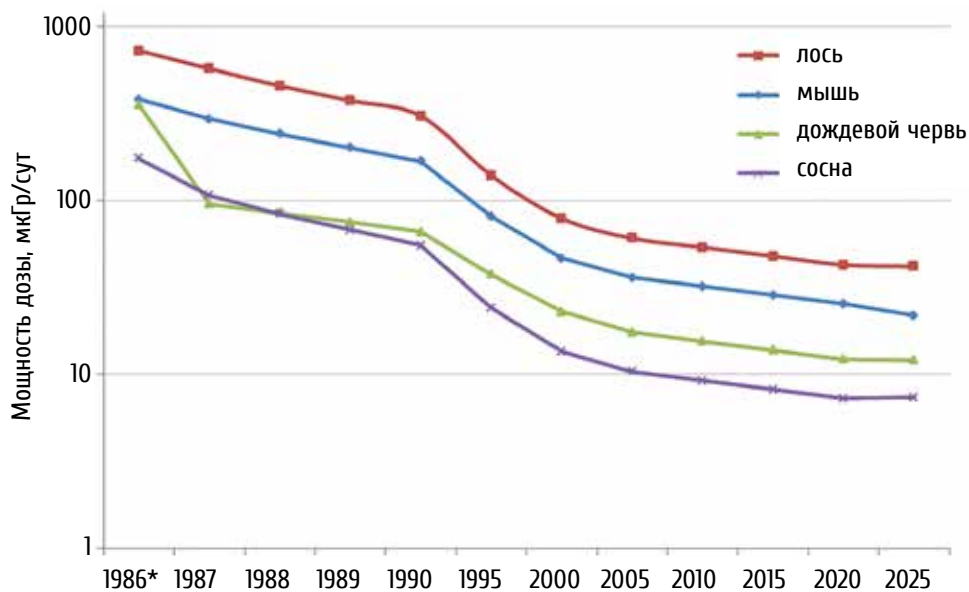


Рисунок 2.5. Мощность дозы облучения организмов наземной биоты на загрязненных участках Гордеевского района Брянской области (1986*–2025). 1986* – по данным за май–декабрь 1986 г. [2.7]

и составляет 70–460 Бк/кг. Несмотря на то, что дозы облучения водных организмов на несколько порядков величины ниже уровней, позволяющих регистрировать радиационные эффекты, они остаются значительно выше фоновых значений.

Многолетняя динамика мощности дозы облучения организмов наземной биоты характеризуется постепенным снижением (рис. 2.5), обусловленным процессами естественного распада этих радионуклидов и их миграцией вглубь почвы. Оценки доз на биоту на загрязненных участках территории Брянской области за пределами зон отчуждения в среднем на порядок ниже предельной радиационной нагрузки. В других областях России отмечаются ещё более низкие дозовые нагрузки на природную биоту [2.7, 2.8].

Генетические процессы в популяциях основных видов древесных пород в зонах высокого радиоактивного загрязнения требуют дальнейшего изучения. Изучение закономерностей поведения радионуклидов в лесных сообществах, накопления их в органах и тканях древесных растений, а также сезонного перераспределения необходимо для совершенствования радиационного мониторинга лесов, прогнозирования радиационной обстановки и обеспечения радиационной безопасности при хозяйственном использовании лесных древесных и недревесных ресурсов.

Мощность дозы облучения наземной биоты (лоси, мышевидные грызуны, сосна и др.), обитающей на загрязненных участках Гордеевского района Брянской области, снизилась за 40 лет в 20–30 раз, а дозы облучения живых организмов были значительно ниже уровней, гарантирующих отсутствие серьёзных последствий аварии для живых организмов. Фиксируемый на протяжении многих лет в популяциях чернобыльской зоны Российской Федерации повышенный уровень мутагенеза не отразился на активности ферментов, частоте морфологических аномалий и репродуктивной способности растений. В то же время повышенные мощности дозы хронического облучения предположительно могут вести к отбору организмов в природных популяциях, а также сказываться на эффективности систем репарации. В других чернобыльских областях дозовые нагрузки на живые организмы еще ниже и находятся в пределах неопределённости оценки фоновых уровней [2.7, 2.8].

Проведенные исследования показали, что уровни радиоактивного загрязнения территорий Российской Федерации не ухудшили ситуацию в отношении экологических рисков: наиболее высокие значения экологического риска в десятки раз ниже установленных безопасных уровней облучения биоты, в менее загрязненных районах эти риски еще в десятки раз ниже.

2.8 Выводы по разделу

1. Одним из наиболее тяжелых последствий аварии стало радиоактивное загрязнение обширных территорий. На наиболее загрязненных территориях часть земель была выведена из оборота, на других были введены ограничения на ведение сельского и лесного хозяйства. Эти меры позволили значительно снизить дозы облучения населения в 1986–1989 гг., однако их внедрение наряду с другими процессами негативно сказалось на социально-экономическом положении территорий, особенно в аграрном секторе.
2. К середине 1990-х производство сельскохозяйственной продукции, не отвечающей действующим санитарно-гигиеническим требованиям, значительно сократилось. Применение защитных мероприятий в аграрном секторе позволило предотвратить до 30% коллективной дозы облучения населения. Однако из-за снижения объемов применения реабилитационных мероприятий в середине 1990-х годов темпы снижения загрязнения продукции замедлились, а в ряде районов отмечался рост содержания ^{137}Cs в продукции сельского хозяйства.
3. За 40 лет радиационная обстановка принципиально улучшилась и значительно сократились площади загрязненных сельскохозяйственных земель. Случаи производства продукции с превышением нормативных требований регистрируются редко и касаются небольших объемов продукции в отдельных хозяйствах Брянской области, что делает актуальным вопрос возвращения к ведению сельского хозяйства без ограничений по радиационному фактору, а также возврата временно выведенных из оборота земель в хозяйственное использование.
4. Для лесных территорий с плотностью загрязнения >185 кБк/м² остаются актуальными мероприятия, направленные на ограничение времени работы на загрязненных участках, заготовку древесины с обязательным радиационным контролем и др. Эпизодические превышения нормативов наблюдаются в недревесных ресурсах и в дичи в лесах на юго-западе Брянской области. Остаются актуальными задачи получения нормативно чистой лесной продукции и предотвращения вторичного загрязнения от пожаров.
5. Уровни загрязнения поверхностных и грунтовых вод в Брянской области в настоящее время на два-три порядка ниже допустимых норм. Только в нескольких непроточных водоемах на юго-западе области регистрируется превышение содержания ^{137}Cs в рыбе из-за загрязненных донных отложений.
6. Многолетние исследования показали, что максимальные значения экологического риска в наиболее загрязненных районах Брянской области в десятки раз ниже безопасных уровней облучения биоты.

3 Дозы облучения и медицинские последствия для российских участников работ по ликвидации аварии

3.1 Когорты участников работ по ликвидации аварии и оценки доз

В общей сложности в 1986—1987 гг. к ликвидации последствий аварии в 30-км зоне вокруг ЧАЭС было привлечено порядка 300 тысяч человек. Около двух тысяч находились рядом с аварийным реактором в первые пять суток с момента аварии, это были работники станции и пожарные. В первые два года самый значительный контингент составляли военные ликвидаторы (~125 тыс. человек). Всего в 1986—1990 годах в противоаварийных работах в 30-км зоне принимало участие до 600 тысяч человек¹.

Опасные для жизни острые дозы облучения (до 16 Гр) в первые сутки аварии получили работники ЧАЭС и пожарные. После 27 апреля облучение за редким исключением носило протрагированный (порционный) характер и не приводило к острым лучевым поражениям.

В первые недели полноценный индивидуальный дозиметрический контроль (ИДК) в зоне ЧАЭС отсутствовал. Именно в эти сроки был максимальный выброс, в его структуре основное место занимали нуклиды с коротким периодом полураспада, особенно изотопы йода. Защита органов дыхания была несовершенной, хотя, как показали исследования, ингаляционное поступление не было значительным.

Дозы облучения ликвидаторов стали систематически оцениваться лишь после 1 июля 1986 г. Появилась возможность планировать условия работы с соблюдением принятой дозы аварийного облучения персонала в 250 мЗв. Расчистка территорий, строительство укрытия поврежденного энергоблока завершились в основном к ноябрю 1986 г. Таким образом сформировалась еще одна, третья дозовая группа ликвидаторов, для подавляющего большинства которых принятая аварийная доза позволяла работать им на промплощадке иногда в течение значительного промежутка времени (как правило, до 2 месяцев) [3.4].

К концу 1986 года на ИДК состояли работники более 600 организаций 49 министерств и ведомств СССР, наибольшее число приходилось на подразделения Минэнерго СССР. В июне 1986 г. Минздрав СССР создал на базе НИИ медицинской радиологии АМН СССР (г. Обнинск) Всесоюзный распределенный регистр (ВРР) для сбора и анализа медико-дозиметрической информации об участниках противоаварийных работ и жителях наиболее загрязненных территорий. Основной объем данных передавался из министерств здравоохранения Белоруссии, России и Украины.

¹ Вопрос о численности ликвидаторов не имеет точного ответа из-за того, что менялись критерии получения статуса ликвидатора, а также из-за организационных проблем в первые годы аварии. По более ранним оценкам в 1986—1987 годах к противоаварийным работам были привлечены порядка 226 тысяч [3.1], по более поздним оценкам — порядка 310 тысяч человек [3.2]. Общее число ликвидаторов 1986—1990 годов в разных источниках варьирует от 526 тысяч [3.3] до 600 тысяч человек [3.1].

После распада Советского Союза ВРР был преобразован в Национальный радиационно-эпидемиологический регистр (НРЭР). Сегодня его головной организацией является Медицинский радиологический научный центр (МРНЦ) в Обнинске.

В конце 1987 года в Москве на базе Института биофизики (ныне ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России) был создан Ведомственный подрегистр ВРР, в который были включены работники предприятий и организаций атомной промышленности, подвергшиеся воздействию радиации в результате аварии на ЧАЭС.

3.1.1 Когорта ликвидаторов в НРЭР

На 01.01.2025 общая численность зарегистрированных в НРЭР участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС (далее — ликвидаторов) составляла 200 707 человек. Больше всего ликвидаторов зарегистрировано в Центральном, Приволжском и Южном федеральных округах (24, 19 и 16 % от общего числа ликвидаторов соответственно).

Персональные данные на ликвидаторов включают информацию о результатах медицинского мониторинга изменений состояния здоровья, проводимого в регионах врачами различных специальностей, и данные об индивидуальных дозах облучения ликвидаторов, которые заносятся в регистр в соответствии с официальной справкой, выданной непосредственно перед выездом из 30-километровой зоны.

Документально подтвержденные дозы внешнего облучения имеют ~70 % ликвидаторов (142 663 человека). В таблице 3.1 представлены основные характеристики когорты ликвидаторов НРЭР.

«Официальные» дозы варьируют в широком диапазоне до 1000 мГр и более. Дозы выше аварийного норматива (250 мГр) получили менее 2,5 % зарегистрированных участников противоаварийных работ. У ликвидаторов 1986 года средняя доза внешнего облучения была самой высокой (~150 мГр), у остальных не превышала 100 мГр.

Таблица 3.1. Основные характеристики когорты ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС зарегистрированных в НРЭР

Год въезда в зону ЧАЭС	Число зарегистрированных в НРЭР	Средняя доза мГр	Средний возраст на момент въезда лет
1986	92364	150,3	33,4
1987	64329	89,8	34,1
1988–1990	44014	36,7	34,9
Вся когорта НРЭР	200707	106,0	34,0

3.1.2 Когорта ликвидаторов в Ведомственном подрегистре ФМБА России

По состоянию на 2025 год база данных Ведомственного подрегистра содержала сведения о 21 607 ликвидаторах — работниках предприятий и организаций атомной промышленности. Эти данные получены из 64 учреждений здравоохранения ФМБА России, к которым прикреплены работники атомной промышленности. В отношении 21 568 ликвидаторов имеется установленная информация о дате въезда в 30-км зону ЧАЭС, в структуре этого контингента основную часть составляют ликвидаторы 1986/87 гг. (~88%). Официальные «чернобыльские» дозы известны для 13 922 человек (~65%). Средняя доза, полученная на предприятиях отрасли, примерно в 3,3 раза превышает среднюю «чернобыльскую» дозу (табл.3.2). Значения суммарных доз (чернобыльские+ профессиональные) варьируют в широком диапазоне от 0,1 до 1800 мЗв и более. Примерно у половины (~53%) суммарные дозы не превышают 100 мЗв, дозы выше 500 мЗв зафиксированы у 5%.

Таблица 3.2. Распределение доз облучения в зависимости от места работы, мЗв

Место получения дозы	Средняя	Минимальная	Максимальная
ЧАЭС	55,2	0,1	1478,50
Предприятия и организации атомной промышленности	180,8	0,1	1832,40
Взвешенная сумма доз (13 922 человек)	70,5	0,2	1847,72

3.2 Медицинские радиологические последствия

По мнению врачей-радиологов, участников противоаварийных работ на ЧАЭС можно разделить на три группы с разной степенью причастности к аварийной ситуации, общими уровнями доз и послеаварийной динамикой состояния здоровья [3.5].

К первой группе относят свидетелей аварии (дежурный и эксплуатационный персонал ЧАЭС и работники различных цехов и ремонтных служб и пожарные). Для них эффективные дозы могли значительно превышать пороговые уровни детерминированных эффектов облучения (~ 1,0 Гр).

Вторая группа — ликвидаторы 1986 года, особенно те, кто работал в первые два месяца и мог получить сверхнормативное облучение (0,25 Гр — но не более 1,0 Гр). Возможность выявления у них лучевой болезни исключается, они относятся к группе повышенного риска из-за развития новообразований. Существенную роль в развитии патологических состояний могут играть факторы стресса, связанного с участием в противоаварийных работах.

Третья группа — ликвидаторы более поздних сроков работы на ЧАЭС (за исключением очень ограниченной группы ученых-исследователей саркофага). По уровню облучения она может считаться контрольным контингентом (не более 50—100 мЗв суммарно за длительные сроки работы). Для этой группы характерны более длительные периоды пребывания на АЭС, иногда вахтовый режим. Психологические факторы аварии являются для них ведущими, они сказываются на нервно-психическом здоровье пациентов.

3.2.1 Медицинская помощь пострадавшим в первые дни аварии

В первые часы после аварии необходимую медицинскую помощь пострадавшим оказывал дежурный персонал здравпункта ЧАЭС и прибывшие из Припяти бригады скорой помощи МСЧ-126. За трое суток были обследованы более 350 человек.

Пациентов с выраженными формами острой лучевой болезни (ОЛБ) спецрейсами оперативно отправляли в московскую Клиническую больницу № 6 Минздрава СССР (при Институте биофизики, ныне ФБГУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России) и некоторые другие клиники Москвы и Киева. Предварительный диагноз ОЛБ получили 237 человек, в дальнейшем в результате тщательного клинико-лабораторного обследования этот диагноз подтвердился у 134 пациентов. За первые 100 дней в клинике Института биофизики ушли из жизни 27 человек, еще один человек умер в Киеве. Число выздоровевших было почти в 4 раза больше: в ряде случаев осуществление комплекса лечебных мероприятий позволило спасти жизнь пострадавшим, дозы облучения которых на 1—1,5 Гр превышали уровни, ранее считавшиеся смертельными.

Для оказания медицинской помощи другим участникам противоаварийных работ, у которых не было явных симптомов ОЛБ, в течение первых недель после аварии были организованы здравпункты в местах их временного проживания и на ЧАЭС. Одновременно решались задачи обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия в местах работы, дезактивации и лабораторного контроля.

После завершения в 1990 году основного объема работ в 30-километровой зоне ЧАЭС и принятия весной 1991 года закона «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» ликвидаторам 1986–1990 годов и их детям, родившимся после аварии, было гарантировано оказание бесплатной медицинской помощи и обязательного специального медицинского наблюдения (диспансеризации) в течение всей жизни. По решению Правительства медицинскую помощь ликвидаторам стали оказывать лечебно-профилактические учреждения по месту жительства, областные и региональные учреждения, а также клиники 25 ведущих профильных научно-исследовательских институтов систем Минздрава России и Российской академии медицинских наук. В 1991 г. в Санкт-Петербурге был образован Всероссийский центр экологической медицины (в настоящее время ФГУЗ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины» МЧС России), который вскоре стал головной организацией по оказанию медицинской помощи российским ликвидаторам.

3.2.2 Отдаленные последствия облучения

Пациенты, перенесшие ОЛБ

У пациентов с ОЛБ в отдаленные сроки после аварии основным инвалидизирующим фактором были последствия тяжелых лучевых ожогов, требовавшие повторных хирургических вмешательств. При значительном снижении остроты зрения из-за лучевой катаракты проводились операции по замене хрусталика на искусственную оптическую линзу с полным восстановлением зрения. По данным российских специалистов из 106 пациентов, ранее перенесших ОЛБ, до 2016 года от различных причин умерли 26 человек. В этой группе выявлена также повышенная заболеваемость злокачественными новообразованиями системы крови (5 случаев смерти из 26). Детальные сведения о динамике состояния здоровья пострадавших в острый период ликвидаторов представлены в [3.5, 3.6].

После распада СССР в Российской Федерации постоянно проживали и находились под медицинским наблюдением 10 участников аварии, перенесших острую лучевую болезнь. Через 40 лет после аварии в живых остались два человека, у обоих имеются отдаленные последствия местных лучевых поражений тяжелой и крайне тяжелой степени, а также онкологические заболевания. Остальные восемь человек умерли в разные годы по разным причинам, включая острую сердечно-сосудистую недостаточность (3 случая), лейкозы (2 случая), солидные опухоли (2 случая), цирроз печени (1 случай).

Деятельность экспертных советов по установлению причинно-следственной связи

По закону 1991 года о социальной защите граждан наиболее существенные меры социальной поддержки предусмотрены для лиц, перенесших лучевую болезнь, и инвалидов вследствие аварии на ЧАЭС. Установление причинной связи заболеваний, инвалидности или смерти с работами в аварийной зоне ЧАЭС осуществляют межведомственные экспертные советы (МЭС), военно-врачебные комиссии, а также другие органы, определяемые Правительством Российской Федерации и действующие во всех федеральных округах.

Корректному установлению причинной связи препятствует не только научная неопределенность эффектов малых доз, из-за которой фактически невозможно опровергнуть возможную связь между радиационным воздействием на человека и обнаруженным у него заболеванием по широкому классу болезней, но и высокая мотивированность лиц, претендующих на установление подобной связи. В первые годы после аварии МЭС связывали с последствиями облучения практически все заболевания у ликвидаторов 1986/87 гг. Решения в пользу больного принимались, например, при прогрессировании некоторых сердечно-сосудистых заболеваний в сроки до двух-трех лет от момента участия в аварии, поскольку учитывалась вся совокупность факторов риска

при работе в зоне аварии. В то же время диагноз острой и хронической лучевой болезни зачастую ставился при данных радиационного анамнеза, исключающих накопление доз выше порога развития соответствующих тканевых реакций [3.7]. В связи с этим позже для значительного числа ликвидаторов было проведено переосвидетельствование, и по всем классам заболеваний (за исключением новообразований) число положительных решений существенно уменьшилось.

Количество обращений в МЭС имеет тенденцию к снижению. Так в 2022 году число поданных заявлений было в двое меньше, чем в 2010 году. В период 2016—2022 гг. более трети всех обращений (36%) были связаны с онкологическими заболеваниями, по ним доля положительных решений превысила 70%. Для заболеваний сердечно-сосудистой системы причинная связь признавалась в том случае, если доза облучения, подтвержденная объективными методами (цитогенетический анализ и др.), была не менее 0,5 Гр. Для других групп нозологий преобладало отрицательное решение [3.8].

Установление причинной связи при медицинском сопровождении ликвидаторов, не имеющих диагноза ОЛБ

В первые десятилетия после аварии к разработке проблемы установления причинно-следственной связи заболеваемости и смертности с аварийным облучением были привлечены разные научно-практические учреждения медицинского профиля, ранее не имевшие опыта в области радиационной эпидемиологии. В результате все отклонения в общем состоянии здоровья и даже в отдельных лабораторных показателях, обнаруживаемые этими исследователями, безоговорочно относились к последствиям воздействия любых уровней облучения.

После сокращения финансирования чернобыльских госпрограмм эти исследования продолжили профильные научно-практические центры (ФМБЦ ФМБА, ВЦЭРМ МЧС и Российский научный центр рентгенорадиологии Минздрава), на базе которых действуют федеральные МЭС, а также некоторые региональные лечебно-профилактические учреждения, оказывающие ликвидаторам адресную медицинскую помощь (Брянский клиничко-диагностический центр и др.).

Головной организацией по оказанию медицинской помощи участникам ликвидации последствий аварии на ЧАЭС и лицам, переселенным из загрязненных радионуклидами районов России, является Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (ВЦЭРМ). Это многопрофильное лечебное учреждение оказывает в том числе высокотехнологичную медицинскую помощь. Передовое медицинское оборудование и высококвалифицированный персонал (54 доктора наук, более 200 кандидатов наук) позволяют провести не только лечение, но и дифференциальную диагностику различной соматической патологии, выявить наиболее ранние стадии онкопатологии, цереброваскулярных нарушений, генетических нарушений и т.д. Ежегодно во ВЦЭРМ обращаются около 1000 чернобыльцев. Всего с 1991 по 2025 год в рамках реализации российских федеральных программ и мероприятий программ Союзного государства комплексное диагностическое обследование, лечение и реабилитацию прошли более 35 тысяч пациентов (участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, и граждан, проживавших (проживающих) на радиоактивно-загрязненных территориях Российской Федерации); кроме того, лечение ряда онкологических заболеваний проводилось на базе Медицинского радиологического научного центра имени А. Ф. Цыба (Обнинск).

В регионах спецдиспансеризация чернобыльцев проводится в многопрофильных консультативно-диагностических центрах, оснащенных современным медицинским оборудованием, в которых работает более квалифицированный, чем в среднем по стране, персонал (например, ГАУЗ «Брянский клиничко-диагностический центр», Воронежская областная клиническая больница № 1 и др.).

В последние годы специалисты этих организаций отмечают значительно бóльшую по сравнению с ожидаемой выявляемость различных заболеваний у ликвидаторов, а также значимый рост показателей заболеваемости по разным нозологиям и первичной инвалидности, преимущественно обусловленной болезнями системы кровообращения. Интерпретируются эти изменения уже не так безоговорочно, как раньше. Помимо радиационного воздействия упоминаются эффект старения ликвидаторов и влияние психотравмирующих факторов участия в работах в зоне ЧАЭС. Также говорится о существовании специфических медицинских последствий у наблюдаемого контингента и о необходимости сохранения и развития существующей системы специализированного медицинского сопровождения ликвидаторов [3.9, 3.10, 3.11]. Но не будучи подкрепленным объективными количественными данными сравнения с контролем, вывод о специфических медицинских последствиях не может считаться научно доказанным. Что же касается сохранения адресной медицинской помощи и социальной поддержки ликвидаторам, эти вопросы решаются на базе признанных международным научным сообществом знаний и сложившейся многолетней практики.

Когортные методы эпидемиологических исследований

Когортные исследования проводятся на базе Национального регистра (НРЭР) и Ведомственного подрегистра ликвидаторов из числа работников предприятий атомной промышленности. В национальном регистре официальные дозы известны для 142,6 тыс. ликвидаторов. В Ведомственном подрегистре выборка на порядок меньше (13,9 тыс. человек), но для нее выше качество дозиметрических данных и диспансерного наблюдения. У двух выборок разные возрастно-половые распределения, а также другие характеристики, поэтому напрямую сравнивать количественные результаты двух регистров некорректно, но можно сравнить выводы о роли радиационного фактора в выявленных отклонениях в состоянии здоровья ликвидаторов.

Результаты исследований НРЭР

На основе анализа накопленных за 40 лет больших массивов медико-дозиметрических данных об изменениях состояния здоровья ликвидаторов специалисты НРЭР относят к радиационно обусловленным последствиям для ликвидаторов 1986–1987 гг. въезда в зону аварии:

- превышение на 30 % заболеваемости лейкозами над спонтанным уровнем в первые десять лет после аварии, при этом в последующие 30 лет (до настоящего времени) радиационные риски лейкозов не были статистически значимыми;
- превышение на 8 % заболеваемости солидными злокачественными новообразованиями над спонтанным уровнем в течение прошедших 40 лет с возможным сохранением этой тенденции в последующие годы;
- превышение на 5 % заболеваемости болезнями системы кровообращения (в первую очередь ишемической болезни сердца) над спонтанным уровнем, как за прошедшие 40 лет после аварии, так, возможно, и в последующие годы с тенденцией к снижению.

Основываясь на своих оценках, специалисты НРЭР приходят к выводу, что проблема минимизации медицинских последствий и повышения эффективности медицинской помощи лицам, относящимся к группам повышенного радиационного риска, сохранит актуальность не только в ближайшие, но и в последующие годы.

Результаты исследований Ведомственного подрегистра

За тот же 40-летний период наблюдения у ликвидаторов, зарегистрированных в Ведомственном подрегистре ФМБА России, не выявлена причинно-следственная связь

повышенной заболеваемости/смертности по всем нозологиям (включая злокачественные новообразования отдельных органов и тканей) с дозами аварийного облучения на ЧАЭС. Такая связь установлена только для суммарных доз облучения (аварийное + профессиональное) по основным нозологиям.

Специалисты ФМБЦ ФМБА России считают актуальным продолжение исследований по выбранной когорте ликвидаторов для выявления зависимости радиационного риска от таких параметров как доза профессионального облучения, доза медицинского и природного облучения.

Неопределенность результатов эпидемиологических исследований

Повышенная частота возникновения определенных стохастических последствий может быть с уверенностью отнесена к воздействию радиации в умеренных и высоких дозах. При более низких дозах уверенность снижается. В диапазоне малых доз (≤ 100 мЗв) даже достоверное превышение стохастических эффектов не может быть приписано радиационному облучению, поскольку естественный разброс этих эффектов, вызванных нерадиационными факторами, значительно превышает любой ожидаемый их рост, обусловленный радиационным воздействием [3.12].

В связи с этим при проведении эпидемиологических исследований крайне важно проводить дифференциацию по разным дозовым диапазонам. Однако в базах данных национальных регистров дозиметрические данные не полны, а записанные в них дозы не всегда подтверждаются, поэтому данные регистров должны быть поддержаны сведениями из других источников и верифицированы другими методами.

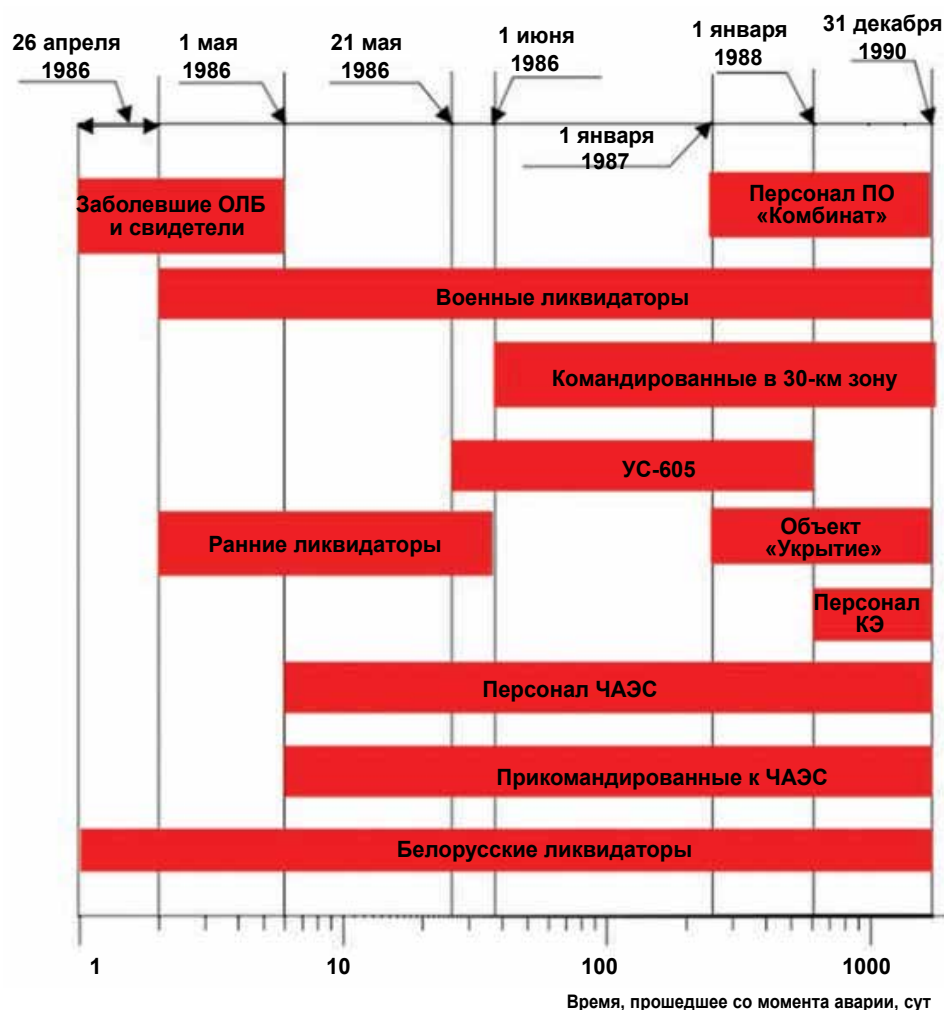


Рисунок 3.1. Сроки работы разных контингентов ликвидаторов, по данным [6]

Лучшим по признанию международного сообщества является метод RADRUE, в котором реконструкция дозы проводится на основе анализа времени и движений для определенных контингентов ликвидаторов (рис. 3.1). Исходными данными являются сведения из интервью с участниками исследования, для интерпретации этих сведений привлекаются эксперты-дозиметристы с личным опытом работы в Чернобыле [3.13, 3.14]. В среднем реконструированные дозы ниже значений «официальных» доз, но доля превышений аварийного предела доз (250 мГр) оказывается выше, чем для «официальных» доз, за счет более широкого распределения (рис. 3.2) [3.2].

Последствия для здоровья зависят от суммарной дозы, поэтому помимо аварийных доз в эпидемиологических исследованиях важно учитывать дозы от других источников облучения (профессиональных, медицинских, природных). Например, за счет рентгенологических исследований в условиях спецдиспансеризации дозы облучения у ликвидаторов выше, чем у населения и различаются среди самих ликвидаторов, что может существенно исказить результаты эпидемиологических исследований. Не менее важной является проблема учета других зачастую более сильных факторов риска (курение, употребление алкоголя и др.). Важно также учитывать, что показатели заболеваемости/ смертности ликвидаторов обычно сравниваются со спонтанными уровнями для контрольных групп населения. Целенаправленный скрининг и широкий спектр диагностических приемов при спецдиспансеризации ликвидаторов могут быть причиной более раннего и частого выявления у них сдвигов в состоянии сердечно-сосудистой и других систем организма по сравнению с населением.

Эти и другие ограничения и недостатки когортных исследований имеют системный характер и трудно преодолимы, в связи с чем дискуссия вокруг объективности результатов национальных регистров продолжается.

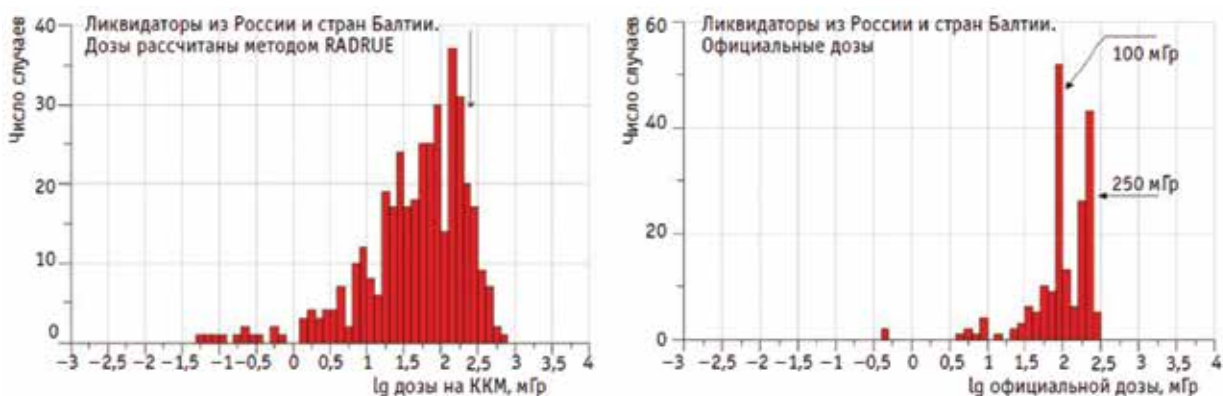


Рисунок 3.2. Распределение индивидуальных доз ликвидаторов: слева — рассчитанные методом RADRUE, справа — «официальные» дозы из анкет ликвидаторов [3.15]

3.3 Выводы по разделу

1. Работники ЧАЭС и пожарные, находившиеся в первые сутки рядом с эпицентром аварии, получили опасные для жизни дозы облучения (до 16 Гр). Из 134 пациентов с подтвержденным диагнозом острой лучевой болезни 28 человек погибли, 106 были спасены. Через 30 лет после аварии из перенесших ОЛБ пациентов были живы 80 человек. Основными отдаленными последствиями для них стали лучевые повреждения кожи и катаракты, также был отмечен рост числа злокачественных новообразований системы крови.

2. Через несколько суток после аварии новые случаи острой лучевой болезни были в основном исключены. Спустя месяц была сформирована система медико-санитарного обеспечения радиационной безопасности работ в зоне ЧАЭС, позволившая избежать массового переоблучения участников работ. По данным официального учета, дозы выше аварийного норматива (250 мГр) получили менее 2,5 % российских ликвидаторов, работавших в 30-километровой зоне ЧАЭС в 1986—1990 гг. Большинство ликвидаторов получили малые дозы облучения (менее 100 мГр).
3. По данным российского НРЭР к радиационно обусловленным последствиям для ликвидаторов 1986—1987 гг. въезда в зону аварии относятся:
 - превышение на 30 % заболеваемости лейкозами над спонтанным уровнем в первые десять лет после аварии, в последующие 30 лет (до настоящего времени) радиационные риски лейкозов не были статистически значимыми;
 - превышение на 8 % заболеваемости солидными злокачественными новообразованиями над спонтанным уровнем в течение прошедших 40 лет с возможным сохранением этой тенденции в последующие годы;
 - превышение на 5 % заболеваемости болезнями системы кровообращения (в первую очередь ишемической болезни сердца) над спонтанным уровнем, как за прошедшие 40 лет после аварии, так, возможно, и в последующие годы с тенденцией к снижению.

В настоящее время средний возраст мужчин ликвидаторов составляет 73 года, такой возраст пережили 52 % данного контингента. При этом, по данным российской статистики, указанный возраст пережил только 41 % мужского населения Российской Федерации, что указывает на то, что ликвидаторы живут несколько дольше в сравнении с референтным мужским населением страны.

4. По данным Ведомственного подрегистра ФМБА России для наблюдаемой когорты ликвидаторов не выявлены последствия, которые можно было бы связать непосредственно с облучением на ЧАЭС.
5. Научный комитет по действию атомной радиации (НКДАР) ООН в докладе 2008 года обобщил данные наблюдений за здоровьем ликвидаторов, зарегистрированных в Беларуси, России, Украине, Эстонии, Латвии и Литве (~ 530 тыс. человек), и отнес к радиационно обусловленным последствиям аварии 134 случая ОЛБ у сотрудников станции и аварийных рабочих, получивших самые высокие дозы радиации, и возникшие у них позже последствия тяжелых лучевых ожогов, случаи лучевой катаракты и повышенную онкогематологическую заболеваемость.
6. Выводы национальных регистров о радиационном генезисе выявленных негативных отклонений в состоянии здоровья ликвидаторов, не имевших диагноза ОЛБ, НКДАР счел недостаточно убедительными. Позже Комитет несколько раз рассматривал результаты национальных регистров в связи с общими проблемами оценки риска лейкемии, солидных раков и болезней системы кровообращения в диапазоне малых доз (2010, 2019, 2020/21) [3.16, 3.17, 3.18] и более уверенно поддержал выводы американско-украинских исследований о дозозависимой заболеваемости лейкемией в группе ликвидаторов 1986 года и катарактой в группе ликвидаторов 1986/87 гг. Научная дискуссия об объективности интерпретации результатов эпидемиологических исследований в области малых доз (< 100 мГр) продолжается.
7. Вопросы установления причинной связи заболеваний с аварийным облучением и оказания адресной медицинской помощи и социальной поддержки ликвидаторам решаются на базе имеющихся сегодня знаний и сложившейся многолетней практики.

4 Дозы облучения и медицинские последствия аварии для населения России, вовлеченного в аварию

4.1. Дозы облучения населения вследствие аварии на Чернобыльской АЭС и их вклад в общее облучение

4.1.1. Облучение населения СССР в острый период аварии

Обобщенный анализ собранного массива фактических данных по дозам облучения населения и медицинским последствиям убедительно показал, что случаев острой лучевой болезни в этой когорте не было [4.1]. Наибольшую опасность для населения, прежде всего для детей, представляло внутреннее облучение щитовидной железы (ЩЖ) радиоактивными изотопами йода. Дозы облучения от изотопов цезия, стронция, других радионуклидов были относительно низкими. Наибольшие дозы облучения ЩЖ были получены населением, эвакуированным из 30-км зоны: средняя доза для этого контингента составила около 500 мГр, дозы облучения детей до 3-х лет в единичных случаях достигали 50 Гр [4.2].

Позднее оповещение населения о радиационной опасности и задержка с введением срочных контрмер не позволили предотвратить поступление радиоактивного йода, в первую очередь с коровьим молоком. Дозы за счет молока превышали дозы от ингаляционного поступления загрязненного воздуха до 100 раз [4.3].

В загрязненных районах Брянской области у всех детей дошкольного возраста дозы были выше 0,05 Гр. Максимальные индивидуальные дозы были у детей младше 3 лет, в 17 населенных пунктах они доходили до ~ 10 Гр [4.4].

В результате аварии на ЧАЭС дозы облучения ЩЖ от короткоживущих изотопов йода, прежде всего от ^{132}I и ^{133}I , для жителей, употреблявших в пищу загрязненное молоко, не превышали (1–2) % от дозы, сформированной ^{131}I [4.5]. В случае аварии на АЭС «Фукусима-1» для жителей, у которых пероральное поступление ^{131}I было предотвращено, вклад короткоживущих радиоактивных изотопов йода в дозу облучения ЩЖ мог достигать 30–40 % от ^{131}I [4.6].

Авария на японской АЭС «Фукусима-1» (2011) показала, что раннее оповещение населения и срочное введение контрмер позволили исключить пероральный путь поступления ^{131}I с загрязненной питьевой водой и продуктами питания: дозы облучения ЩЖ после Фукусимы были на порядки ниже, чем после Чернобыля [4.7].

4.1.2. Современная ситуация в Российской Федерации

С первых дней после аварии задачи защиты здоровья населения были возложены на Министерство здравоохранения СССР и республиканские профильные министерства. Перед государственной санитарно-эпидемиологической службой РСФСР были поставлены вопросы изучения радиационной обстановки, оценки полученных и прогнозируемых доз облучения населения России, выработки мер по защите населения и рекомендаций по проживанию на загрязненных территориях. Научно-методическое руководство проведением радиационного контроля и дозовых оценок осуществлял Научно-

исследовательский институт радиационной гигиены под руководством П.В. Рамзаева, ставший научно-методическим центром государственного надзора по вопросам радиационной защиты населения. В настоящее время государственный надзор в области обеспечения радиационной безопасности населения России осуществляет Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор), а Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П. В. Рамзаева Роспотребнадзора (ФБУН НИИРГ им. П. В. Рамзаева) разрабатывает методические рекомендации по оценке доз облучения в отдаленный период аварии и выполняет дозиметрические расчеты с целью определения комплекса мер радиационной защиты граждан и реабилитации территорий, загрязненных вследствие аварии на Чернобыльской АЭС.

Консервативные оценки средней годовой эффективной дозы облучения населения проводятся в условиях отсутствия активных мер радиационной защиты и самоограничений при потреблении местных пищевых продуктов ($СГЭД_{90}$). Такой подход был предложен Российской научной комиссией по радиологической защите в «Концепции радиационной, медицинской, социальной защиты и реабилитации населения Российской Федерации, подвергшегося аварийному облучению» в 1995 году. С учетом величины $СГЭД_{90}$ проводится зонирование населенных пунктов (НП), принимаются решения о мерах социальной и радиационной защиты населения. Значения $СГЭД_{90}$ определяют таким образом, чтобы вероятность того, что фактическая средняя доза у жителей НП превысит $СГЭД_{90}$, была значительно ниже 10%.

В соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.03.2023 № 745-р с 2024 года в границах радиоактивного загрязнения аварии на Чернобыльской АЭС находятся 3792 НП. До 2024 года к зонам радиоактивного загрязнения, согласно предыдущему перечню НП, утвержденному постановлением Правительства Российской Федерации от 08.10.2015 № 1074, относились 3855 НП [4.8]. Из прежнего перечня исключены 76 НП девяти субъектов Российской Федерации, но добавлены 13 НП Тульской области.

Расчеты $СГЭД_{90}$, выполненные за 2024 год в соответствии с новым перечнем (табл. 4.1), показали, что современные величины дозы облучения населения $СГЭД_{90}$ выше 1,0 мЗв в 88 НП Брянской области, а в одном из них $СГЭД_{90}$ превышает дозовую границу в 5,0 мЗв. В 294 НП четырех наиболее радиоактивно загрязненных субъектов Российской Федерации (Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей) рассчитанные дозы варьируют от 0,3 до 1,0 мЗв, а в 3410 НП (~90% всех НП) не превышают 0,3 мЗв.

Фактические средние годовые эффективные дозы облучения за 2024 год для жителей всех НП в среднем по всем территориям составили 0,08 мЗв и только в 8 НП Брянской области превысили 1,0 мЗв (максимальное значение — 2,7 мЗв)². Годовые эффективные дозы облучения для лиц критической (наиболее облучаемой) группы жителей НП — установленный в Российской Федерации критерий соблюдения условия радиационной безопасности в отношении техногенного облучения населения — в 2024 году превысили 1,0 мЗв в 61 НП Брянской области, из них в одном НП доза облучения для критической группы была оценена как 5,4 мЗв. Похожие оценки были получены в 2022 году и по результатам комплексных радиационно-гигиенических обследований НП юго-западных районов Брянской области с участием ФБУН НИИРГ им. П. В. Рамзаева при выпол-

² В настоящее время оценка доз на основе инструментальных измерений (установки СИЧ) не выполняется, все дозы облучения ($СГЭД_{90}$, фактические средние годовые эффективные дозы и годовые эффективные дозы облучения для лиц критической группы жителей НП) определяются расчетным путем. Превышение нормативных уровней у отдельных лиц из населения обусловлено внутренним облучением за счет потребления продуктов питания с повышенным содержанием ¹³⁷Cs (дичь, рыба, грибы). Такие случаи единичны, однако они влияют на определение количества НП с годовыми дозами облучения выше 1,0 мЗв на основе $СГЭД_{90}$ и объясняют разницу в числе НП на основе различных методов расчета.

нении работ по мероприятиям «Программы совместной деятельности России и Беларуси в рамках Союзного государства по защите населения и реабилитации территорий, пострадавших в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС», утвержденной постановлением Совета Министров Союзного Государства от 29.08.2019 № 8.

Таблица 4.1. Распределение населенных пунктов субъектов Российской Федерации, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, по величине средней годовой эффективной дозы за 2024 год (данные НИИРГ им. П.В. Рамзаева)

Субъект Российской Федерации	Количество НП	Интервалы СГЭД ₉₀ , мЗв				СГЭД ₉₀ , мЗв	
		<0,3	0,3–1,0	1–5	>5	Сред.	Макс.
Белгородская область	77	77	–	–	–	0,03	0,06
Брянская область	749	414	247	87	1	0,43	5,09
Воронежская область	72	72	–	–	–	0,04	0,07
Калужская область	289	256	33	–	–	0,15	0,63
Курская область	153	153	–	–	–	0,05	0,15
Ленинградская область	29	29	–	–	–	0,04	0,07
Липецкая область	68	68	–	–	–	0,04	0,09
Орловская область	819	814	5	–	–	0,06	0,32
Пензенская область	30	30	–	–	–	0,04	0,09
Республика Мордовия	15	15	–	–	–	0,04	0,11
Рязанская область	271	271	–	–	–	0,05	0,22
Тамбовская область	6	6	–	–	–	0,03	0,04
Тульская область	1209	1200	9	–	–	0,08	0,39
Ульяновская область	5	5	–	–	–	0,05	0,07
Итого (14 субъектов)	3792	3410	294	87	1	0,15	5,09

Примечание: СГЭД₉₀ — среднегодовая эффективная доза для населенного пункта, оцененная при условии отсутствия активных мер радиационной защиты и самоограничений населения при потреблении местных пищевых продуктов.

По прошествии четырех десятилетий с момента аварии дополнительное облучение жителей НП чернобыльских территорий Российской Федерации дает незначительный вклад в общую дозу облучения, оцененную с учетом региональных величин доз облучения от природных и медицинских источников (по данным радиационно-гигиенической паспортизации о годовых эффективных дозах облучения от природных и медицинских источников в расчете на одного жителя), — не более 2 % в среднем. Принимая во внимание тенденцию к увеличению применения высокодозовых методов диагностики в современном здравоохранении, этот вклад, помимо прочих причин естественного характера, будет уменьшаться и далее (рис. 4.1). Вклад природных источников в общую дозу облучения по 14 субъектам Российской Федерации за 2024 год варьировал от 67 до 83%, медицинских — от 17 до 33%. Для жителей наиболее загрязненных НП Брянской области годовые дозы облучения, обусловленные аварией на Чернобыльской АЭС, могут быть сопоставимы с суммарной дозой от природных и медицинских источников (см. табл. 4.1).

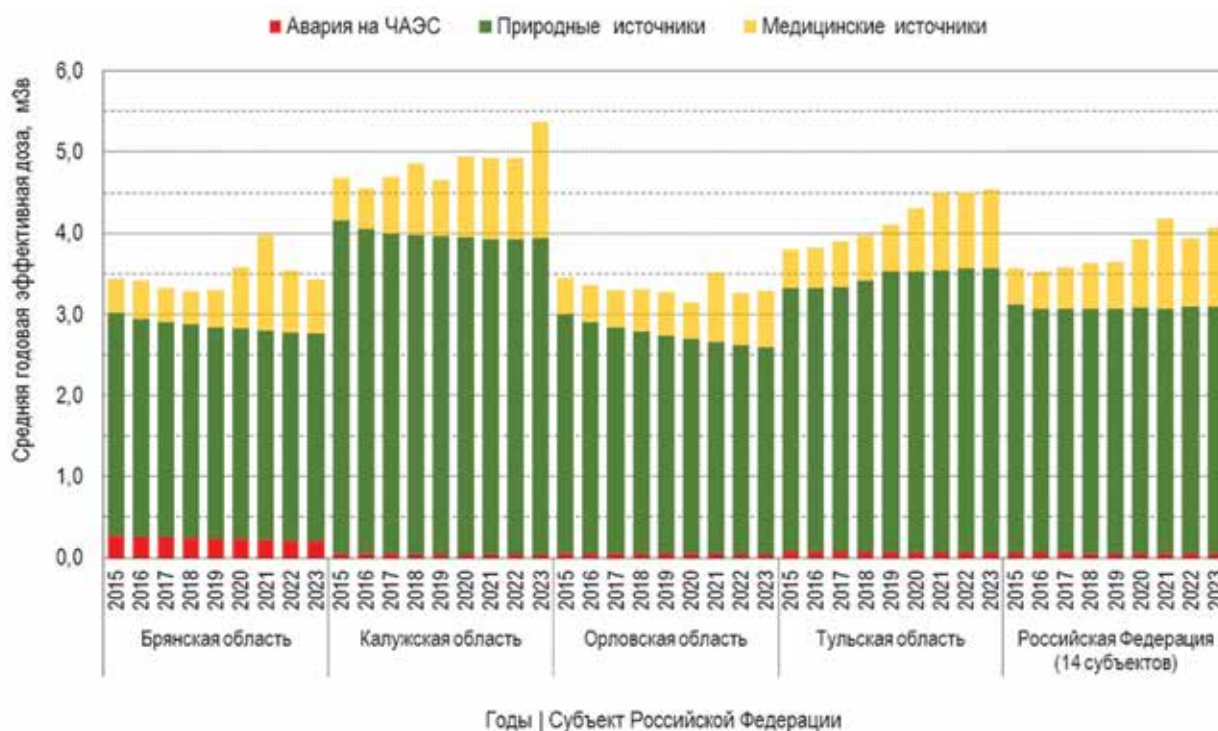


Рисунок 4.1. Средние годовые эффективные дозы облучения населения территорий НП, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, в 2015–2023 гг. с учетом вклада природных и медицинских источников облучения в расчете на одного жителя субъекта Российской Федерации (по данным НИИРГ им. П. В. Рамзаева)

Оцененные за период 1986–2024 гг. средние накопленные эффективные дозы облучения (без учета вклада радионуклидов йода в дозу внутреннего облучения щитовидной железы) жителей 3 792 НП радиоактивно загрязненных после аварии на Чернобыльской АЭС территорий (табл. 4.2) позволили установить, что средняя накопленная к 2024 году доза облучения жителей Брянской области превысила порог в 70 мЗв в 63 НП (для сравнения: в 2016 году таких НП насчитывалось 55 [4.9]). При этом для жителей 16 НП накопленные к настоящему времени дозы облучения превышают 100 мЗв, из них для жителей трех НП Красногорского района Брянской области, где плотность загрязнения почвы территории НП ^{137}Cs в мае 1986 года превышала $2,7 \text{ МБк/м}^2$ (75 Ки/км^2), – 200 мЗв.

Таблица 4.2. Распределение населенных пунктов субъектов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, по величине расчетной средней накопленной за 1986-2024 гг. эффективной дозы облучения жителей (данные НИИРГ им. П.В. Рамзаева)

Субъект РФ	Кол-во НП	В том числе в интервале доз, мЗв				Макс.
		< 35	35–70	70–150	> 150	
Белгородская область	77	77	–	–	–	8
Брянская область	749	516	170	59	4	323
Воронежская область	72	72	–	–	–	9
Калужская область	289	289	–	–	–	29
Курская область	153	153	–	–	–	14

Окончание табл. 4.2

Субъект РФ	Кол-во НП	В том числе в интервале доз, мЗв				Макс.
		< 35	35–70	70–150	> 150	
Ленинградская область	29	29	–	–	–	18
Липецкая область	68	68	–	–	–	10
Орловская область	819	819	–	–	–	33
Пензенская область	30	30	–	–	–	11
Республика Мордовия	15	15	–	–	–	10
Рязанская область	271	271	–	–	–	27
Тамбовская область	6	6	–	–	–	4,6
Тульская область	1209	1205	4	–	–	44
Ульяновская область	5	5	–	–	–	12
Итого (14 субъектов)	3792	3555	174	59	4	323

4.2 Медицинские радиологические последствия облучения для населения

Для научного анализа отдаленных эффектов облучения в диапазоне малых доз необходим большой объем детальных данных по статистике заболеваемости и смертности населения на загрязненных и контрольных территориях за длительный период времени. В России такая информационная база накоплена в рамках НРЭР.

Для зарегистрированных в НРЭР 382 845 жителей наиболее загрязненных радионуклидами территорий Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей (с плотностью загрязнения $^{137}\text{Cs} > 5 \text{ Ки/км}^2$) среднее значение накопленных к 2025 г. эффективных доз составляет 0,03 Зв, т. е. превышение над дозами населения, накопленными за счет естественного радиационного фона, составило около 25%. За счет выпадения радиоактивных изотопов йода поглощенная доза в щитовидной железе в среднем составила 0,084 Гр, а у детей (на момент йодных выпадений) доходила до 4 Гр.

Рак щитовидной железы. Рак щитовидной железы (РЩЖ) является индикаторным заболеванием при оценке воздействия радиоактивных изотопов йода на человека. Особое место в оценке радиологических последствий аварии на Чернобыльской АЭС отводилось изучению заболеваемости РЩЖ населения наиболее загрязненных радионуклидами территорий России. Это привело к так называемому эффекту скрининга: значительному увеличению наблюдаемых показателей заболеваемости РЩЖ для данного населения по сравнению с показателями заболеваемости РЩЖ населения России в целом. Рост заболеваемости РЩЖ было также обусловлен облучением щитовидной железы ^{131}I .

В результате проведения радиационно-эпидемиологических исследований по когорте наблюдения жителей загрязненных районов Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей, зарегистрированных в НРЭР, были получены оценки фактора скрининга (FS) и коэффициента избыточного относительного риска заболеваемости (ERR/Гр) для РЩЖ населения загрязненных радионуклидами территорий.

В среднем за всё время наблюдения фактор скрининга FS оценивался на уровне 5,84 для детей и подростков (моложе 18 лет на момент аварии) и на уровне 2,11 — для взрослых (18 лет и старше). Анализ радиационных рисков в когорте детей и подростков на момент аварии, зарегистрированных в НРЭР, общей численностью 108435 человек и средней дозе радиоактивного йода-131 в щитовидной железе 0,17 Гр, показал, что за весь период наблюдения (с момента аварии по настоящее время) 43,3% случаев заболеваемости раком щитовидной железы были обусловлены облучением.

Лейкозы. По данным НРЭР, радиационный риск лейкозов для населения загрязненных радионуклидами территорий статистически не значим, хотя среднее значение избыточного радиационного риска всё же превышало нулевой уровень и составляло около 7%.

Солидные раки и рак молочной железы. Риск солидных злокачественных новообразований (ЗНО), включая риск рака молочной железы у женщин, для населения загрязненных радионуклидами территорий статистически не значим. Это связано с небольшими дозами облучения населения (в среднем, 0,03 Зв). Если придерживаться консервативных прогнозов по моделям риска МКРЗ, то избыточный радиационный риск заболеваемости солидными ЗНО среди населения следует ожидать на уровне 1% выше спонтанной заболеваемости³. При таком небольшом ожидаемом риске для его выявления требуется более длительное время наблюдения за состоянием здоровья населения загрязненных территорий.

Последствия для здоровья будущих поколений. По мнению НКДАР ООН и МКРЗ, в настоящее время для человека отсутствуют убедительные доказательства того, что воздействие ионизирующей радиации на родителей приводит к избыточному выходу наследственных заболеваний у потомства. Однако при консервативных (завышенных) оценках радиационных рисков наследственных заболеваний человека МКРЗ рекомендует использовать коэффициенты риска, полученные на экспериментальных животных.

По данным НРЭР, максимальные годовые эффективные дозы облучения отдельных лиц из населения, проживающего на территориях с загрязнением 1—5 Ки/км² (185—555 кБк/м²), не превышают 1,0 мЗв, начиная с 1994 г., а на территориях с загрязнением 5—40 Ки/км² (555—1480 кБк/м²) будут превышать 1,0 мЗв вплоть до 2046 г. В соответствии с рекомендациями 2007 г. МКРЗ, консервативная оценка доли радиационно обусловленных наследственных заболеваний потомства, рожденного от родителей, проживавших до 2000 г. на территориях зоны с льготным социально-экономическим статусом с загрязнением 1—5 Ки/км², составляет 0,08%, а для территорий зоны отселения и зоны с правом на отселение с загрязнением свыше 5 Ки/км² (37—185 кБк/м²) — 0,4% от среднероссийских показателей⁴. Доля радиационно обусловленных наследственных заболеваний для потомства, рожденного после 2000 г., в пять раз меньше, чем для потомства, рожденного до 2000 г. Важно отметить, что среди детей, рожденных после 2000 г. у этих жителей, в системе НРЭР к 2025 г. не выявлено статистически значимой зависимости частоты врожденных пороков развития от накопленной дозы облучения их родителей.

³ Пренебрежимо малые расчетные риски развития онкологических заболеваний при облучении в сверхмалых дозах (< 10 мЗв) должны оцениваться с учетом влияния на здоровье других источников облучения (природных и медицинских), также факторов химической и биологической природы, многие из которых являются канцерогенами и опасность их воздействия значительно выше опасности малых доз ионизирующего облучения.

⁴ Трансгенерационные эффекты (т.е. нарушения и патологии у необлученных детей облученных родителей) применительно к человеку не показаны за более чем 60 лет исследований ни при каких дозах. В опытах на лабораторных животных, не имеющих дефектов в репарации ДНК и пониженной радиочувствительности, указанные последствия начинают проявляться только при облучении в средних дозах [4.10]. Рекомендуемые МКРЗ коэффициенты риска для генетических эффектов у человека основаны на экспериментальных данных, полученных на животных. Эти коэффициенты в несколько раз ниже, чем для канцерогенных рисков.

4.3 Выводы по разделу

1. На современном этапе радиационной аварии на Чернобыльской АЭС в тринадцати субъектах Российской Федерации, где расположены НП, отнесенные к зонам радиоактивного загрязнения, параметры радиационной обстановки и среднегодовые дозы облучения населения не превышают нормативных уровней, проведение защитных мероприятий не требуется. В 88 НП Брянской области значения годовой дозы облучения по-прежнему превышают нормативный уровень 1 мЗв. Для жителей 63 НП Брянской области средние накопленные за период 1986–2024 гг. эффективные дозы превысили 70 мЗв.
2. Переход НП к условиям нормальной жизнедеятельности населения⁵ не предполагает прекращения мероприятий по отслеживанию радиационной ситуации. На радиоактивно загрязненных территориях необходимо проводить радиационный мониторинг, оценивать годовые дозы техногенного облучения населения и вести наблюдение за здоровьем жителей НП, где накопленная доза облучения, обусловленная радиоактивным загрязнением окружающей среды вследствие аварии, превысила 70 мЗв [4.11].
3. В ходе изучения медицинских радиологических последствий облучения для населения специалистами НРЭР:
 - выявлен высокий уровень заболеваний РЩЖ среди лиц, являвшихся детьми и подростками на момент аварии и проживавших на территориях с плотностью загрязнения по $^{137}\text{Cs} > 5\text{Ки/км}^2$ (около 43% случаев заболеваемости раком щитовидной железы были обусловлены облучением от ^{131}I); возможно, высокий уровень радиационно обусловленной заболеваемости РЩЖ среди данного контингента сохранится и в последующие годы;
 - установлено, что «эффект скрининга» по заболеваемости РЩЖ среди жителей загрязненных территорий Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей, приводит к более чем 5-кратному увеличению выявляемости РЩЖ для детей и подростков на момент аварии и 2-х кратному для взрослых;
 - не выявлены статистически значимые радиационные риски лейкозов и солидных ЗНО (включая радиационный риск рака молочной железы у женщин) для населения загрязнённых территорий. Если придерживаться консервативных прогнозов, основанных на рекомендованных Международной комиссией по радиологической защите (МКРЗ) моделях радиационного риска, то избыточный радиационный риск заболеваемости ЗНО среди населения, проживающего на территориях зоны отселения и зоны с правом на отселение, составляет около 1% над спонтанным уровнем заболеваемости ЗНО;
 - не установлено значимого влияния радиационного фактора на показатели заболеваемости населения загрязненных территорий по всем классам и рубрикам заболеваний по МКБ-10 кроме РЩЖ;
 - среди детей, рожденных на территориях зоны отселения и зоны с правом на отселение, не выявлено статистически значимой зависимости частоты врожденных аномалий (пороков развития) от накопленной дозы облучения их родителей. Значимые последствия для здоровья будущих поколений жителей загрязненных территорий в настоящее время не прогнозируются [4.13].

⁵ Под «нормальной жизнедеятельностью населения» имеется в виду обеспечение выполнения для населения общепринятых требований радиационной безопасности и возможности ведения на загрязненной территории хозяйственной деятельности без применения специальных мероприятий по снижению содержания радионуклидов в продукции местного производства и происхождения [4.12]

5

Последствия аварии для общества (1986—2025)

Гуманитарные последствия аварии были масштабными и долговременными. Нарушилась жизнедеятельность на обширных территориях. Героические усилия по преодолению аварии на площадке ЧАЭС оставили глубокий след в жизни ликвидаторов, их семей и потомков. Были жертвы среди ликвидаторов и случаи заболеваемости среди населения. Миллионы людей начали испытывать страх за свое здоровье. Общество стало опасаться повторения Чернобыля и надолго потеряло доверие к атомной энергетике.

К 15-й годовщине аварии международное научное сообщество пришло к выводу, что наибольший урон населению был связан с нерадиационными факторами, такими как хронический психологический стресс, нарушение привычного уклада жизни, ограничения в хозяйственной деятельности и связанные с аварией материальные потери. Ситуацию во многом усугубили значительные экономические и социальные трудности, которые переживало население страны в период распада СССР и последующей кардинальной трансформации системы управления обществом в 1990-х годах [5.1].

Принятый в условиях острого политического кризиса закон о социальной защите пострадавших одноmomentно увеличил более чем на порядок численность населения, затронутого мерами вмешательства. Закрепленное законом стремление жителей и властей минимизировать радиационные риски при игнорировании базового принципа оптимизации вмешательства довольно быстро привело к серьезным негативным последствиям в социально-экономической сфере и надолго законсервировало эту ситуацию.

Сформировавшаяся в тот период культура зависимости населения от финансовой поддержки государства только в последнее десятилетие начала сменяться пониманием того, что будущее зависит от личных усилий. Однако и сегодня люди не хотят терять положенные им выплаты, даже если они экономически уже не много значат.

5.1 Политика социальной защиты пострадавших

В первые годы после аварии благодаря принятым государством мерам удалось компенсировать материальные потери на местном уровне, связанные с отчуждением части территорий, прекращением или перепрофилированием сельскохозяйственной деятельности и другими физическими последствиями аварии. В загрязненные районы поставлялась дополнительная техника, удобрения и другие материальные ресурсы. Специальное снабжение населения продуктами питания, товарами длительного пользования по государственным ценам и лекарствами, а также выплаты компенсационных денежных пособий, бесплатное содержание детей в детских дошкольных учреждениях и питание школьников в условиях всеобщего дефицита обеспечивали повышенный уровень благосостояния жителей загрязненных территорий на фоне других сельскохозяйственных регионов страны.

В то же время *политика массового переселения* обострила негативные социальные тенденции, характерные для сельских районов страны. Закон СССР о социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, был принят 12 мая 1991 года, в момент, когда обсуждалось будущее устройство СССР, в том числе и различные варианты нового Союзного договора. Белорусские и украинские политические элиты требовали от России компенсации за последствия аварии. Компромисс был достигнут большой ценой.

Закон гарантировал социальную защиту вне зависимости от фактического вреда для здоровья и даже от полученной дозы облучения. В категорию «пострадавших» были включены жители территорий с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs свыше 1 Ки/км² (37 кБк/м²), а также все, кто побывал в 30-км зоне ЧАЭС в период с 26.04.1986 по 01.01.1990 г., независимо от продолжительности пребывания. После распада СССР в декабре 1991 г. эти же критерии социальной защиты были закреплены в чернобыльских законах Беларуси, России и Украины.

Размеры индивидуальных компенсаций и льгот на территориях с остаточным радиоактивным загрязнением устанавливались по зонам загрязнения и слабо зависели от уровня риска. Спустя 5 лет после аварии союзный закон увеличил численность затронутого мерами вмешательства населения более чем на порядок, примерно с 500 тыс. до 7 млн человек. При этом 90 % территорий, отнесенных по закону к категории радиоактивно загрязненных, оказались в зоне льготного социально-экономического статуса с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs 1–5 Ки/км² (37–185 кБк/м²). Дополнительные чернобыльские дозы на этих территориях были на уровне доз облучения от природного фона и ниже. На эту самую большую по территории и населению зону направлялась основная часть бюджетных средств, тогда как на более загрязненные районы приходилось непропорционально меньше денежных средств в расчете на единицу дозы облучения.

Размер льгот и компенсаций участникам аварии устанавливался по календарному году въезда в 30-км зону. Меры социальной защиты ликвидаторов включали бесплатное приобретение лекарств и оказание медицинской помощи, досрочный выход на пенсию, оплачиваемый дополнительный «чернобыльский» отпуск, налоговые льготы и денежные выплаты и др. В условиях экономического кризиса регистрация в качестве пострадавшего от аварии стала для многих единственным средством получения дохода и доступа к медицинской помощи, включая лекарства. Экономическая привлекательность компенсаций и льгот, установленных законом для ликвидаторов-инвалидов, спровоцировала стремительный рост показателей заболеваемости и инвалидизации среди участников противоаварийных работ. При этом в большинстве случаев потеря трудоспособности была связана с заболеваниями, для которых не установлена прямая связь с радиационным воздействием. По данным НРЭР продолжительность жизни российских ликвидаторов несколько выше в сравнении с референтным мужским населением страны (см. Раздел 3).

Закон о социальной защите закрепил *обязательность медицинского контроля* за состоянием здоровья населения на загрязненных территориях. Данная мера была нацелена на повышение качества и доступности медицинской помощи, однако на практике работники здравоохранения ориентировались на поиск свидетельств ухудшения здоровья населения. В общественном сознании реальные проблемы со здоровьем, обусловленные резким снижением уровня жизни и затяжным психологическим стрессом, стали напрямую увязываться с последствиями радиационного воздействия, в том числе на уровне органов здравоохранения.

Чернобыльские выплаты очень быстро превратились в *тяжелое бремя для государственного бюджета*. Но любые попытки уменьшить их вызвали активные протесты со

стороны ликвидаторов, жителей и местных властей. Государство пошло по пути сокращения объемов финансирования мер коллективной защиты, в том числе в социальной сфере и здравоохранении; это обострило проблемы с реализацией особых прав чернобыльцев и стало источником их постоянного недовольства работой федеральных и региональных министерств и ведомств.

Множественно расширив масштаб взятых государством социально-экономических обязательств, закон о социальной защите не ограничил их во времени. Спустя 40 лет после аварии в границах зон загрязнения расчетные дозы облучения превышают установленный предел годовой дозы для населения (СГЭД90 ≥ 1 мЗв) в 88 населенных пунктах Брянской области и в одном населенном пункте превышают дозовую границу в 5 мЗв. Фактические средние годовые эффективные дозы облучения за 2024 год превысили дозовый предел 1 мЗв только в восьми населенных пунктах Брянской области (максимальное значение – 2,7 мЗв). В то же время в границах зон загрязнения все еще находятся 3792 населенных пункта в 14 субъектах Российской Федерации. Для сравнения, на начало, 1999 года в перечень входили 3703 населенных пункта. Несмотря на естественную убыль ранее зарегистрированных чернобыльцев, численность граждан, претендующих на социальную поддержку государства, не снижается. Это происходит за счет миграционного прироста населения в зонах загрязнения, добавления в чернобыльский реестр детей первого, второго и последующих поколений, а также других процессов. Например, в 2022 году в состав России были включены четыре новых региона (ДНР, ЛНР, Запорожской и Херсонской областей), где проживают около 16 тысяч граждан, права которых должны были быть приведены в соответствие с российским законом о социальной защите пострадавших от радиационного воздействия.

Российские специалисты считают, что выход из чернобыльского тупика связан с пересмотром принципов зонирования, определением критериев перевода территорий с остаточным загрязнением к условиям нормальной жизнедеятельности и четкой констатацией выводов науки о том, что аварийное облучение родителей не приводит к последствиям для здоровья будущих поколений. Реализовать этот подход на практике мешает особое отношение общества к радиационному риску.

5.2 Восприятие радиационного риска и отношение к атомной энергетике

В общественном сознании глубоко укоренилось представление о массовых жертвах чернобыльской радиации. Этот стереотип сформировался в основном в 1990-е годы, когда была снята секретность с данных о масштабном загрязнении территорий и тема оказалась сильно политизирована. Любое облучение объявлялось смертельно опасным, а самые мрачные и некомпетентные прогнозы закреплялись в общественном сознании как уже свершившиеся или неизбежные.

Научные оценки медицинских последствий, с которыми выступали отечественные ученые и специалисты, вызывали тотальное недоверие. Реализованные защитные меры воспринимались как недостаточные. Выводы международной экспертизы (Международный чернобыльский проект, 1990-1991), подтвердившие не только достаточность, но и некоторую избыточность защиты, вызвали резко негативную реакцию общественности и были проигнорированы правительством. Попытки международного сообщества рассеять негативные ожидания жителей загрязненных территорий в отношении своего здоровья и здоровья детей не увенчались успехом. Например, в рамках российско-германской измерительной программы (1991-1993 гг.) были проведены замеры уровней загрязнения почвы, воды, местных продуктов питания почти в 60 населенных пунктах Брянской, Калужской и Тульской областей и более 160 тысяч человек были обследованы

на установках СИЧ [5.2]. Каждый житель получал именной сертификат с результатами индивидуальных измерений, однако это не помогло рассеять необоснованные опасения людей относительно негативных последствий для здоровья.

Следует отметить, что в первые годы после аварии научные прогнозы по отдаленным последствиям облучения были довольно осторожными и содержали формулировки, которые были малопонятны общественности и допускали различную интерпретацию специалистами других дисциплин. Широкий международный консенсус относительно ограниченного характера медицинских последствий аварии и преобладания гуманитарных проблем над медицинскими был достигнут только в 2001–2005 годах. С тех пор общественное мнение о катастрофическом масштабе медицинских последствий аварии изменилось мало, во многом из-за сохраняющейся неясности и расплывчатости научных формулировок в отношении отдаленных эффектов облучения малыми дозами (см. Разделы 3 и 4).

Сегодня, в эпоху доступности интернета, соцсетей и искусственного интеллекта в информационном поле можно легко найти практически весь спектр оценок количества погибших в результате аварии на ЧАЭС — от 28 человек до 600–900 тысяч. Популярный ChatGPT на вопрос о количестве жертв Чернобыля отвечает, что «оценка числа жертв аварии на Чернобыльской АЭС является сложной задачей и вызывает споры среди экспертов». На этом фоне не вызывает удивления, что в 2023 году, как и в 2012 году в ходе общероссийских опросов большинство россиян ответили, что от радиационного воздействия в результате аварии на Чернобыльской АЭС погибли десятки и сотни тысяч и даже миллионы людей (табл. 5.1).

Таблица 5.1. Распределение ответов на вопрос: «В 1986 г. произошла авария на Чернобыльской АЭС. По Вашему мнению, сколько всего людей погибло от радиационного воздействия в результате этой аварии? (Один ответ)», % от общего числа ответивших [5.3]

Варианты ответов (сгруппированы)	2012*, %	2023**, %
Никто / единицы / десятки человек	1	5
Сотни / тысячи человек	32	31
Десятки / сотни тысяч человек	33	43
Свыше миллиона	9	9
Затрудняюсь с ответом	24	0

Примечания: *Опрос проводился Институтом Фонда «Общественное мнение» в октябре 2012 года стандартизованным методом интервью по месту жительства респондента (Фомнибус). Участвовали 1500 респондентов из 100 НП в 44 субъектах РФ, городское и сельское население в возрасте от 18 лет и старше.

**Онлайн-опрос проводился в середине апреля 2023 года с помощью интернет-сервиса «Яндекс Взгляд». Респондентами стали пользователи площадок Рекламной сети Яндекса (среднесуточная аудитория более 50–60 млн человек) в возрасте от 18 лет, проживающие на территории России. Объем выборки составил 1000 человек из 75 регионов страны.

Стабильность общественных представлений о массовости жертв аварии контрастирует с заметным улучшением отношения россиян к атомной энергетике в целом. С 2007 по 2022 год вдвое выросла доля респондентов, одобряющих ее использование в нашей стране [5.4]. В 2006–2019 годах доля россиян, считающих (вполне / довольно) вероятным повторение в ближайшее время аварии типа чернобыльской, снизилась с 60 % до 30 % [5.3]. Сегодня страх россиян перед новым Чернобылем снизился до исторического мини-

му, но не исчез совсем: по данным опросов ВЦИОМ в сентябре 2025 года, у каждого пятого респондента атомные технологии напрямую ассоциировались с аварией на ЧАЭС.

Эти опасения, помноженные на представления об опасности любой техногенной радиации и о массовой гибели людей результате крупных аварий, таких как Чернобыль и Фукусима, лежат в основе негативного отношения большинства россиян к идее строительства АЭС рядом с местом своего проживания [5.5]. Негативный отклик у местного населения вызывают планы строительства не только АЭС, но и других объектов использования атомной энергии, например, пунктов захоронения РАО. Когда речь идет о проектах, связанных с ликвидацией выведенных из эксплуатации объектов и реабилитацией площадок, вопрос «Что будет с ядерными отходами?» для населения является одним из главных.

5.3 Проблемы коммуникации экспертов с обществом по вопросам оценки радиационных рисков для здоровья

Задача переформатирования общепринятых представлений о медицинских последствиях Чернобыля, в конечном счете, упирается в особый подход к регулированию радиационных рисков в диапазоне малых доз, который международное научное сообщество выработало еще в начале ядерной эры [5.6]. Следуя «долгу бдительности» по отношению к техногенной радиации, Международная комиссия по радиационной защите (МКРЗ) рекомендовала при решении задач радиационной защиты исходить из того, что любая, сколь угодно малая, доза облучения может нанести вред здоровью (линейная беспороговая гипотеза).

Вред от облучения в малых дозах (<100 мЗв) не удастся ни доказать, ни опровергнуть на фоне других, более значимых факторов влияния на здоровье, и сделать это с достаточной научной убедительностью, может быть, в принципе невозможно. На практике существует научный консенсус, что при малых дозах мы знаем лишь то, что если риск и существует, то он очень мал и не превышает социально-приемлемых уровней. В связи с этим МКРЗ сохраняет приверженность линейной беспороговой гипотезе, но считает, что она не должна быть единственным фактором при принятии решений, необходимо чувство соразмерности при ее применении при очень низких дозах. Комиссия рекомендует тщательно обдумать целесообразность применения значительных усилий и ресурсов для дальнейшего снижения и без того низких доз, поскольку получаемые для здоровья выгоды неочевидны (принцип ALARA¹). В этой связи всякий раз, обнаруживая расчетные оценки риска для здоровья в диапазоне малых доз, специалистам следует раскрывать высокую степень их неопределенности с указанием основных источников этой неопределенности, а также сопоставлять эти оценки с рисками от фонового / медицинского / профессионального облучения и/или рисками от нерадиационных факторов развития рака в популяции, такими как курение, алкоголь, химические загрязнители в окружающей среде и т.д. (см. Раздел 3.2.2).

На деле эксперты зачастую ограничиваются расчетными значениями риска и/или абсолютным числом случаев рака или наследственных заболеваний в популяции и не упоминают, что эти оценки получены на основе разумных (но не доказанных) предположений, используемых для целей радиационной защиты. Когда же эти оценки обнаруживаются, они воспринимаются обществом не как расчетные величины, а как доказанные факты.

¹ Принцип ALARA: «Все воздействия должны поддерживаться настолько низко, насколько это разумно достижимо с учетом экономических и социальных факторов.» МКРЗ включила этот принцип в систему радиационной защиты в 1977 году. Сегодня он более известен как принцип оптимизации защиты (ICRP-2007. Publ. 103, para. 211).

Научные гипотезы и этические установки, лежащие в основе регулирующих норм, не должны автоматически преподноситься как безусловные доказательства вреда от воздействия того или иного фактора на здоровье. Однако об этой грани редко говорится как в научных публикациях, так и в коммуникации с общественностью. Закономерным результатом такой коммуникации является желание людей снизить до нуля находящиеся на слуху, но фактически пренебрежимо малые радиационные риски, оставляя без внимания другие, более существенные факторы, влияющие на их здоровье. В последнее время эта проблема все больше привлекает внимание МКРЗ и постепенно входит в повестку дня международного радиологического сообщества.

5.4 Выводы по разделу

1. Политически мотивированные решения по управлению противоаварийными работами на площадке и информированию населения о риске в острой фазе аварии привели к долговременным последствиям, во многих отношениях более серьезным, чем сама авария. Через 5 лет после аварии закон о социальной защите пострадавших привязал льготы и компенсации к критериям, не имеющим научного обоснования, и лишил управление рисками на загрязненных территориях необходимой гибкости. В результате численность затронутого мерами вмешательства населения выросла более чем на порядок, а последовавший вскоре распад СССР создал ситуацию, в которой принятые государством обязательства по отношению к затронутому аварией населению оказались в принципе невыполнимыми в полном объеме. В дальнейшем любые попытки властей сократить объем социальных гарантий воспринимались крайне остро. Спустя 40 лет после аварии российское государство продолжает оказывать социальную поддержку примерно 1,5 млн жителям загрязненных районов, хотя на подавляющем большинстве этих территорий радиационная ситуация полностью нормализовалась.
2. Долговременные решения по управлению радиационным риском за пределами 30-км зоны во многом исходили из обостренного восприятия радиационной опасности населением и самими представителями власти. Такой субъективный подход в итоге обошелся обществу намного дороже и завел ситуацию в тупик. Пока этот урок не извлечен, восприятие радиационной опасности и ее последствий остается преувеличенным во всех слоях общества и является потенциальным источником конфликтов между общественностью и органами власти по всем вопросам, связанным с обеспечением радиационной безопасности.
3. Задача переформатирования общепринятых представлений о медицинских последствиях Чернобыля и опасности любой техногенной радиации во многом упирается в особый подход к регулированию радиационных рисков в диапазоне малых доз. Это обстоятельство требует от экспертного сообщества более ответственного подхода к коммуникации рисков с тем, чтобы желание общества снизить пренебрежимо малые радиационные риски до нуля не вытесняло из общественного сознания наличие других, зачастую более существенных, рисков нерадиационной природы, которые требуют приоритетного направления бюджетных средств.

6

Безопасность объектов использования атомной энергии в России

6.1 Уроки для атомной отрасли

Главным уроком Чернобыля стал глубокий пересмотр отношения к безопасности атомной энергетики. Непосредственно сразу после аварии в СССР были реализованы неотложные меры по ревизии состояния ядерной безопасности и повышению безопасности всех эксплуатируемых ядерных реакторов, в особенности реакторов типа РБМК. В том числе были окончательно остановлены два блока Нововоронежской АЭС и второй блок Белоярской АЭС. Однако самым важным был переход к новой концепции безопасности, основанной на принципе «глубокоэшелонированной защиты» и требующей рассмотрения не только проектных аварий и постулированных исходных событий, но и запроектных аварий с возможным тяжелым повреждением активной зоны вплоть до ее полного расплавления. Детально этот вопрос был рассмотрен в докладе 2021 года [6.1]. Сегодня представляется важным рассмотреть практические изменения, произошедшие и планируемые в атомной энергетике Российской Федерации и имеющие своими корнями аварию на Чернобыльской АЭС.

6.1.1 Развитие государственного регулирования безопасности в области использования атомной энергии

Основными вехами становления национальной системы государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии в Российской Федерации стали: принятие Федерального закона «Об использовании атомной энергии» (1995 г.), ратификация конвенций «О ядерной безопасности» (1998 г.) и Объединенной конвенции «О безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами» (2005), принятие Федеральных законов «О государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» (2007 г.) и «Об обращении с радиоактивными отходами» (2011 г.). Россия начала представлять регулярные национальные доклады по ядерной безопасности и обращению с ОЯТ и РАО, в которых обосновывалась приверженность принципам обеспечения ядерной безопасности и наличия необходимых ресурсов для обеспечения функционирования независимого органа государственного регулирования безопасности. В настоящее время нормативно-правовая база в данной области, включающая помимо указанных законов акты Правительства Российской Федерации, федеральные нормы и правила (ФНП) в области использования атомной энергии и руководства по безопасности, в основном сформирована. Основным объемом регулирующих функций в области использования атомной энергии в мирных целях осуществляет Ростехнадзор. К концу 2025 года Ростехнадзором утверждены и применяются 108 ФНП по различным аспектам безопасности, а также 146 руководств по безопасности, содержащих рекомендации по выполнению требований ФНП. Развитие системы ФНП продолжается и в настоящее время, в том числе в части установления требований безопасности для новых установок.

В систему российских нормативных требований безопасности включены принцип глубокоэшелонированной защиты, а также требования детального анализа возможности развития запроектной аварии и особенностей ее развития. ФНП определены пять уровней глубокоэшелонированной защиты, три из которых связаны с анализом запроектных аварий и реагированием на них: уровень 3 (Предотвращение запроектных аварий системами безопасности), уровень 4 (Управление запроектными авариями) и уровень 5 (Противоаварийное планирование: подготовка и осуществление планов мероприятий по защите персонала и населения на площадке АС и за ее пределами).

Требования к анализу аварий, в том числе запроектных и тяжелых, а также к управлению авариями и мерам по защите персонала и (или) населения включены в ФНП, которые устанавливают требования безопасности для всех категорий объектов использования атомной энергии (атомные станции (АС), суда и иные плавсредства с ядерными реакторами, суда атомно-технологического обслуживания, исследовательские ядерные установки, объекты ядерного топливного цикла и т.д.). Например, «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций» (НП-001-15, п. 1.2.16) определяют, что примерные перечни запроектных аварий для каждого типа реакторов устанавливаются в федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии, а окончательные перечни запроектных аварий (включая тяжелые аварии) представляются в отчете по обоснованию безопасности (ООб). Также установлено, что анализ запроектных аварий, приведенный в ООб АС, является основой для составления планов мероприятий по защите персонала и населения в случае аварий, а также для составления руководства по управлению запроектными авариями.

В анализ аварий должны включаться представительные сценарии для определения мер по управлению авариями. Представительность сценариев обеспечивается посредством учета уровней тяжести состояния АС и, кроме того, возможных состояний работоспособности или неработоспособности систем безопасности и специальных технических средств для управления запроектными и тяжелыми авариями.

В последние годы в связи с необходимостью выполнения требований о реалистичском (не консервативном) анализе запроектных аварий, содержащем оценки вероятностей путей протекания и последствий запроектных аварий, выполняется значительный объем работ по созданию расчетных кодов.

6.1.2. Практическая реализация требований по анализу тяжелых аварий и управлению ими (развитие методов моделирования и управления тяжелыми авариями)

Практическая реализация требований по анализу тяжелых аварий состоит в продолжении работ по совершенствованию расчетных кодов для анализа тяжелых аварий на АЭС с реакторными установками ВВЭР. В последние годы завершена разработка кода СОКРАТ/В1,В2 (аттестация в ФБУ «НТЦ ЯРБ» в 2022 году), предназначенного для моделирования физико-химических, теплогидравлических и термомеханических процессов, происходящих на внутрикорпусной стадии развития запроектных аварий, включая тяжёлые аварии, от исходного события до окончания выхода расплава из корпуса реактора. В 2021 году аттестована также версия расчетного кода СОКРАТ/В3, предназначенная для анализа радиационных последствий аварии, в том числе выхода радиоактивных веществ из топлива в газовый зазор, первый контур реакторной установки, помещения гермообъёма и в атмосферу. Система кодов описывает также выход радиоактивных веществ из конструкционных материалов и расплава, взаимодействие кориума с жертвенным материалом устройства локализации расплава и с бетоном, отвод тепла от расплава к системе внешнего водяного охлаждения корпуса УЛР и другие явления.

Разработан и аттестован расчетный код ТИТАН-1/V1.0 – связанный теплогидравлический, твэльный и нейтронно-физический код для мультифизического моделирования реакторных установок ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200 в режимах нормальной эксплуатации и нарушений нормальной эксплуатации, включая начальные стадии аварий вплоть до максимальных проектных пределов повреждения твэлов, путем выполнения связанных нейтронно-физических, термомеханических и теплогидравлических расчетов.

Разработанные и аттестованные программы позволяют на новом уровне проводить расчеты в обоснование безопасности АЭС с реакторными установками ВВЭР, включая, в том числе, анализ неопределённостей расчета при вариации исходных данных задачи в заданных пределах. Разработанные программные средства дают также возможность проведения вероятностного анализа безопасности АЭС.

Наряду с традиционной технологией ядерной энергетики, основанной на использовании реакторных установок на тепловых нейтронах, в Российской Федерации активно и на протяжении многих десятилетий ведется разработка энергетических реакторов на быстрых нейтронах с использованием жидкометаллических теплоносителей. На Белоярской АЭС успешно работают два реактора на быстрых нейтронах БН-600 и БН-800 с натриевым теплоносителем. В рамках проектного направления «ПРОРЫВ» разрабатывается проект БН-1200 с натриевым теплоносителем и инновационные проекты БРЕСТ-ОД-300 и БР-1200 со свинцовым теплоносителем. Для обеспечения этих работ развитой системой расчетных кодов для анализа безопасности реализуется проект «Коды нового поколения». Его целью является создание системы кодов, описывающих процессы, происходящие в реакторных установках, помещениях АЭС, в оборудовании, на промплощадке и прилегающих территориях.

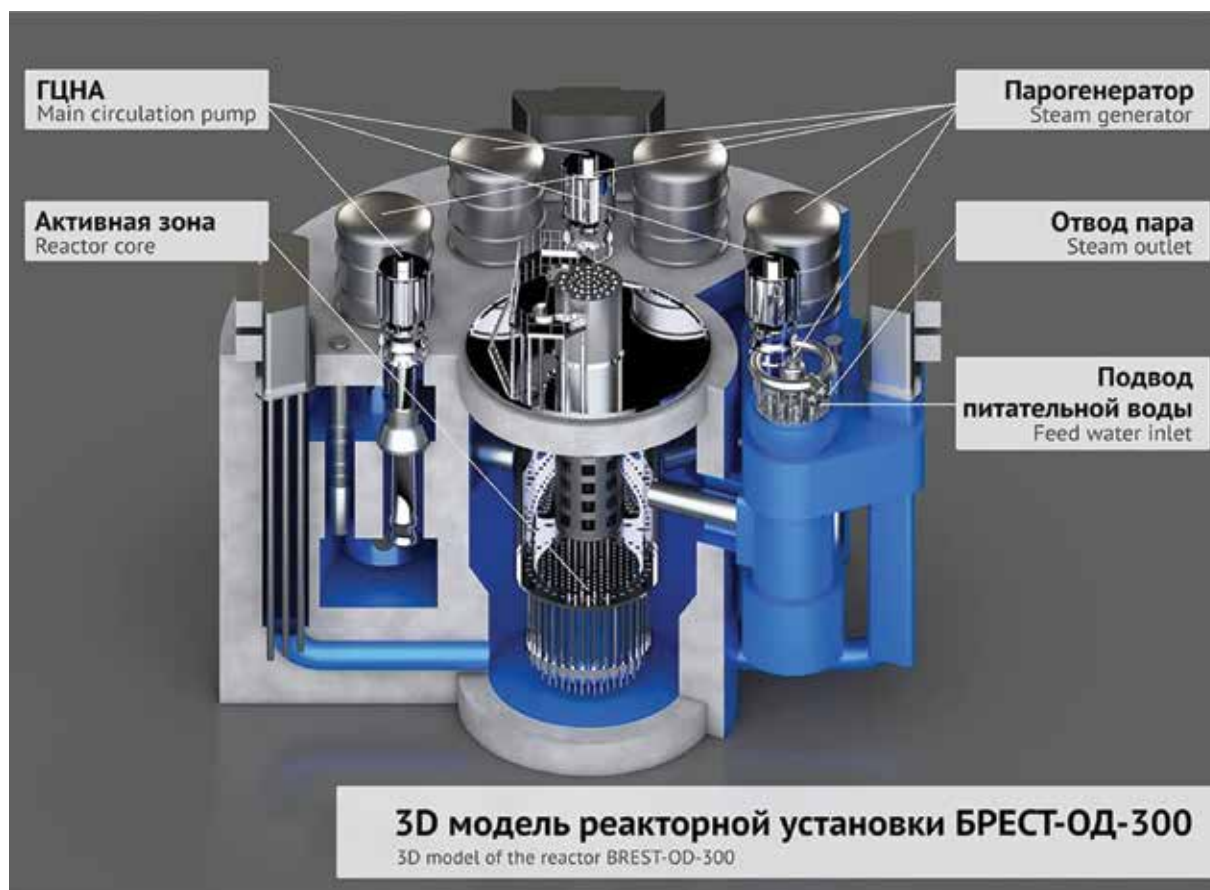


Рисунок 6.1. 3D модель реакторной установки БРЕСТ-ОД-300



Рисунок 6.2. Монтаж реакторной установки БРЕСТ-ОД-300. Строительство уникального объекта осуществляется на территории Сибирского химического комбината (АО «СХК», предприятие Топливного дивизиона «Росатома») в рамках стратегического отраслевого проекта «Прорыв»

К настоящему времени разработано и используется более двадцати расчетных кодов по различным темам – от нейтронно-физического расчета до распространения продуктов деления в окружающей среде. Система расчетных кодов позволяет проводить обоснование безопасности объектов использования атомной энергии на всех стадиях жизненного цикла, включая обращение с РАО и ОЯТ. Создание кодов нового поколения стало возможным в результате объединения усилий и эффективной совместной работы организаций Госкорпорации «Росатом», Академии наук, национальных научных центров и высших образовательных учреждений.

6.1.3. Продление сроков эксплуатации реакторов РБМК и подготовка их к выводу из эксплуатации

Меры по повышению безопасности российских АЭС обсуждались в докладе 2021 года [6.1]. Здесь мы ограничимся рассмотрением вопросов обеспечения безопасности и вывода из эксплуатации реакторов типа РБМК.

Реакторы типа РБМК. Реакторы канального типа имели ряд неоспоримых преимуществ перед другими конструкциями, однако широкого распространения в мире не получили. Только СССР и Канада вводили в эксплуатацию канальные энергетические реакторы РБМК и CANDU. Это объясняло ограниченность научной и практической базы для объективного анализа и обоснования безопасности АЭС с реакторами РБМК.

Первоочередные задачи по минимизации недостатков конструкции, которые послужили причиной развития аварии и ее масштабов, были решены в первые пять лет после аварии. Период реализации срочных мер завершился в 1993–1994 гг. проведением международной экспертизы (под координацией ИБРАЭ РАН и GRS) с углубленной оценкой безопасности 1-го блока Курской АЭС. В результате экспертизы было получено

заключение, что уровень безопасности 1-го блока Курской АЭС с реактором РБМК соответствует уровню безопасности западных станций тех же лет постройки, которое позволило продолжить эксплуатацию установок данного типа.

В дальнейшем в отношении каждого энергоблока с реактором РБМК проводился фундаментальный анализ безопасности для обоснования решений по продлению срока эксплуатации сверх первоначально установленного срока (30 лет) на 15 летний период. Наибольшие сложности пришлось преодолеть в связи с состоянием графитовой кладки реакторов типа РБМК первого поколения. В 2012 году на энергоблоке №1 Ленинградской АЭС деформации графитовых колонн достигли критических значений. Для устранения этих проблем была разработана технология восстановления графитовой кладки. Решающую роль в разработке этой технологии сыграли организация главного конструктора реактора РБМК (Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники имени Н.А. Доллежала), научный руководитель проекта РБМК (НИЦ «Курчатовский институт») и ЗАО «Диаконт». Реализация этой технологии позволила в полной мере использовать дополнительный срок эксплуатации. В 2018 году и 2020 году по завершении этого дополнительного срока были окончательно остановлены 1-й и 2-й энергоблоки Ленинградской АЭС, а в 2021 и 2024 годах энергоблоки №1 и 2 Курской АЭС. В настоящее время 7 энергоблоков с реакторами РБМК-1000 эксплуатируются в обоснованных (в том числе по результатам модернизаций) сроках.

В рамках работ по продлению сроков эксплуатации реакторов РБМК ведется разработка интегрального кода для анализа безопасности реакторных установок РБМК в режимах нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации и запроектных аварий.

На остановленных реакторах реализуются программы подготовки к выводу из эксплуатации, которые, в том числе включают исследования радиационных и иных характеристик графитовой кладки для выработки решений по дальнейшему обращению с графитосодержащими отходами.

6.1.4. Развитие двухкомпонентной ядерной энергетики

Госкорпорацией «Росатом» была разработана Стратегия развития ядерной энергетики России до 2050 года и на период до 2100 года (далее Стратегия), получившая название двухкомпонентной. Первая компонента – это АЭС с реакторами типа ВВЭР на тепловых нейтронах, которые будет отличать большая маневренность (реакторы со спектральным регулированием ВВЭР-С) и более широкая линейка мощностей, включая атомные станции малой мощности. Вторая компонента – это реакторы на быстрых нейтронах с полным или расширенным (КВ от 1 до 1,3) воспроизводством ядерного топлива, возможностью сжигать долгоживущие радиоактивные изотопы, образующиеся в процессе облучения ядерного топлива, и высоким КПД цикла преобразования энергии (> 42%). Наличие подобного парка реакторов, помимо кардинального решения задачи их топливообеспечения, даст возможность решить проблему накопления долгоживущих минорных актинидов – америция, нептуния и кюрия. Быстрые реакторы станут практической реализацией концепции естественной безопасности. Жидкометаллический теплоноситель с высокой температурой плавления исключает риск течи и осушения активной зоны. Высокая температура кипения жидкометаллического теплоносителя позволяет обойтись без высокого избыточного давления в корпусе. Интегральная компоновка первого контура с дополнительным барьером исключает потерю теплоносителя. В качестве важного требования к быстрым реакторам принято исключение аварий, требующих эвакуации населения.

В качестве примера новых подходов, реализуемых при рассмотрении вопросов безопасности и принятия решений по новым установкам, можно привести и заключение

экспертной группы РАН по теме «Быстрый реактор со свинцовым теплоносителем: технология БРЕСТ», подготовленное в 2019 году. Техническое задание на проведение экспертизы РАО было утверждено Президентом РАН академиком В.Е. Фортовым. В состав экспертной группы входили 13 ведущих ученых России, в том числе 9 академиков РАН. Экспертам было представлено более 50 документов общим объемом более 100 тыс. страниц. Последний пункт в целом положительного экспертного заключения был сформулирован следующим образом: *«Если в дальнейшем опыт эксплуатации РУ БРЕСТ-ОД-300 окажется положительным, то при конкурентоспособных характеристиках РУ БР-1200, которые необходимо получить на проектной стадии при использовании оправдавших себя и новых технических решений, откроется путь к широкому использованию БР со свинцовым теплоносителем. Реально только быстрые реакторы с ТЖМТ позволяют детерминистически исключить причины наиболее тяжелых аварий, требующих эвакуации населения.»*

По всем компонентам будущей энергетики в последние 10 лет нарабатаны новые составляющие технологического задела и опыта. В частности, 50-летний опыт эксплуатации энергетических реакторов на быстрых нейтронах дополнен опытом эксплуатации реактора БН-800 с полной загрузкой уран-плутониевым МОКС-топливом. На площадке Сибирского химического комбината (г. Северск Томской области) идет сооружение реактора на быстрых нейтронах БРЕСТ-ОД-300 (Рис. 6.1 и 6.2) в составе опытно-демонстрационного энергетического комплекса, который позволит реализовать на АЭС замкнутый топливный цикл.

Ряд особенностей, прежде всего, интегральная конструкция реакторной установки и равновесная активная зона, а также свинцовый теплоноситель и СНУП-топливо делают этот реактор уникальным. На площадке Белоярской АЭС ведутся подготовительные работы к сооружению реактора на быстрых нейтронах БН-1200.

В части реакторов на тепловых нейтронах последние технологические разработки включают: проектирование реактора ВВЭР-С и освоение новых типов ядерного топлива. В 2025 году на энергоблоке №6 Нововоронежской АЭС в реактор ВВЭР-1200 была впервые загружена партия ядерного топлива в сборку инновационной конструкции ТВС-5 (тепловыделяющая сборка пятого поколения). Новые тепловыделяющие сборки производства Новосибирского завода химконцентратов будут проходить опытную эксплуатацию в 18-месячном топливном цикле в течение трех топливных кампаний. Конструктивные особенности ТВС-5 позволяют производить топливные кассеты ВВЭР-1200 в полностью автоматизированном режиме, что необходимо для создания промышленного производства уран-плутониевого топлива для реакторов ВВЭР в рамках реализации стратегического перехода к двухкомпонентной ядерной энергетике с замкнутым ядерным топливным циклом.

Инициативы Госкорпорации «Росатом» поддержаны Правительством России и зафиксированы в принятой в 2025 году энергетической стратегии России. В части атомной энергетики основные новые задачи определены следующим образом:

- обеспечение маневренных характеристик атомной электростанции для большего их привлечения к суточному регулированию нагрузки энергосистем с учетом реализации компенсирующих мероприятий;
- создание линейки энергоблоков атомной электростанции малой и средней мощности для промышленной эксплуатации, в том числе на удаленных и труднодоступных территориях;
- разработка и внедрение технологий реакторов на быстрых нейтронах и замкнутого ядерного топливного цикла.

На период до 2030 года основными программными документами, обеспечивающими развитие, будут национальные проекты. В 2025 году Правительство России завер-

шило подготовку национального проекта «Новые атомные и энергетические технологии». В состав нацпроекта включены десять федеральных проектов. Их реализация будет способствовать вхождению России в десятку ведущих стран мира по объёму научных исследований и опытно-конструкторских работ, а также увеличению доли внутренних затрат на эти цели до 2% валового внутреннего продукта. В рамках Национального проекта «Атомные и другие энергетические технологии» предусматриваются комплексное решение проблем повышения безопасности ядерной энергетики при её крупномасштабном развитии, окончательное решение проблемы ОЯТ, полное использование энергетического потенциала уранового сырья, технологическое усиление режима нераспространения в соответствии с Инициативой Президента Российской Федерации на Саммите тысячелетия в ООН в 2000 г.

6.1.5. Современные подходы к регулированию безопасности существующих и перспективных объектов использования атомной энергии

Авария на ЧАЭС на длительное время приостановила проведение экспериментальных исследований на атомных электростанциях и в целом замедлила развитие технологий в области использования атомной энергии в России и в мире. В последние годы наблюдается возрождение интереса к перспективным инновационным ядерным технологиям, в том числе к технологиям принципиально новых ядерных реакторов. Инновационное развитие в области использования атомной энергии обуславливает необходимость разработки и внедрения новых проектных и конструкторских решений, технологий и конструкционных материалов при обязательном условии обеспечения защиты персонала, населения и окружающей среды от недопустимого радиационного воздействия. Большая часть существующих требований разработана на основании опыта прошлых аварий, однако в современных реалиях такой подход к разработке не может быть признан достаточным. Для сохранения приоритета безопасности в новых условиях требуется опережающее развитие требований безопасности и нормативной правовой базы.

При этом должны быть обеспечены как выявление избыточных, устаревших требований, так и разработка новых требований, учитывающих особенности инновационных и перспективных реакторов и компенсирующих дефициты нормативного регулирования. Приведем несколько примеров.

Выше упоминалось, что одной из ключевых задач стратегии развития двухкомпонентной атомной энергетики является создание опытно-демонстрационного эксплуатационного комплекса с реактором типа БРЕСТ ОД-300. Для обеспечения эффективного регулирования безопасности реакторов на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем разработан и утвержден «План разработки (переработки, актуализации) и введения в действие нормативных документов, регулирующих вопросы безопасности при реализации организациями Госкорпорации «Росатом» задачи по созданию реакторов на быстрых нейтронах с замкнутым ядерным топливным циклом с установлением приоритетов и сроков ввода в действие». В соответствии с планом разработаны и введены в действие новые ФНП, устанавливающие требования к устройству и эксплуатации, а также к обоснованию прочности блока реакторного оборудования и трубопроводов реакторов со свинцовым теплоносителем (НП-107-21 и НП-108-21).

Еще один пример связан разработкой нормативной правовой базы регулирования безопасности плавучих энергоблоков (ПЭБ). Параллельно с проектированием ПЭБ «Академик Ломоносов» была инициирована разработка новых редакций ФНП, в том числе новой редакции Общих положений обеспечения безопасности (НП-022-17) и Правил ядерной безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами (НП 029 17), а также документов, устанавливающих требования по аварийной готовности и реагированию (НП-079-18) и требования к отчету по обоснованию безопасности

(НП-023-20). Заблаговременная разработка указанных ФНП обеспечила наличие актуальных требований по безопасности, учитывающих специфику плавучих энергоблоков, на этапе получения лицензии на эксплуатацию ПЭБ «Академик Ломоносов».

Одним из перспективных направлений является водородная энергетика. Концепция развития водородной энергетике в Российской Федерации, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 05.08.2021 № 2162-р, предусматривает использование атомной энергии для производства водорода с низким углеродным следом. В частности, Концепцией предусмотрено создание атомной энерготехнологической станции с принципиально новыми высокотемпературными газоохлаждаемыми реакторами (РУ ВТТР), опыт эксплуатации которых к настоящему времени отсутствует в Российской Федерации. В этой связи ведется активная деятельность по совершенствованию нормативной правовой базы регулирования безопасности объектов атомно-водородной энергетике. Деятельность осуществляется при постоянном взаимодействии ФБУ «НТЦ ЯРБ» и организаций атомной отрасли, участвующих в разработке инновационных технологических решений. Была проведена работа по выявлению потенциальных проблем регулирования безопасности и определению подходов к совершенствованию нормативной правовой базы и разработан «План первоочередных мероприятий по подготовке проектов изменений в нормативные правовые акты Российской Федерации и разработке требований к обеспечению безопасности новых реакторных комплексов и соответствующих им новых технологий атомно-водородной энергетике», который утвержден руководством Ростехнадзора и Госкорпорации «Росатом». В рамках данной деятельности будут разработаны проекты изменений в Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (НП-001-15), Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций (НП-082-07) и разработаны новые ФНП с требованиями к отчету по обоснованию безопасности АС с РУ ВТТР и другие нормативные документы.

Еще одним перспективным направлением является дожигание минорных актинидов в жидкосолевых реакторах, позволяющее снизить долговременную потенциальную опасность отходов от переработки отработавшего ядерного топлива энергетических реакторов. В настоящее время в соответствии с Государственной программой Российской Федерации «Развитие атомного энергопромышленного комплекса», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 02.06.2014 № 506 12, осуществляется разработка проекта исследовательского жидкосолевого реактора (ИЖСР). По данному направлению при участии ФБУ «НТЦ ЯРБ» и АО «НИКИЭТ», основного разработчика проекта, проведена работа по выявлению потенциальных проблем регулирования безопасности и определению подходов к совершенствованию нормативной правовой базы и утвержден «План разработки (переработки, актуализации) нормативных документов, регламентирующих вопросы безопасности исследовательских ядерных установок с жидкосолевыми ядерными реакторами». В соответствии с указанным планом будут разработаны проект изменений в Общие положения обеспечения безопасности исследовательских ядерных установок (НП-033-11), проект новых ФНП «Правила ядерной безопасности исследовательских жидкосолевых реакторов», а также ряд других ФНП и документов по стандартизации.

Для опережающего развития требований безопасности и нормативной правовой базы, регулирующим органом и его организацией научно технической поддержки проводятся систематическая работа по анализу отечественного и зарубежного опыта проектирования и регулирования безопасности новых технологий, а также анализ применимости существующих требований для эффективного регулирования безопасности таких технологий. В результате в рамках активного взаимодействия органа регулирования с проектантами и другими организациями атомной отрасли разрабатываются планы совершенствования нормативной правовой базы в области использования атомной энергии.

Такой проактивный подход к регулированию безопасности способствует обеспечению высокого уровня безопасности будущих инновационных установок, не уступающий достигнутому уровню для существующих установок.

6.2 Уроки для аварийного реагирования

6.2.1 Создание современной системы аварийного реагирования

Авария на ЧАЭС показала со всей очевидностью, что необходимо иметь эффективную систему аварийного реагирования на случай радиационных аварий. Соответствующие задачи были поставлены на государственном уровне уже в 1987 году, но в практическую плоскость они перешли только в 1990-х годах.

Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 N 68-ФЗ определил структуру и содержание Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), созданной под руководством МЧС России. В период 1997-2000 годов была создана система кризисных центров и центров научно-технической поддержки, в том числе в организациях, имевших ценный чернобыльский опыт. Среди них: Аварийный медицинский радиационно-дозиметрический центр ФМБА России, Центр научно-технической поддержки ИБРАЭ РАН, Федеральный информационно-аналитический центр Росгидромета на базе НПО «Тайфун». Стало обязательным постоянное информационное взаимодействие с национальными уполномоченными органами зарубежных стран и кризисным центром МАГАТЭ.

Полномочия по контролю за проведением мероприятий по предупреждению аварий и готовностью предприятий к ликвидации их последствий осуществляет Ростехнадзор, которым принят ряд обязательных к исполнению ФНП, устанавливающих требования к аварийной готовности организаций, эксплуатирующих объекты использования атомной энергии. В Ростехнадзоре также организован Информационно-аналитический центр, который выполняет функции обеспечения контроля за реализацией эксплуатируемыми организациями мероприятий по локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в том числе посредством оценки действий эксплуатирующих организаций при противоаварийных тренировках. Практика оценки действий эксплуатирующих организаций при противоаварийных тренировках за прошедшие годы стала регулярной не только для АС, но и для других категорий объектов использования атомной энергии.

6.2.2 Современное состояние системы аварийной готовности

В настоящее время РСЧС состоит из функциональных и территориальных подсистем, действует на федеральном, межрегиональном, региональном, муниципальном и объектовом уровнях и охватывает все регионы России. Правительственная комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности, как координационный орган РСЧС, осуществляет руководство координационными органами функциональных подсистем РСЧС на федеральном уровне. Функции органа повседневного управления РСЧС выполняет Главное управление «Национальный центр управления в кризисных ситуациях» МЧС России (НЦУКС).

МЧС России координирует деятельность аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований, общественных объединений, организует взаимодействие и координацию деятельности сил и средств органов исполнительной власти, местного самоуправления и организаций, участвующих в проведении аварийно-спасательных работ.

В рамках РСЧС сформирована и действует функциональная подсистема предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в организациях (на объектах) Госкорпора-

ции «Росатом» (ОСЧС), которая обеспечивает реагирование и ликвидацию последствий радиационных аварий на объектах отрасли, а также при транспортировании ядерных материалов и радиоактивных веществ.

Контроль за реализацией эксплуатирующими организациями мероприятий по локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций стал одной из функций, которую с 2005 года выполняет руководимая Ростехнадзором функциональная подсистема контроля за ядерно и радиационно опасными объектами РСЧС, в том числе посредством Информационно-аналитического центра Ростехнадзора (ИАЦ Ростехнадзора). В рамках ОСЧС на атомных станциях и других ядерно радиационно опасных объектах функционируют объектовые системы предупреждения и действий при чрезвычайных ситуациях. Координацию действий аварийной АЭС с другими участниками аварийного реагирования осуществляет Группа оказания экстренной помощи атомным станциям (ОПАС). Ключевыми элементами в структуре противоаварийной поддержки АЭС являются: Кризисный центр АО «Концерн «Росэнергоатом», Ситуационно-кризисный центр Госкорпорации «Росатом» (СКЦ Росатома) и Центры технической поддержки (ЦТП) в проектных, конструкторских организациях и в ведущих российских институтах и предприятиях, а также силы и средства АО «АТЦ Росатома» и его филиалов. Поддержку принятия решений по защите населения осуществляют специализированные ЦТП, созданные на базе ведущих научных организаций страны - ИБРАЭ РАН, ФМБЦ ФМБА России, ВНИИАЭС и НПО «Тайфун». Взаимодействие Кризисного центра Концерна «Росэнергоатом», СКЦ Росатома, ИАЦ Ростехнадзора и ЦТП ежемесячно отрабатывается во время проведения противоаварийных тренировок на атомных станциях при участии ИАЦ Ростехнадзора.

Порядок осуществления мер по обеспечению аварийной готовности российских АЭС и введения в действие «Плана мероприятий по защите персонала в случае аварии на атомной станции» определен ФНП в области использования атомной энергии. Ведущая роль в организации медицинского реагирования на чрезвычайные ситуации радиационного характера принадлежит ФМБА России, которое обеспечивает медико-санитарную помощь пострадавшим в чрезвычайных ситуациях в организациях (на объектах), находящихся в ведении ФМБА России, среди которых и организации Госкорпорации «Росатом». В 2023 году в ФМБА России создан Центр оперативного управления в кризисных ситуациях.

Правительством Российской Федерации (постановление № 1007 от 08.11.2013 г.) определен состав сил и средств постоянной готовности федерального уровня РСЧС, в который входят:

- от Госкорпорации «Росатом»: аварийно-спасательные формирования, укомплектованные профессиональными спасателями АО «АТЦ Росатома» (г. Санкт-Петербург) со специализированными или региональными филиалами в городах Владивосток, Нововоронеж, Северск, Глазов, Мурманск, и Центр аварийно-спасательных и подводно-технических работ «Эпрон» в поселке Селятино; аварийно-технические центры в г. Саров (Нижегородская область) и г. Снежинск (Челябинская область); отдельный военизированный горноспасательный отряд в г. Краснокаменск (Забайкальский край); Центр робототехники и аварийного реагирования в г. Москва.
- от ФМБА России: Аварийный медицинский радиационно-дозиметрический центр и региональные аварийные центры;
- от иных ведомств: центры на базе ИБРАЭ РАН и НПО «Тайфун».

Система обеспечивает реагирование на аварии радиационного характера в организациях атомной отрасли, а также поддержку региональных и других систем реагирования в случае возникновения подобных аварий в других сферах деятельности.

6.2.3 Системы радиационного мониторинга

На всех АЭС России функционируют автоматизированные системы контроля радиационной обстановки в районах их расположения (АСКРО), объединенные в отраслевую подсистему с центральным пунктом контроля в Кризисном центре АО «Концерн «Росэнергоатом». С 2008 года данные АСКРО, расположенных в районах наблюдения 21 основных предприятий Росатома, отображаются в сети Интернет в режиме реального времени на сайте www.russianatom.ru. В 29 субъектах Российской Федерации функционируют территориальные АСКРО, которые оснащены стационарными постами радиационного контроля и передвижными радиометрическими лабораториями. Указанные системы объединены в Единую государственную систему мониторинга радиационной обстановки на территории России (ЕГАСМРО) с головным информационно-аналитическим центром в НПО «Тайфун» (г. Обнинск).

6.2.4 Система научно-технической поддержки принятия решений

Авария на японской АЭС «Фукусима-Дайичи» стала полномасштабным испытанием для РСЧС. Непосредственно сразу после аварии по поручению Правительства России к прогнозированию последствий были подключены Госкорпорация «Росатом», ИБРАЭ РАН и Росгидромет. Специалисты ИБРАЭ РАН провели моделирование развития аварии отдельно на каждом из блоков АЭС «Фукусима-1» с учетом состояния установок, параметров метеорологической и гидрологической обстановки (Рис. 6.3). Расчеты выполнялись с использованием отечественных расчетных программ для анализа тяжелых аварий и распространения загрязнения в атмосфере и морской среде. Оперативные выводы о сроках водородных взрывов на энергоблоках и об отсутствии радиационной опасности для российского Дальнего Востока даже при наихудшем сценарии развития аварии Правительство России получило уже 12 марта 2011 года. Этот вывод стал основой при выработке мер реагирования РСЧС и был использован при информировании населения [6.2, 6.3].

Вторым случаем проверки состояния систем реагирования стало участие ИБРАЭ РАН в принятии решений по мерам вмешательства после радиационного инцидента в г. Электросталь в апреле 2013 года. Оперативно подготовленные детальные прогнозы радиологических последствий помогли администрации г. Электросталь и руководству Московской области принять взвешенные решения и избежать необоснованных социально-экономических потерь.

Задача развития системы аварийного реагирования за пределами площадки объекта использования атомной энергии сохраняет свою актуальность [6.4]. Именно система радиационной защиты населения и территорий определяет в итоге общий масштаб последствий тяжелой аварии для общества. Сложность задач обусловлена в первую очередь их междисциплинарным и межведомственным характером. В силу чрезвычайной редкости тяжелых радиационных аварий специфика принятия решений по радиационной защите населения неизбежно оказывается на периферии внимания региональных властей. В тех регионах, где нет территориальных систем радиационного мониторинга и реагирования, в случае реальной радиационной угрозы власти оказываются в еще более сложной ситуации.

Задачи, ориентированные на контроль в области предупреждения последствий аварий, решает функциональная подсистема контроля за ядерно и радиационно опасными объектами. Например, в рамках поставленной во время аварии на АЭС «Фукусима-1» задачи по оценке возможных последствий аварии для Российской Федерации функциональной подсистемой с привлечением организации научно-технической поддержки Ростехнадзора были оперативно оценены аварийные выбросы, которые впоследствии были подтверждены прецизионными оценками МАГАТЭ [6.5].



Рисунок 6.3. Совещание группы экспертов ТКЦ ИБРАЭ РАН по результатам прогноза развития аварийной ситуации на АЭС «Фукусима», 03. 2011 г.

Для работы при авариях на АЭС и других объектах использования атомной энергии в ИАЦ Ростехнадзора сформированы экспертные группы из числа работников центрального аппарата Ростехнадзора и организации научно-технической поддержки. После аварии на АЭС «Фукусима-Дайичи» участие ИАЦ Ростехнадзора в оценке действий эксплуатирующих организаций стало носить систематический характер. Начиная с 2011 г. и по настоящее время ИАЦ Ростехнадзора принял участие более чем в 100 противоаварийных тренировках. В наибольшей степени указанная деятельность развернута в отношении АЭС. Однако номенклатура охваченных объектов использования атомной энергии становится все шире. За последние годы для исследовательских ядерных установок, объектов ядерного топливного цикла, судов и иных плавсредств с ядерными реакторами разработана нормативная правовая база, выпущены все необходимые методики оценки учений, следующие наилучшим практикам, рекомендованным МАГАТЭ, осуществляется деятельность по оценке таких учений.

Важной составляющей работы ИАЦ Ростехнадзора являлись и являются поддержка, развитие и совершенствование расчетно-аналитических возможностей и информационного обеспечения, для которого Ростехнадзором заключены необходимые соглашения об информационном обмене с Госкорпорацией «Росатом», Росгидрометом, МЧС России. В ИАЦ Ростехнадзора обеспечено в режиме реального времени поступление данных о радиационной обстановке в районах размещения АЭС о технологических параметрах энергоблоков АЭС, а также о радиационной обстановке в районах других объектов использования атомной энергии.

Для прогноза развития аварий ИАЦ Ростехнадзора оснащен специальными моделями для экспресс-оценки состояния энергоблоков атомных станций, со скоростью, превышающей реальную скорость протекания аварийных процессов. Для оперативной оценки параметров выброса разработан и применяется в ИАЦ Ростехнадзора расчётный инструмент для оперативной оценки распределения радионуклидов по помещениям АЭС при тяжелых авариях.

Для оценки радиационных последствий аварий в различных территориальных масштабах, вплоть до трансграничного, внедрены и применяются программные средства, реализующие модели атмосферного переноса, разработанные, в том числе, организацией научно-технической поддержки Ростехнадзора.

С 1999 года на базе Института биофизики (ныне ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России) работает Аварийный медицинский радиационно-дозиметрический центр (АМРДЦ), являющийся частью ОСЧС. АМРДЦ поддерживает СКЦ Росатома и Кризисный центр АО «Концерн «Росэнергоатом» в части рекомендаций по мерам защиты персонала и медицинскому обеспечению противоаварийных мероприятий по защите населения. На основе опыта работы АМРДЦ в системе ФМБА России в 2010 г. созданы региональные аварийные центры на базе Научно-исследовательского института промышленной и морской медицины в Санкт-Петербурге и Южно-Уральского федерального научно-клинического центра медицинской биофизики в Озерске.

Деятельность аварийных центров включает научно-методическое и экспертно-аналитическое сопровождение учреждений ФМБА России, оценку готовности учреждений к медицинскому реагированию, а также непосредственное участие в ликвидации медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций. Для этого на базе медико-санитарных частей, клинических больниц и центров гигиены и эпидемиологии ФМБА России сформированы специализированные радиологические бригады.

Актуальным остается создание системы реагирования в агропромышленном комплексе. Опыт Чернобыля показал, что сельское хозяйство в течение всего послеаварийного периода являлось одной из критических отраслей экономики. С учетом этого состав РСЧС при радиационных авариях целесообразно дополнить специализированным ситуационным центром при Министерстве сельского хозяйства России, функции которого мог бы выполнять ВНИИРАЭ НИЦ «Курчатовский институт» — ведущая научная организация, которая с 1986 года осуществляет координацию работ по ликвидации аварии на ЧАЭС в агропромышленном комплексе.

6.3. Выводы по разделу

1. После аварии на Чернобыльской АЭС принципиально изменились подходы к обеспечению безопасности атомной энергетики. Чернобыль заставил осознать приоритет безопасности и необходимость глубокого понимания процессов, происходящих при тяжелых авариях на АЭС. Применяемые сегодня методы и принципы основаны на полученном опыте и предусматривают комплексное развитие технических систем и реализацию организационных и управленческих мероприятий на государственном, отраслевом и объектовом уровнях.
2. В Российской Федерации сформирована современная система государственного регулирования безопасности в области использования атомной энергии. Нормативно-правовая база в этой области включает многоуровневую систему требований, которая охватывает все этапы жизненного цикла ядерных установок, как эксплуатируемых, так и планируемых к созданию. Требования к анализу аварий, в том числе запроектных и тяжелых, а также к управлению авариями и мерам по защите персонала и населения включены в федеральные нормы и правила для всех категорий объектов использования атомной энергии.
3. Авария на Чернобыльской АЭС, а также последующий опыт регулирующей деятельности стали основой для развития и внедрения в регулирующую практику подходов к контролю готовности эксплуатирующих организаций к возможным авариям,

а также для развития в уполномоченном органе государственного регулирования безопасности собственных возможностей для обеспечения такого контроля.

4. Стратегия развития отечественной атомной энергетики на основе сочетания АЭС с реакторами на тепловых и быстрых нейтронах отвечает задачам повышения ядерной и радиационной безопасности за счет замыкания ядерного топливного цикла и оптимизации топливного обеспечения. Разработка и внедрение реакторов на быстрых нейтронах и других инновационных ядерных технологий (водородная энергетика и др.), а также совершенствование технических характеристик действующих реакторных установок происходит в условиях проактивного подхода к регулированию безопасности и научного обеспечения работ.
5. Созданная в 1990-е годы в рамках Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций ОСЧС Росатома формировалась и развивалась исходя из опыта ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Регулярные противоаварийные тренировки и комплексные противоаварийные учения, а также опыт реагирования на реальные нештатные/чрезвычайные ситуации радиационного характера свидетельствуют, что система функционирует эффективно. С целью её дальнейшего совершенствования и развития в Госкорпорации «Росатом» в 2022 году утверждена и реализуется «Программа развития системы аварийной готовности и реагирования Госкорпорации «Росатом» на период до 2035 года и дальнейшую перспективу».
6. Масштаб последствий тяжелой аварии определяется, в первую очередь, решениями по радиационной защите населения и территорий за пределами аварийного объекта, которые принимают уполномоченные органы власти. Специалисты считают целесообразным усилить внимание к совершенствованию этого элемента глубокоэшелонированной защиты АЭС, прежде всего, в части развития государственной системы научно-технической поддержки принятия решений по радиационной защите населения и ведению хозяйственной деятельности на радиоактивно загрязненных территориях.

Заключение

1. Авария на ЧАЭС привела к тяжелым и многоплановым последствиям, прежде всего в социально-экономической сфере.
 - радиоактивному загрязнению подверглись и близлежащие районы трех республик СССР, и удаленные от ЧАЭС территории, в том числе многих европейских стран. Непосредственно после аварии и в течение нескольких лет было переселено около 200 тысяч жителей, главным образом в Украине и Белоруссии и, в существенно меньшем количестве, в России;
 - значительные площади земель были исключены из хозяйственного использования, еще на больших территориях потребовалась реализация защитных мер, главным образом в сфере сельского и лесного хозяйств, что существенно усложнило условия жизни населения;
 - к ликвидации последствий аварии было привлечено неоправданно большое число лиц, в том числе неподготовленных к работе в условиях радиоактивного загрязнения, которые получили статус участников работ по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС (ликвидаторов);
 - законодательное закрепление за ликвидаторами и жителями загрязненных районов многочисленных льгот и компенсаций без привязки к реально полученным дозам привело к масштабированию социально-экономических последствий аварии на ЧАЭС и стало для многих поводом для тревог относительно собственного здоровья и здоровья детей. Из-за отсутствия необходимой гибкости в законе о социальной защите пострадавших, спустя 40 лет после аварии российское государство продолжает оказывать социальную поддержку примерно 1,5 млн жителей загрязненных районов, хотя на подавляющем большинстве этих территорий радиационная ситуация полностью нормализовалась.
2. Реализация восстановительных и реабилитационных программ на загрязненных территориях и в отношении затронутых аварией лиц сопровождалась научными исследованиями, в том числе с использованием методов радиационной эпидемиологии. Развивавшийся в конце 1980-х – начале 1990-х годов глубокий экономический кризис инициировал серьезные изменения в демографической ситуации и хозяйственной жизни на загрязненных территориях и в целом по стране, что значительно усложнило задачу идентификации последствий аварии. Тем не менее, научное сообщество, в том числе международное, с первых лет после аварии и до настоящего времени придерживается позиции относительно оценки отдаленных радиологических последствий аварии как очень ограниченных.
3. У 134 ликвидаторов, получивших высокие и очень высокие дозы облучения в первые сутки после аварии, была диагностирована острая лучевая болезнь, 28 из них умерли в первые 120 дней после аварии. Что касается ликвидаторов, у которых не была диагностирована ОЛБ, и жителей загрязненных территорий, точное число заболевших / умерших от облучения, назвать невозможно из-за вероятностного характера отдаленных эффектов при облучении средними и малыми дозами. Сегодня, спустя 40 лет после аварии, исследованиями российских специалистов (МРНЦ и ФМБЦ ФМБА) установлено, что общие медицинские радиологические последствия аварии для здоровья жителей России составляют несколько десятков случаев смерти от онкологических заболеваний у ликвидаторов и до 200 случаев заболевания раком щитовидной железы, в подавляющем большинстве не приведших к смерти. В

настоящее время средний возраст мужчин ликвидаторов составляет 73 года, такой возраст пережили 52% данного контингента. При этом по данным российской статистики указанный возраст пережил только 41% мужского населения Российской Федерации, что указывает на то, что ликвидаторы живут несколько дольше в сравнении с референтным мужским населением страны.

Опыт аварии на АЭС «Фукусима-1» убедительно показал, что отдаленные последствия в Чернобыле могли быть существенно ниже за счет своевременного принятия защитных мер, ограничения числа участников противоаварийных работ и более рациональной организации работ в первые годы после аварии, в том числе за счет продуманной информационной политики.

4. На подавляющей части территорий России, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, радиационно-гигиеническая обстановка нормализовалась и давно не требует ограничений по ведению хозяйственной деятельности. Случаи бракеража продукции с превышением нормативов редки и касаются небольших объемов продукции только в отдельных хозяйствах на юго-западе Брянской области. В этих ограниченных локациях сроки снижения уровней радиоактивного загрязнения до нормативных значений могут выходить за пределы 2050 года. Отношение населения этих районов к факту радиоактивного загрязнения характеризуется широким диапазоном – от выраженного игнорирования до продолжения выполнения некоторых рекомендаций по хозяйственной деятельности. Случаи полноценной реализации всего комплекса рекомендованных мер, в том числе на уровне сельскохозяйственных предприятий, к сожалению, достаточно редки, хотя эти меры и доказали свою эффективность.
5. После аварии на ЧАЭС во многих странах была пересмотрена политика в области использования атомной энергии, а в ряде случаев приняты решения о прекращении эксплуатации действующих энергоблоков АЭС и отказе от строительства новых АЭС. В России авария инициировала глубокий пересмотр концептуальных основ обеспечения безопасности ядерных энерготехнологий. Новый подход реализуется в проектах новых энергоблоков на тепловых и быстрых нейтронах и в практическом сооружении новых объектов атомной энергетики. Одной из важных компонент безопасности является система аварийного реагирования Госкорпорации «Росатом», которая была создана сразу после аварии, интенсивно развивается с начала XXI века и надежно функционирует в настоящее время.
6. Авария на ЧАЭС стала мировым феноменом, демонстрирующим несоответствие между тяжестью радиологических последствий аварии и их восприятием обществом. При общей катастрофической тяжести гуманитарных последствий аварии ее медицинские радиологические последствия оказались существенно ниже последствий других крупных техногенных аварий, в которых теряются сотни и тысячи жизней, и природных катастроф, уносящих десятки тысяч жизней, а также существенно ниже доминирующих в общественном сознании представлений (десятки и сотни тысяч жертв Чернобыля). Коррекция общественного восприятия является одним из необходимых условий выхода общества из «чернобыльского тупика» и перезагрузки отношения общества к планируемому в России масштабированию атомной энергетики.

ЛИТЕРАТУРА

Раздел 1

- 1.1. Информация об аварии на Чернобыльской АЭС и ее последствиях, подготовленная для МАГАТЭ. — Атомная энергия, 1986, т. 61, вып. 5. — С. 301—320.
- 1.2. Адамов Е.О. и др. Анализ первой фазы развития аварийного процесса на четвертом блоке Чернобыльской АЭС. — Атомная энергия, 1988, т.64, вып.1, с.24.
- 1.3. Chang P.S. W., Dastur A.R. “ The Sensitivity of Positive Scram Reactivity to Neutronic Decoupling in the RBMK-1000 — Nuclear Science and Engineering, v. 103, 1989, p. 289—293.
- 1.4. Причины и обстоятельства аварии на 4 блоке Чернобыльской АЭС. Меры по повышению безопасности АЭС с реакторами РБМК. Заключение экспертов Минатомэнергопрома СССР, 1991 г. // История атомной энергетики Советского Союза и России. Вып. 4. Уроки аварии на Чернобыльской АЭС. — 2002. — С. 297—332. https://elib.biblioatom.ru/text/istoriya-atomnoy-energetiki_v4_2002/0008/.
- 1.5. Адамов Е.О. и др. Современные представления о возникновении и развитии аварии на ЧАЭС// Материалы международной конференции «Ядерные аварии и будущее энергетики. Уроки Чернобыля», 15—17 апреля / Париж, Франция, 1991.
- 1.6. Абагян А.А., Крошилилин А.Е., Краюшкин А.В. и др. Расчетный анализ начальной стадии аварии на Чернобыльской АЭС. — Атомная энергия, 1991. — Т. 71, вып. 4. — С. 275—287.
- 1.7. Адамов Е.О. и др. Роль отдельных факторов в развитии аварии на Чернобыльской АЭС//Атомная энергия. — 1993. — Т. 75, вып. 5.
- 1.8. Новосельский О.Ю., Черкашов Ю.М., Чечеров К.П. Технические аспекты аварии на 4-м энергоблоке Чернобыльской АЭС. Препринт НИКИЭТ ЕТ-05/70, Москва, 2005 г.
- 1.9. М.Н. Бабайцев, Е.В. Бурлаков, А.В. Краюшкин, Анализ аварии на 4-м энергоблоке Чернобыльской АЭС, препринт ИАЭ-6416/4, РИЦ «Курчатовский институт», Москва, 2006 г.
- 1.10. Е.А. Адамов, Л.А. Большов, А.В. Слободчиков, С.Г. Ухаров, М.А. Воронцов, А.М. Федосов, В.Е. Дружинин. Причины Чернобыльской аварии и мероприятия по повышению безопасности РБМК-1000. // Атомная энергия. 2026 (в печати).
- 1.11. Радиационные аспекты Чернобыльской аварии [Текст] : труды I Всесоюзной конференции, Обнинск, июнь 1988 г. : [в 2 т.] / под ред. Ю. А. Израэля ; Комитет по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды М-ва экологии и природных ресурсов Российской Федерации [и др.]. — Санкт-Петербург : Гидрометеиздат, 1993. — 22 с.
- 1.12. Сидоренко В.А. Управление атомной энергетикой. — В кн. История атомной энергетики Советского союза и России. Под редакцией Сидоренко В.А. — М.,ИздАт, 2001 — 256 с.
- 1.13. Чернобыль. Пять трудных лет: Сборник материалов. — М.: ИздАТ, 1992. — 381 с. URL:<https://www.klex.ru/sk5>.
- 1.14. Постановление ЦК КПСС, Совмина СССР от 29 мая 1986 г. № 634-188 “О проведении дезактивационных работ в районах Украинской ССР и Белорусской ССР, подвергшихся радиоактивному загрязнению в связи с аварией на Чернобыльской АЭС”. — ГАРФ. Ф. 5446. Оп. 1. Д. 994.
- 1.15. Ильин Л. А. Реалии и мифы Чернобыля. Изд. 2-е, испр. и доп. — М.: ALARA Limited, 1996. 474 с.
- 1.16. Алексахин Р. М., Булдаков Л. А., Губанов В. А. и др. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры. Под ред. Л. А. Ильина и В. А. Губанова. — М.: ИздАТ, 2001. 752 с. URL: http://elib.biblioatom.ru/text/krupnye-radiatsionnye-avarii_2001/.
- 1.17. Войцехович О. В. Управление качеством поверхностных вод в зоне влияния аварии на Чернобыльской АЭС. — Киев, 2001. 136 с.
- 1.18. Постановление Кабинета Министров СССР от 08.04.1991 N 164 «О Концепции проживания населения в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС»
- 1.19. Закон СССР от 12 мая 1991 г. № 2146-I «О социальной защите граждан, пострадавших вследствие чернобыльской катастрофы».

Раздел 2

- 2.1. IAEA, 2006. International Atomic Energy Agency. Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and Their Remediation: Twenty Years of Experience. Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group “Environment” (EGE). International Atomic Energy Agency, Vienna. IAEA, 2009. — 166 p.
- 2.2. Авария на Чернобыльской АЭС и ее последствия: Информация, подготовленная для совещания экспертов МАГАТЭ (25—29 августа 1986 г., Вена). ГК по использованию атомной энергии. СССР. — М., 1986.

- 2.3. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси. Под ред. Ю. А. Израэля и И. М. Богдевича. — Москва-Минск: Фонд «Ионосфера» — НИИ Природа, 2009. — 140 с.
- 2.4. Российский национальный доклад 35 лет Чернобыльской аварии: итоги и перспективы преодоления ее последствий в России. 1986—2021 /Под общей редакцией Л. А. Большова. ФГБУН Институт безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук. — М.:Академ-Принт, 2021. — 104 с.
- 2.5. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-239+240». Составитель Яхрюшин В.Н. Обнинск, ФГБУ «НПО «Тайфун», 2025. — 229 с.
- 2.6. Рекомендации Р 52.18.913—2021. Порядок расчета контрольных уровней содержания радионуклидов в атмосферном воздухе. Утв. Росгидрометом Минприроды России 23.08.2021 г. Обнинск, 2021. — 50 с.
- 2.7. Крышев И.И., Бурякова А.А., Павлова Н.Н., Каткова М.Н., Полянская О.Н., Яхрюшин В.Н. Современная радиэкологическая обстановка на территориях аварийного чернобыльского следа в России: 40 лет спустя. Радиация и риск, 2026, № 2 (в печати).
- 2.8. Крышев И.И., Бурякова А.А., Сазыкина Т.Г. Оценка радиэкологической обстановки на территориях аварийного чернобыльского следа в России (1986—2020) // Радиация и риск. — 2021. — Т. 30. — № 2. — С. 25—37.
- 2.9. Рябов И. Н. Радиэкология рыб водоемов в зоне влияния аварии на Чернобыльской АЭС. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. — 215 с.
- 2.10. Вакуловский С. М., Колесникова Л. В., Тертышник Э. Г., Уваров А. Д. Динамика загрязнения ¹³⁷Cs озера Кожановское в постчернобыльский период // Радиационная биология. Радиэкология, 2009. — Т. 49. — № 2. — С. 204—208.
- 2.11. Радиэкологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС: биологические эффекты, миграция, реабилитация загрязненных территорий: Монография. Под ред. Санжаровой Н.И. и Фесенко С.В. — М.: РАН, 2018. — 278 с.
- 2.12. Романович И.К., Базюкин А.Б., Братилова А.А. и др. Содержание ¹³⁷Cs в пищевых продуктах природного происхождения по результатам современных радиационно-гигиенических обследований приграничных с Республикой Беларусь населенных пунктов Брянской области. Радиационная гигиена, 2025. — Т. 18. — № 1. — С. 7—17.

Раздел 3

- 3.1. Алексахин Р. М., Булдаков Л. А., Губанов В. А. и др. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры. Под ред. Л. А. Ильина и В. А. Губанова. — М.: ИздАТ, 2001. — 752 с. URL: http://elib.biblioatom.ru/text/krupnye-radiatsionnye-avarii_2001/.
- 3.2. Крючков В.П., Ильин Л.А., Кочетков О.А., Цовьянов А.Г. Дозы участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. // Медицинская радиология и радиационная безопасность, 2016. — Том 61, № 3. — С. 52—61.
- 3.3. Иванов В. К. Ликвидаторы: радиологические последствия Чернобыля. — Библиотечка общественного совета «Росатома». — М.: Центр содействия социально-экологическим инициативам атомной отрасли, 2010. — С. 10. — 28 с.
- 3.4. Гуськова А. К. Значимость адекватной информации о действии ионизирующего излучения в современном мире // Медицинская радиология и радиационная безопасность. — 2015. — Том 60, № 1. — С. 20—25. URL: https://elib.biblioatom.ru/text/guskova_znachimost-adekvatnoy-informatsii_2015/p22/.
- 3.5. Гуськова А. К., Краснюк В. И., Галстян И. А. и Надежина Н. М. 30 лет аварии на Чернобыльской АЭС: опыт ликвидации медицинских последствий. // Медицинская радиология и радиационная безопасность, 2016, Том 61, № 3 — С. 30—35.
- 3.6. Гуськова А. К., Галстян И. А., Гусев И. А. Авария Чернобыльской атомной станции (1986—2011 гг.): последствия для здоровья, размышления врача. Под общей редакцией члена-корр. РАМН А.К. Гуськовой. — М.: ФМБЦ им. А. И. Бурназяна, 2011. — 254 с.
- 3.7. Бушманов А.Ю., Бирюков А.П., Коровкина Э.П., Кретов А.С., Власова И.В., Ломтева А.А., Гугина А.А. Результаты деятельности межведомственных экспертных советов по установлению связи заболевания, инвалидности и смерти с воздействием радиационных факторов // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2021. — Т. 66. № 4. — С. 58—61. DOI: 10.12737/1024-6177-2021-66-4-58-61.
- 3.8. Вьюнова А.А., Бушманов А.Ю., Кретов А.С., Власова И.В., Ломтева А.А. Организация, научный подход, итоги и перспективы деятельности межведомственных экспертных советов

- по проведению экспертизы связи здоровья граждан Российской Федерации, пострадавших от радиационного воздействия. — В сб. Сборник материалов международного научно-практического форума молодых учёных и специалистов «Ильинские чтения 2024». — М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2024, С. 99—102.
- 3.9. 30 лет после Чернобыля: патогенетические механизмы формирования соматической патологии, опыт медицинского сопровождения участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции: монография / под ред. проф. С.С. Алексанина. — СПб.: Политехника-принт, 2016. — 506 с.
 - 3.10. Алексанин С. С., Рыбников В. Ю., Марченко Т. А. Российско-белорусское сотрудничество по преодолению последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Медицинские последствия аварии // Технологии гражданской безопасности. — 2024. — Т. 21, № S1. — С. 45—52. — EDN NDNBBL.
 - 3.11. В.С. Горбачевский, В. Н. Кулыга. Об организации медицинского обеспечения участников ликвидации аварии на Чернобыльской атомной электростанции // Медицина экстремальных ситуаций. 2014. №4 (50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-organizatsii-meditsinskogo-obespecheniya-uchastnikov-likvidatsii-avarii-na-chernobylskoy-atomnoy-elektrostantsii> (дата обращения: 16.12.2025).
 - 3.12. UNSCEAR 2012 Report. Annex A: Attributing health effects to ionizing radiation exposure and inferring risks. DOI: <https://doi.org/10.18356/2ed43f39-en>.
 - 3.13. Kryuchkov V, Chumak V, Maceika E, Anspaugh LR, Cardis E, Bakhanova E, Golovanov I, Drozdovitch V, Luckyanov N, Kesminiene A, Voillequé P, Bouville A. Radrue method for reconstruction of external photon doses for Chernobyl liquidators in epidemiological studies. Health Phys. 2009 Oct;97(4):275-98. doi: 10.1097/HP.0b013e3181ac9306.
 - 3.14. Health Effects of the Chernobyl Accident and Special Health Care Programmers. Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group “Health” (EGH). 2006.
 - 3.15. Крючков В.П., Ильин Л.А., Кочетков О.А., Цовьянов А.Г. Дозы участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. // Медицинская радиология и радиационная безопасность, 2016, Том 61, № 3. С. 52—61.
 - 3.16. UNSCEAR 2010 Report. Fifty-seventh session, includes Scientific Report: summary of low-dose radiation effects on health. New York, 2011. 106 p.
 - 3.17. UNSCEAR 2019 Report – Annex A. Evaluation of selected health effects and inference of risk due to radiation exposure Para. 129.
 - 3.18. UNSCEAR 2020 Report. Annex B. Levels and effects of radiation exposure due to the accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station: implications of information published since the UNSCEAR 2013 Report. United Nations. New York, 2022. — 243 p.

Раздел 4

- 4.1. UNSCEAR-2008 Report. Annex D. Health effects due to radiation from the Chernobyl accident. Sources and effects of ionizing radiation. 2008 Report Vol. II. United Nations, New York, 2011.
- 4.2. S. Shinkarev, P. Voillequé, Yu. Gavrilin, V. Khrouch, A. Bouville, M. Hoshi, R. Meckbach, V. Minenko, A. Ulanovsky, N. Luckyanov. Credibility of Chernobyl thyroid doses exceeding 10 Gy based on in-vivo measurements of ¹³¹I in Belarus. Health Phys. 94: 180—187; 2008.
- 4.3. V. Uyba, A. Samoylov, S. Shinkarev. Comparative analysis of the countermeasures taken to mitigate exposure of the public to radioiodine following the Chernobyl and Fukushima accidents: lessons from both accidents. J. Radiat. Res. 59, No. S2, p. ii40—47, (2018).
- 4.4. Радиационно-гигиенические аспекты преодоления последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Том 1. Под ред. Г. Г. Онищенко и А. Ю. Поповой. — СПб.: СПбНИИРГ, 2016. Т. 1. — 448 с. URL: <http://niirg.ru/PDF/2016/Monographia.pdf>.
- 4.5. Gavrilin Yu, Khrouch V, Shinkarev S, Drozdovitch V, Minenko V, Shemiakina E, Ulanovsky A, Bouville A, Anspaugh L, Voillequé P, Luckyanov N. Individual thyroid dose estimation for a case-control study of Chernobyl-related thyroid cancer among children of Belarus – Part I: ¹³¹I, short-lived radioiodines (¹³²I, ¹³³I, ¹³⁵I), and short-lived radiotelluriums (^{131m}Te and ¹³²Te). Health Phys. 86:565-585; 2004.
- 4.6. S.M. Shinkarev, K.V. Kotenko, E.O. Granovskaya, V.N. Yatsenko, T. Imanaka, M. Hoshi. Estimation of the contribution of short-lived radioiodines to the thyroid dose for the public in case of inhalation intake following the Fukushima accident. Radiat. Prot. Dosim. 164 (1—2): 51—56; 2015.
- 4.7. UNSCEAR. Annex A. Levels and effects of radiation exposure due to the nuclear accident after the 2011 Great East-Japan Earthquake and Tsunami. Sources and effects of ionizing radiation. UNSCEAR 2013 Report Vol. I. United Nations, New York, 2014.
- 4.8. Большов Л.А., ред. Российский национальный доклад: 35 лет чернобыльской аварии. Итоги и перспективы преодоления ее последствий в России: Российский национальный доклад. — Москва: Академ-Принт, 2021. — 104 с.

- 4.9. Брук Г.Я., Базюкин А.Б., Братилова А.А., Власов А.Ю., Громов А.В., Жеско Т.В., Кадука А.Н., Кадука М.В., Кравцова О.С., Романович И.К., Сапрыкин К.А., Степанов В.С., Титов Н.В., Яковлев В.А. Средние накопленные за 1986—2016 гг. эффективные дозы облучения жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения по постановлению Правительства Российской Федерации от 08.10.2015 г. № 1074 «Об утверждении Перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» // Радиационная гигиена. — 2017. — Т. 10, № 2. — С. 57—105.
- 4.10. А.Н. Котеров, А.А. Вайнсон. Биологические и медицинские эффекты излучения с низкой лпэ для различных диапазонов доз // Медицинская радиология и радиационная безопасность // Медицинская радиология и радиационная безопасность, 2015. — Том 60, № 3. — С. 5—31.
- 4.11. Брук Г.Я., Базюкин А.Б., Барковский А.Н., Братилова А.А., Власов А.Ю., Гончарова Ю.Н., Громов А.В., Жеско Т.В., Иванов С.А., Кадука М.В., Кравцова О.С., Кучумов В.В., Романович И.К., Сапрыкин К.А., Титов Н.В., Травникова И.Г., Яковлев В.А. Облучение населения Российской Федерации вследствие аварии на Чернобыльской АЭС и основные направления дальнейшей работы на предстоящий период // Радиационная гигиена. — 2014. — Т. 7, № 4. — С. 72—77.
- 4.12. Методические рекомендации МР 2.6.1.0055-11 «Критерии и требования по обеспечению процедуры перехода населенных пунктов от условий радиационной аварии к условиям нормальной жизнедеятельности населения» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 30 декабря 2011 г.).
- 4.13. Братилова А.А., Бушманов А.Ю., Галстян И.А., Зиятдинов М.Н., Иванов В.К., Иванов С.А., Каприн А.Д., Кравцова О.С., Кретов А.С., Линге И.И., Максюттов М.А., Мелихова Е.М., Романович И.К., Удалов Ю.Д., Чекин С.Ю., Шинкарев С.М. Медицинские радиологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС, 1986—2025 // Атомная энергия. 2026 (в печати).

Раздел 5

- 5.1. Наследие Чернобыля: медицинские, экологические и социально-экономические последствия и рекомендации правительствам Беларуси, Российской Федерации и Украины // Радиация и риск (Бюллетень НРЭР). 2005. №S2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nasledie-chernobylya-meditsinskie-ekologicheskie-i-sotsialno-ekonomicheskie-posledstviya-i-rekomendatsii-pravitelstvam-belarusi> (дата обращения: 02.01.2026).
- 5.2. Чернобыль: 25 лет спустя. Под общей редакцией С.К. Шойгу. — М., 2011 — 354 с.
- 5.3. Мелихова Е.М., Кузнецова Е.О. К вопросу об общественной приемлемости проектов по захоронению РАО // Радиоактивные отходы. 2023. — № 4 (25). — С. 23—34. DOI: 10.25283/2587-9707-2023-4-23-34.
- 5.4. Сапонова А., Шубина Л. Привлекательный атом. Мнение имеет значение // Атомный эксперт. 2022. № 6 — URL: https://atomicexpert.com/opinion_matters.
- 5.5. Левада-центр. Чернобыльская авария // Пресс-выпуск от 17.07.2019. — URL: <https://www.levada.ru/2019/07/17/chernobylskaya-avariya/>.
- 5.6. Di Nucci M. R., Brunnengraber A. In Whose Backyard? The Wicked Problem of Siting Nuclear Waste Repositories // European Policy Analysis. 2017. Vol. 3. No. 2. Pp. 295—323. URL: https://www.researchgate.net/publication/320766469_In_Whose_Backyard_The_Wicked_Problem_of_Siting_Nuclear_Waste_Repositories.

Раздел 6

- 6.1. Российский национальный доклад 35 лет Чернобыльской аварии: итоги и перспективы преодоления ее последствий в России. 1986—2021 /Под общей редакцией Л. А. Большова. ФГБУН Институт безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук. — М.:Академ-Принт, 2021. — 104 с.
- 6.2. Ядерная рулетка: В 2 т. — Т. 1: Чернобыль — Фукусима: Путевые заметки ликвидатора / Рафаэль Арутюнян; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. — М., 2019. — 387 с.
- 6.3. Труды ИБРАЭ РАН / под. общ. ред. чл.-кор. РАН Л. А. Большова; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. — М. : Наука, 2007. Вып. 13 : Авария на АЭС «Фукусима-1»: опыт реагирования и уроки / науч. ред. Р. В. Арутюнян. 2013. — 246 с.
- 6.4. Арутюнян Р. В., Большов Л. А., Линге И. И., Мелихова Е. М., Панченко С. В. Уроки Чернобыля и Фукусимы: актуальные проблемы совершенствования системы защиты населения и территорий при авариях на АЭС // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2016. — Т. 61. № 3. — С. 36—51.
- 6.5. Хамаза А.А., Курындин А.В., Строганов А.А., Шаповалов А.С. «Современные подходы к оценке радиационных последствий аварий, сопровождающихся выбросом радиоактивных веществ. Уроки аварии на АЭС Фукусима-Дайичи». — «Ядерная и радиационная безопасность». Специальный выпуск — 2012 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ.

Организации и специалисты России, внесшие решающий вклад в работы по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС

В работах в 30-километровой зоне ЧАЭС приняли активное участие многочисленные организации гражданских министерств и ведомств, а также подразделения Министерства обороны СССР. Руководили их работой:

- Оперативные группы Правительственной комиссии (Совет Министров СССР);
- Оперативные группы 3-го Главного управления Минздрава СССР;
- Оперативная группа Минсредмаша СССР.
- Оперативные группы Министерства обороны, Министерства гражданской обороны, начальника химических войск, начальника инженерных войск.

Большой вклад внес командный и личный состав подразделений авиации, химических войск, инженерных войск, сил гражданской обороны. Задачи по организации, координации и проведению работ в 30-километровой зоне и строительству города Славутича выполнял ПО «Комбинат» с привлечением организаций и ведомств союзного и республиканского подчинения, включая Управление строительства на Чернобыльской АЭС (УС-605), сформированное на базе специальных военно-строительных частей Минсредмаша СССР.

Под руководством Межведомственного координационного совета по научным проблемам Чернобыля при Президиуме Академии наук СССР большую работу провели научные организации:

- ИАЭ им. И. В. Курчатова;
- Филиал ИАЭ им. И. В. Курчатова;
- Комплексная экспедиция ИАЭ им. И. В. Курчатова;
- ВНИПИЭТ;
- НИКИЭТ;
- ВНИИАЭС;
- Радиевый институт им. В. Г. Хлопина;
- Институт биофизики Минздрава СССР;
- Филиалы № 1 и № 4 Института биофизики Минздрава СССР;
- Институт прикладной геофизики;
- НИИ радиационной гигиены;
- ВНИИ сельскохозяйственной радиоэкологии;
- Институт медицинской радиологии РАМН;

- НПО «Тайфун»;
- НИФХИ им. Л. Я. Карпова.

Большой вклад в обеспечение работ по ликвидации последствий аварии внесли научные и проектные организации, разработавшие роботизированные средства, военную и специальную технику с усиленной защитой экипажей:

- ЦНИИ 12 Минобороны;
- ЦНИИ 15 Минобороны;
- ВНИИ Стали;
- ВНИИ Трансмаш;
- НИКИМТ;
- ЦНИИ РТК.

К работам по научному обоснованию мер по ликвидации последствий и их последующей реализации привлекалось большое количество ведущих российских специалистов и ученых. Многие из них посвятили этой тематике годы и десятилетия напряженной работы. Их труды сыграли важную роль в обеспечении безопасности населения Беларуси, России, Украины и мира. Неоценимы заслуги

- академиков **Александрова А. П., Беляева С. Т., Большова Л. А., Велихова Е. П., Ильина Л. А.** — в координации научно-исследовательских работ;
- **Возняка В. Я., Губанова В. А., Владимирова В. А., Герасимовой Н. В., Воронова С. И., Марченко Т. А.** — в сфере управления практическими работами по преодолению последствий аварии;
- академика **Израэля Ю. А., Цатурова Ю. С., Гасилиной Н. К., Челюканова В. В., Стукина Е. Д., Квасниковой Е. В., Шершакова В. М., Борзилова В. А., Вакуловского С. М., Махонько К. П., Никитина А. И., Войцеховского С. М., Булгакова В. Г., Крышева И. И.** — в организации работ по мониторингу радиоактивного загрязнения окружающей среды;
- академика **Легасова В. А.**, чл.-корр. РАН **Сидоренко В. А.**, профессоров **Абагяна А. А., Адамова Е. О., Асмолова В. Г., Арутюняна Р. В., Борового А. А., Рязанцева Е. П.** — в работах по анализу причин аварии и оценке состояния активной зоны и конструкций аварийного реактора;
- **Усанова А.Н., Игнатенко Е. И., Поздышева Э. Н., Кочеткова О. А., Казакова С. В., Панфилова А. П., Беловодского Л. Ф., Лызлова А. Ф., Василенко Е. К.** — в организации и реализации практических работ по приведению АЭС и 30-километровой зоны ЧАЭС в безопасное состояние, сооружению объекта «Укрытие» и обеспечению радиационной безопасности участников работ по ликвидации последствий аварии;
- профессора **Рамзаева П. В., Иванова Е. В., Балонова М. И., Савкина М. Н., Бархударова Р. М., Павловского О. А.** — в части дозиметрического обеспечения защиты населения;
- чл.-корр. РАМН **Гуськовой А. К.**, профессора **Баранова А. Е.** — в оказании высококвалифицированной помощи облученным в высоких дозах участникам ЛПА и последующем наблюдении за ними;

- профессора **Никифорова А. М.** — в оказании высококвалифицированной медицинской помощи участникам работ по ликвидации последствий аварии;
- академика РАМН **Цыба А. Ф.**, чл.-корр. РАН **Иванова В. К.** — в области радиационной эпидемиологии;
- профессора **Тихомирова Ф. А.**, **Марадудина И. И.**, **Таскаева А. И.**, **Козубова Г. М.**, **Романова Г. Н.**, **Рябова И. Н.**, **Шевченко В. А.** — в области радиоэкологии;
- академика **Корнеева Н. А.**, академика **Алексахина Р. М.**, чл.-корр. РАН **Санжаровой Н. И.**, **Худякова М. А.**, **Светова В. Г.**, **Гончарик Н. В.**, **Поваляева А. П.**, **Боченкова В. Ф.**, **Фирсаковой С. К.**, **Лощилова Н. А.**, **Ратникова А. Н.** — в области сельскохозяйственной радиологии;
- **Осипьянца И. А.**, **Симонова А. В.** — в работах по информационно-аналитическому сопровождению мероприятий по преодолению и анализу последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

Необходимо отметить и огромную роль в ликвидации последствий аварии военачальников:

- начальника химических войск Министерства обороны СССР, Героя Советского Союза генерал-полковника **Пикалова В. К.**;
- начальника инженерных войск Министерства обороны СССР, маршала инженерных войск **Аганова С. Х.**;
- Героя Советского Союза, генерал-полковника авиации **Антошкина Н. Т.**

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ИЗДАНИЕ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем безопасного развития атомной энергетики
Российской академии наук

Российский национальный доклад

40 лет чернобыльской аварии

Итоги и перспективы преодоления

ее последствий в России

1986—2026

Под общей редакцией Л. А. Большова

Оригинал-макет подготовлен ИБРАЭ РАН

Подготовка к изданию: *Е.Л. Наконечная, С.В. Турецкий, М.Ю. Иванов*

*В докладе использованы фотографии В.И. Ободзинского/НИЦ «Курчатовский институт»,
из архивов ИБРАЭ РАН, НИЦ «Курчатовский институт», ГК «Росатом»,
ОАО «Концерн Росэнергоатом».*

Иллюстрации приведены в авторской редакции

Отпечатано с готовых диапозитивов ООО «Радугапринт»

Формат 60×90 1/8. Бумага матовая мелованная 135 г/м²

Печать офсетная. Гарнитура «Pt Serif», «Suprum»

Уч-изд. л. 6,38. Усл.-печ. л. 10,24

Заказное