

1990

MS211: 20 years CHERNOBYL DISASTER A Look into the Future National Report of Ukraine Kiev

Armin Weinberg

Follow this and additional works at: <https://digitalcommons.library.tmc.edu/radiationeff>

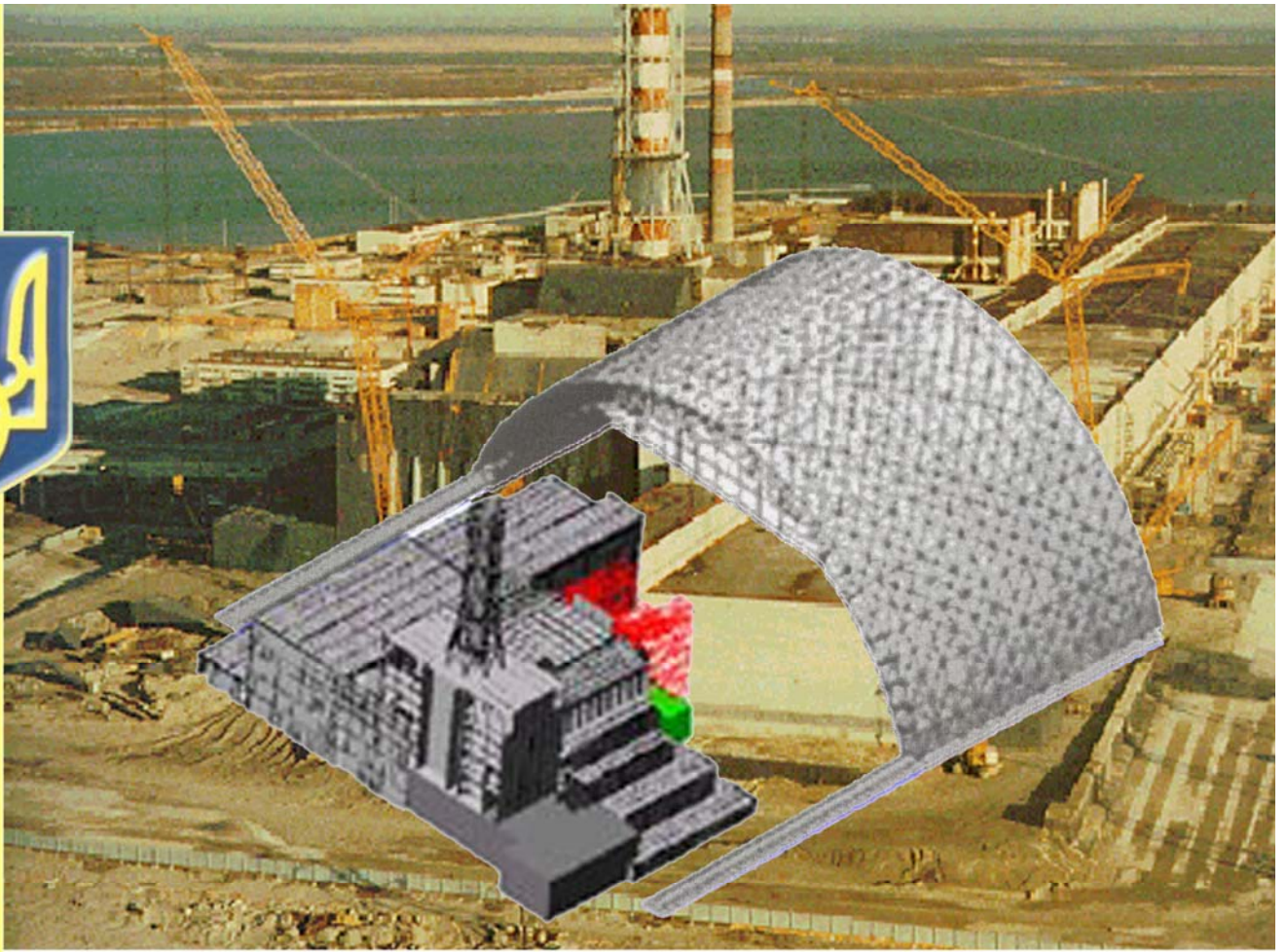


Part of the [Radiation Medicine Commons](#)

Recommended Citation

Weinberg, Armin, "MS211: 20 years CHERNOBYL DISASTER A Look into the Future National Report of Ukraine Kiev" (1990). *Works on Radiation Effects: 1990-2020*. 9.
<https://digitalcommons.library.tmc.edu/radiationeff/9>

This Article is brought to you for free and open access by the Armin Weinberg, PhD Papers at DigitalCommons@TMC. It has been accepted for inclusion in Works on Radiation Effects: 1990-2020 by an authorized administrator of DigitalCommons@TMC. For more information, please contact digcommons@library.tmc.edu.



20 ЛЕТ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ: ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ДОКЛАД УКРАИНЫ



Министерство Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций
и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы
Всеукраинский научно-исследовательский институт
гражданской защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций
техногенного и природного характера

20 лет

ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ДОКЛАД УКРАИНЫ

Киев • Атика • 2006

При подготовке Национального доклада использованы материалы, предоставленные:

Министерством Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы

Министерством топлива и энергетики Украины

Министерством здравоохранения Украины

Государственным комитетом по ядерной и радиационной безопасности Украины

Комитетом Верховного Совета Украины по вопросам экологической политики, природопользования и ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы

Национальной академией наук Украины

Академией медицинских наук Украины

Украинской академией аграрных наук

Национальной комиссией по радиационной защите населения Украины

Материалы, включенные в доклад, подготовили:

Л. М. Амджадин (4.1; 4.1.2); А. Н. Архипов (8.1); Д. А. Базыка (5.1); В. Г. Барьяхтар (1); В. Г. Бебешко (5; 15); Д. О. Белый (5); Д. Бобро (10); О. А. Бондаренко (8.1); М. Н. Борисюк (12); К. М. Бруслова (5); В. О. Бузунов (5.1); А. Ф. Возианов (5); О. В. Войцехович (2.2); О. Е. Гайдар (2); С. Г. Галкина (5); О. Н. Гарнец (4.5); С. П. Гащак (8.1); В. М. Глыгало (13); О. С. Гончарук (4.6.3); Д. М. Гродзинский (6.1); И. Н. Гудков (6.1); С. В. Давидчук (2); В. В. Деревец (8.1); В. В. Долин (8.1); Н. Ф. Дубова (5); А. И. Дутов (6.2); А. Н. Евдин (15); П. В. Замостьян (4.5); Ю. А. Иванов (8; 15); Т. Н. Иванова (6.2); А. И. Изотенко (5.1); А. В. Ищенко (4.4); Л. В. Калиненко (6.2; 15); В. А. Кашпаров (6.2); С. И. Киреев (8.1); А. А. Ключников (9; 15); А. М. Коваленко (5); Л. Н. Ковган (3.3); Д. И. Комаренко (5); Н. О. Король (5); В. Н. Корзун (5.3); П. А. Корчагин (11); О. О. Косовец (2); В. А. Краснов (9); В. П. Краснов (6.4); С. В. Кульчицкая (14; 15); Е. Н. Кутюва (2; 4.4); Н. Д. Кучма (6.4); Н. М. Лазарев (6.1); В. П. Ландин (6.4); Т. Д. Лев (6.2); О. Е. Литвиненко (2); И. А. Лихтарев (3; 3.3); О. В. Линчак (5); К. Н. Логановский (5); И. П. Лось (3.4; 5.3; 15); Л. О. Ляшенко (5); А. А. Можар (6.2); О. И. Насвит (12.2); Н. И. Омелянец (5); С. Н. Омелянец (5; 12.1); Р. А. Омеляшко (4.3); А. А. Орлов (6.4); Т. А. Павленко (3.4); С. К. Парашин (10); Г. П. Перепелятников (2.2; 6.3); Л. В. Перепелятникова (6.2; 15); М. А. Пилинская (5); О. А. Пирогова (5); В. А. Поддубный (4.2); В. А. Поярков (13); Ю. О. Привалов (4.2); В. А. Прилипко (4.2); Б. С. Пристер (6; 6.2; 13; 15); А. Е. Присяжнюк (5.1); Н. И. Проскура (8; 11; 15); О. Г. Рогожин (4.4.3); А. М. Романенко (5); А. Ю. Романенко (5); Г. Б. Руденко (12.1; 15); В. М. Рудько (9); Э. А. Рыбакова (15); С. Ю. Саверский (2); Ю. И. Саенко (4; 4.1–4.3; 4.6.5; 15); Е. В. Саркисова (5); А. М. Сердюк (5; 15); Ю. Н. Скалецкий (3.2); В. В. Скворцов (11); Э. В. Собонович (11); Г. Е. Сотникова (6.2); Е. И. Степанова (5); В. О. Сушко (5); В. В. Талько (5); Л. Я. Табачный (2; 15); О. И. Тимченко (5.3); Н. В. Ткаченко (2; 15); В. В. Токаревский (11); Т. В. Трескунова (5); М. Д. Тронько (5); О. М. Трофименко (4.2); В. П. Удовиченко (4.6.1); П. А. Федорко (5); Н. В. Ходоровская (4.6.4); В. И. Холоша (7; 8; 15); И. М. Хомазюк (5); А. М. Цимбалюк (5); Г. И. Чепурко (4.2); А. А. Чумак (5; 15); В. В. Чумак (3.1; 3.2); В. М. Шестопалов (8; 11; 15); Ю. А. Шибецкий (11); О. И. Шкробов (2); Н. А. Штейнберг (14; 15); В. Н. Щербин (9); А. М. Янина (5)

Окончательная редакция доклада выполнена редколлегией в составе:

В. И. Балога (гл. ред.), В. И. Холоша (зам. гл. ред.), А. Н. Евдин (зам. гл. ред.), Л. В. Перепелятникова (отв. секр.); В. Г. Барьяхтар, В. Г. Бебешко, Г. Ф. Бурлак, В. Н. Глыгало, Д. М. Гродзинский, И. Н. Гудков, Ю. А. Иванов, А. А. Ключников, Е. Н. Кутюва, Н. Д. Кучма, И. П. Лось, Б. С. Пристер, Н. И. Проскура, Г. Б. Руденко, Ю. И. Саенко, А. М. Сердюк, В. А. Скакун, Э. В. Собонович, Л. Я. Табачный, Н. В. Ткаченко, В. М. Шестопалов

Редакционно-техническая группа:

Л. В. Перепелятникова, Т. Н. Иванова, Л. В. Калиненко, Э. А. Рыбакова, А. Н. Архипов

Организация-исполнитель:

Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера МЧС Украины

Д22 20 лет Чернобыльской катастрофы. Взгляд в будущее: Национальный доклад Украины. – К.: Атика, 2006. – 232 с. [+ 8 ил.].

ISBN 966-326-169-2

Ответственность за изложение и достоверность материала несут авторы разделов

ББК 31.47(4УКР)

© Балога В. И., Холоша В. И., Евдин А. Н.,
Перепелятникова Л. В., 2006

ISBN 966-326-169-2

© Издательство «Атика», 2006

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ

- АЗФ** – Фрагменты активной зоны
АМН – Академия медицинских наук
АСУ БД ДЕМОСМОНИТОР – Автоматизированная система управления базами данных мониторинга медико-демографических последствий Чернобыльской катастрофы
АСКРО – Автоматизированная система контроля радиационной обстановки
Бэр – Несистемная единица эффективной дозы облучения (1 бэр = 0,01 Зв)
Бк (кБк, МБк, ГБк, ТБк, ПБк) – Беккерель ($\text{Бк} \cdot 10^3$, $\text{Бк} \cdot 10^6$, $\text{Бк} \cdot 10^9$, $\text{Бк} \cdot 10^{12}$, $\text{Бк} \cdot 10^{15}$), единица радиоактивности
ВАО – Высокоактивные отходы
ВВЭР – Водо-водяной энергетический реактор
ВДУ-91 – Временно допустимые уровни-91, действовали до 1997 г.
ВНИПИЭТ – Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт энергетических технологий Минсредмаш СССР
ВООЗ – Всемирная организация охраны здоровья
ГКЯР – Государственный комитет по ядерному регулированию
Госкомстат – Государственный комитет статистики
Грей (Гр, Gy) – Грей, единица поглощенной дозы
ГРУ – Государственный реестр Украины
ГСНПП «Экоцентр» – Государственное специализированное научно-производственное предприятие «Экоцентр»
ГСП «Техноцентр» – Государственное специализированное предприятие «Техноцентр»
ГСП ЧАЭС – Государственное специализированное предприятие «Чернобыльская атомная электростанция»
ДКВ – Допустимая концентрация в воздухе
ДР-97 – Допустимые уровни содержания радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в продуктах питания и питьевой воде, действуют в настоящее время
ДСО – Долгосуществующие отходы
ЕБРР – Европейский банк реконструкции и развития
ЖРАО – Жидкие радиоактивные отходы
Зв (мЗв) – Зиверт (миллизиверт), единица эффективной дозы
ЗО – Зона отчуждения
ЗОиЗБ (О) О – Зона отчуждения и зона безусловного (обязательного) отселения
ЗПЖРАО – Завод по переработке жидких радиоактивных отходов
ИАЭ – Институт атомной энергии им. И. В. Курчатова
ИАСК – Интегрированная автоматизированная система контроля
ИПБ АЭС – Институт проблем безопасности атомных электростанций НАНУ
ЙДЗ – Йод-дефицитные заболевания
КЕС – Комиссия Европейских Сообществ
КИЭП – Киевский институт «Энергопроект»
КИРО – Комплексное инженерно-радиационное обследование
КП (ТФ) – Коэффициент перехода радионуклидов в природных цепях
КМЗ – Зона накопления критической массы (Критмассовая зона)
КПТРАО – Комплекс по переработке твердых радиоактивных отходов
КРС – Крупный рогатый скот
КУ – Контрольный уровень
ЛПА на ЧАЭС – Ликвидация последствий аварии на ЧАЭС
ЛТСМ – Лавоподобные топливосодержащие материалы
МАГАТЭ – Международное агентство по атомной энергии
Минсредмаш (МСМ) – Министерство атомной промышленности СССР
МКГЯБ – Международная консультативная группа по ядерной безопасности
МОЗ Украины – Министерство охраны здоровья Украины
мР, (Р)/час – Миллирентген (рентген) в час
МЧС Украины – Министерство Украины по чрезвычайным ситуациям и вопросам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы
МЭД – Мощность экспозиционной дозы

НАНУ – Национальная академия наук Украины
НАЭК «Энергоатом» – Национальная атомно-энергетическая компания «Энергоатом»
НБК – Новый безопасный конфайнмент
НИКИЭТ – Научно-исследовательский конструкторский институт энерготехники
НИИСК – Научно-исследовательский институт строительных конструкций
НКДАР ООН – Научный комитет ООН по действию атомной радиации
НКРЗУ – Национальная комиссия по радиационной защите Украины
НП – Населенный пункт
НПО «Припять» – Научно-производственное объединение «Припять»
НРБУ-97 – Нормы радиационной безопасности Украины
ОБЭ – Относительная биологическая эффективность
ОГ – Оперативная группа
ОДЗ – Официальные дозовые записи в государственном реестре Украины
ОЛБ – Острая лучевая болезнь
ООН – Организация Объединенных Наций
ОП «Комплекс» – Отдельное подразделение «Комплекс»
ОР – Относительный риск
ОСПУ-2005 – Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности Украины
ОТВС – Отработанные тепловыделяющие сборки
ОУ – Объект «Укрытие»
ОЯТ – Отработанное ядерное топливо
ПВЛРАО – Пункт временной локализации радиоактивных отходов
ПДК – Предельно допустимая концентрация
ПЗРО – Пункты захоронения радиоактивных отходов
ПКОТРАО – Промышленный комплекс обращения с твердыми радиоактивными отходами
ПОМ ОУ – План Осуществления Мероприятий на объекте «Укрытие»
ПРООН – Представительство ООН в Украине
РАО – Радиоактивные отходы
РБМК – Реактор большой мощности, каналный
РЗМ – Радиоактивно-загрязненные материалы
РОДОС – Система сбора и обработки информации об аварии и разработки рекомендаций для принятия решений
РЩЖ – Рак щитовидной железы
СПП – Система пылеподавления
СССР – Союз Советских Социалистических Республик
СУЗ – Стержни управления защитой (система управления и защиты реактора)
СХОЯТ – Сухое хранилище отработанного ядерного топлива
СЦР – Самоподдерживающаяся цепная реакция
СЭЗ «Славутич» – Специальная экономическая зона «Славутич»
ТВЭЛ – Тепловыделяющие элементы
ТЛД – Термолюминесцентный дозиметр
ТРАО – Твердые радиоактивные отходы
ТСМ – Топливосодержащие материалы
ТУИПП – Техногенно-усиленные источники природного происхождения
ТУЭ – Трансурановые элементы
ТЭК – Топливо-энергетический комплекс
УГВ – Уровень грунтовых вод
УДК ПО «Комбинат» – Управление дозиметрического контроля производственного объединения «Комбинат»
УкрГО «Радон» – Украинское государственное объединение «Радон»
УЛПА – Участник ликвидации последствий аварии
УНИИСХР – Украинский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной радиологии
УНЦРМ – Украинский научный центр радиационной медицины
УРУЦ – Украинский радиологический учебный центр
УС-605 – Управление строительством № 605 МСМ СССР
ХЖО – Хранилище жидких отходов
ХОЗЛ – Хронические обструктивные заболевания легких
ХОЯТ – Хранилище отработанного ядерного топлива

ХТО – Хранилище твердых отходов
ЦРМЗО – Центр радиоэкологического мониторинга Зоны отчуждения
ЦХОЯТ – Централизованное хранилище отработанного ядерного топлива
ЧАЭС – Чернобыльская атомная электростанция
ЧК – Чернобыльская катастрофа
ЧПВР – Чернобыльская программа возрождения и развития
ЧФУ – Чернобыльский фонд «Укрытие»
ЭКОСОС – Экономический и Социальный совет ООН
ЭПР – Электронный Парамагнитный Резонанс
ЯЭК – Ядерно-энергетический комплекс
ALARA – As Low As Reasonably Achievable
FGI – French-German Initiative for Chernobyl
IPHECA – International Program on Health Effects of the Chernobyl Accident
RADRUE – Realistic Analytical Dose Reconstruction and Uncertainty Analysis
SIP – Shelter Implementation Plan

ИСТОРИОГРАФИЯ СОБЫТИЙ

1. ЧЕРНОБЫЛЬСКАЯ КАТАСТРОФА НА УКРАИНЕ

Масштаб Чернобыльской катастрофы, крупнейшей в истории человечества техногенной катастрофы, хорошо известен как ученым, так и политикам всего Мира. В окружающую среду было выброшено примерно 3% радионуклидов, накопившихся к моменту катастрофы в 4-м энергоблоке станции. Это составляет около 30 МКи, или $1,3 \cdot 10^{19}$ Бк радионуклидов [1], [2].

Авария привела к загрязнению более 145 тысяч квадратных километров территории Украины, Республики Беларусь и Российской Федерации, плотность загрязнения радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr которой превышает 37 кБк/м². В результате Чернобыльской катастрофы пострадало около 5 миллионов человек, загрязнению радиоактивными нуклидами подверглись около 5 тысяч населенных пунктов Республики Беларусь, Украины и Российской Федерации. Из них на Украине – 2218 поселков и городов с населением около 2,4 млн человек. Чернобыльская авария привела к беспрецедентному облучению населения вышеназванных стран. По уникальности структуры: пространственной, временной, профессионально-возрастной, а также по сочетанию внешнего и внутреннего облучения, она не имеет аналогов во всей истории техногенных катастроф.

Кроме Украины, Республики Беларусь и Российской Федерации, воздействие Чернобыльской катастрофы испытали на себе Швеция, Норвегия, Польша, Австрия, Швейцария, Финляндия, Великобритания и другие страны.

Авария произошла во время испытаний по использованию выбега турбогенератора для обеспечения собственных нужд АЭС при полном ее обесточивании, предложенного Главным конструктором реакторной установки (НИКИЭТ, г. Москва).

Испытания, в основном, расценивались как испытания электрического оборудования, влияние такого эксперимента на реактор в достаточной мере проанализировано не было.

Теперь ясно, что такие эксперименты следовало классифицировать как комплексные испытания блока. Программу их проведения необходимо было детально обсудить и согласовать с Генеральным проектировщиком, Главным конструктором, Научным руководителем проекта АЭС с реакторами РБМК (Институт атомной энергии имени И. В. Курчатова (ИАЭ), г. Москва).

Этого сделано не было. Более того, действовавшие в то время в СССР правила не требовали от руководства атомных станций проведения согласований такого рода программ с перечисленными выше организациями.

Выполнение указанных испытаний, с сегодняшних позиций, неправомерно.

Таким образом, главными причинами катастрофы являются:

1. Проведение недостаточно полно и правильно подготовленного электрического эксперимента.
2. Низкий уровень профессиональной культуры операторов, руководства как станций, так и министерства электрификации в целом в области ядерной безопасности АЭС.
3. Недостаточный уровень безопасности графит-уранового реактора РБМК-1000.
4. Конструктивные недостатки РБМК-1000.
5. Ошибки персонала.

Все эти факты известны мировой общественности. Вместе с тем, общий объем работ, который необходимо было выполнить в результате этой катастрофы; роль науки в решении проблем радиационной катастрофы; роль взаимодействия правительства, ученых и политических сил при ликвидации последствий катастрофы; роль социально-психологических факторов остаются неизвестными не только широким кругам мировой общественности, но даже (в ряде случаев) общественности пострадавших стран.

В Докладе освещаются действия Правительств СССР, Украины, Верховного Совета Украины, работа ученых Украины по ликвидации последствий катастрофы, проанализирован большой положительный опыт, накопленный за это время. Отмечаются ошибки, допущенные в этой работе.

Действия во время активной стадии аварии

В результате аварии на 4-м блоке ЧАЭС были уничтожены барьеры и системы безопасности, защищающие окружающую среду от радионуклидов, содержащихся в облученном топливе. Выброс активности из поврежденного реактора на уровне десятков миллионов Кюри в сутки продолжался в течение 10 дней с 26 апреля по 6 мая [3], после чего упал в тысячи раз. В литературе этот промежуток времени получил название «активной стадии аварии».

Работы по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС с 26 апреля 1986 г. проводились под руководством Правительственной комиссии СССР, которая начала работать в Чернобыле уже во второй половине дня 26 апреля, и продолжала свою деятельность до 1991 года.

Правительственной Комиссией были отмечены три главных вида опасности, исходящих от ядерного топлива в разрушенном реакторе.

Ядерная опасность. Главное опасение вызывал тот факт, что в реакторе мог остаться неповрежденным значительный кластер уран-графитовой кладки. Уже первые расчеты, выполненные к началу мая 1986 г. [4] показали, что «при отсутствии воды и стержней управления защитой (СУЗ) коэффициент размножения нейтронов КГ составляет ~ 1,16 при температуре ~ 1000 °С» и возможно возникновение самоподдерживающейся цепной реакции (СЦР). Как было установлено позже, температура в реакторе достигала около 2000 градусов Цельсия и коэффициент размножения нейтронов КГ был меньше единицы.

Тепловая опасность. Согласно первоначальным представлениям, часть ядерного топлива могла попасть на нижнюю плиту реактора. Тепловая опасность состояла в возможности постепенного прожигания раскаленным топливом плиты реактора, затем перекрытий нижних помещений реакторного отделения, опускании радиоактивности в барботер и затем до уровня грунтовых вод и их загрязнении. Первые расчеты дали малоутешительные результаты – тепловая опасность могла реализоваться.

Радиационная опасность. Этот вид опасности был связан, прежде всего, с непрекращающимся выбросом активности из разрушенного реактора, в основном, из-за горения графита. Высота подъема горячей струи достигала 2000 метров и более, что обусловило дальний тропосферный перенос радионуклидов.

На своем первом заседании ночью 26 апреля Правительственная комиссия приняла решение начать сброс с вертолетов в открытую шахту реактора целого ряда материалов для локализации аварии. Как выяснилось в 1987 году, «бомбардировка» реактора оказалась малоэффективной – материалы в реактор практически не попали из-за недостаточной точности «бомбометания» (сбросов).

Можно ли считать решение Правительственной комиссии о сбрасывании специальных материалов в реактор ошибкой? С позиций 2006 года, – да, с позиций 1986 года, – нет. В то время очень важным был фактор времени. Времени на определение способности вертолетчиков осуществить решение Правительственной комиссии – не было.

Этот пример показывает, насколько важной является отработка процедуры принятия решений в случае крупных техногенных катастроф, и насколько важно все элементы решений отработать заранее.

Во время активной стадии почти все основные технические мероприятия сосредотачивались на локализации аварии, предотвращении выброса радиоактивных веществ из реактора ([5]).

На первом этапе работ по локализации аварии и борьбы с выбросом была разработана первая модель, точнее, – первое описание протекания активной стадии [3, 6, 7]. Она была изложена в Докладе советской делегации в МАГАТЭ [3]. Полная модель аварии пока еще не создана.

Один из выводов, сделанных в результате работы над Чернобыльскими проблемами, – необходимость создания общими усилиями ученых европейских и пострадавших стран системы РОДОС. Это – общая система, включающая в себя как систему сбора информации, так и программный продукт для обработки информации об аварии и выработки рекомендаций для правительства и/или людей, принимающих решения.

Действия Правительства Украины, Академии наук, других государственных учреждений и организаций (1986–1987 гг.)

Правительственная комиссия, по предложению Ю. А. Израэля и Л. А. Ильина, приняла решение о создании 30-км Зоны отчуждения вокруг Чернобыльской АЭС.

С 27 апреля 1986 года Правительство Украины провело эвакуацию жителей городов Припять и Чернобыль, районных центров и сел 30-км зоны (около 91 тысячи человек).

Небольшой комментарий к отселению жителей г. Припяти. Подготовка к их эвакуации началась еще 26 апреля, но решением Правительства СССР и ЦК КПСС была задержана. К счастью, это не привело к трагическим последствиям. Напомним, что Припять находится на расстоянии примерно 4-х километров в северо-западном направлении от станции. Направление ветра в тот день было в сторону города. Сосновый бор на расстоянии около километра от станции примерно в том же направлении под действием радиоактивного облака превратился в «рыжий лес», то есть погиб (в весенний период сосна гибнет при дозе облучения в 10 Грей или 1000 бэр, а доза облуче-

ния половинной летальности для человека составляет 4 Грея или 400 бэр). Таким образом, ясно, что задержка с эвакуацией населения города Припять, несомненно, была ошибкой.

3 мая 1986 года была создана Оперативная группа (ОГ) по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. Эта группа немедленно включилась в работы как на станции, так и в пострадавших областях – Киевской, Житомирской, Черниговской и городе Киеве. ОГ провела целый ряд мероприятий по защите населения от последствий аварии. Это: и установление контроля над уровнем загрязнения радионуклидами продуктов питания, и организация с мая по сентябрь оздоровительного отдыха детей, и создание наблюдательных пунктов по измерению гамма-поля в г. Киеве и т. д. Детально все это освещено в работе [2].

После аварии 4-й блок представлял собой открытый источник огромной активности. Поэтому необходимость создания объекта «Укрытие», закрывающего разрушенный блок, была очевидной для специалистов и Правительственной комиссии с самого начала. Проектирование и строительство было закончено за 6 месяцев – случай беспрецедентный в мировой практике. Мониторинг, проводившийся с первых дней аварии, и затем все прошедшие годы указывает на то, что благодаря «Укрытию» распространение РАО в окружающую среду из разрушенного 4-го блока было минимальным.

Вся деятельность Академии наук Украины и других государственных учреждений и организаций, начиная с 26 апреля 1986 года, была направлена на оказание научно-технической поддержки Правительству по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы. 3 мая 1986 года в Академии наук Украины также была создана ОГ по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы.

Главными задачами научных учреждений и организаций в 1986 и 1987 годах были:

1. Сбор, классификация и предоставление Правительству информации о загрязнении земель, вод Днепра, рек Днепроовского бассейна, озер Полесья, загрязнения воздуха на пострадавших территориях.

2. Выработка рекомендаций для Правительства по:

- немедленной защите населения, пострадавшего от аварии на ЧАЭС;
- долгосрочной программе действий в Чернобыльской Зоне отчуждения (ЗО);
- действиям на разрушенном 4-м энергоблоке, в городах Припяти, Чернобыле;
- пылеподавлению на дорогах ЗО;
- действиям на энергоблоках ЧАЭС, которые продолжали работать.

Силами Академии наук, Минводхоза, Госагропрома Украины и других ведомств в Институте кибернетики АН Украины был создан аналитический центр по прогнозированию загрязнения вод Днепра по всему его течению. Первый прогноз был выдан ОГ и Правительству Украины осенью 1986 года. Прогноз полностью подтвердился. Начиная с этого времени и по 1998 год, этот центр регулярно составлял для Правительства прогнозы загрязнения вод Днепра во время осенних и весенних паводков.

С 1986 года ученые академических учреждений Украины совместно с научным отделом ПО «Комбинат» (впоследствии – НПО «Припять») организовали систематическое изучение влияния длительного облучения на фауну и флору в Зоне отчуждения (ЗО).

Характерная особенность работы всех официальных комиссий и, в первую очередь, Оперативной группы Правительства – тесное сотрудничество с учеными.

Работы 1989–1998 гг.

В 1989 году при Академии наук Украины была создана межведомственная комиссия по выработке основных законов по защите населения Украины, пострадавшего от аварии на ЧАЭС. В начале 1990 года Правительству были передан пакет документов, который затем лег в основу принятых на Верховном Совете Украины законов по этой проблеме. Принятие законодательных актов и нормативно-правовых документов позволило значительно облегчить социально-психологическую обстановку среди ликвидаторов и пострадавшего населения.

Основные принципы законов по защите населения, пострадавшего от Чернобыльской катастрофы, учеными Украины вырабатывались совместно с группами ученых Республики Беларусь и Российской Федерации.

В 1991 году в Украине было создано Министерство по делам защиты населения от последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Одним из первых шагов этого Министерства стало создание, совместно с Академией наук Украины, Национальной Программы научно-технических работ по выработке стратегии работ по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы. К концу 1991 года такая Программа была создана, и с того времени по 2001 год работы проводились в соответствии с нею.

Следует отметить, что если в 1986–1987 гг. политические руководители страны тесно сотрудничали с учеными при принятии решений, то в 1990–1992 гг. такое сотрудничество отсутствовало, а в ряде случаев имело место даже явное противостояние.

Некоторые ошибки и неудачные решения

Во введении отмечалась большая напряженность, связанная с отсутствием необходимых для принятия решений данных, а также назывались исключительно сжатые сроки, в которые эти решения должны были быть приняты. Это привело к ряду ошибок и принятию неудачных решений в период лета–осени 1986 года. Ошибки были допущены и во второй период – 1989–1992 гг. Выше уже был отмечен ряд ошибок. Остановимся еще на некоторых, которые кажутся наиболее существенными.

Ошибки периода 1986–1987 гг.

1. Соккрытие от общественности информации о катастрофе, инициированное руководителями страны и Минсредмаша (Минсредмаш – это Министерство атомной промышленности СССР). Аргументом для засекречивания катастрофы выдвигались соображения о предотвращении паники среди населения. Такие соображения действительно были небезосновательны. Однако масштабы катастрофы были таковы, что засекретить ее оказалось невозможно. Факт отселения жителей городов Припяти и Чернобыля (27.04.86 и 06.05.86, соответственно) мгновенно стал достоянием населения Украины, Беларуси и России. Вместе с тем до середины мая 1986 года врачам Министерства здравоохранения, средствам массовой информации запрещалось информировать население СССР о работах, проводимых по ликвидации последствий аварии, о методах личной гигиены, о масштабах аварии. Карты радиационного загрязнения, уровни радиации были засекречены до 1990 года.

Соккрытие информации о Чернобыльской катастрофе привело к возникновению и распространению самых невероятных слухов о возможных последствиях катастрофы. Это, в свою очередь, вызвало очень большое социально-психологическое напряжение среди населения и недоверие к официальной информации. *Соккрытие информации о Чернобыльской катастрофе, несомненно, явилось ошибкой.*

2. Руководство СССР отказалось от международного сотрудничества при проведении работ по ликвидации последствий ядерной катастрофы. Только в 1989 году Правительство СССР обратилось к МАГАТЕ с просьбой дать экспертную оценку действий по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. Причем в задаче, сформулированной руководством СССР, речь шла о территориях с плотностью загрязнения по ^{137}Cs ниже, чем 15 Ки/км^2 . *Отказ от международного сотрудничества также был ошибкой.*

Были и технические ошибки, связанные с отсутствием в то время (1986–1987 гг.) необходимых знаний.

Во второй период (1989–1992 гг.) одной из принципиальных ошибок было принятие под давлением некоторых депутатов в качестве основного критерия радиационной опасности не дозы облучения человека, а плотности радиоактивного загрязнения территории. Предельно безопасным, т. е. не требующим проведения мероприятий по противорадиационной защите населения, значением плотности загрязнения по ^{137}Cs было установлено 15 Ки/км^2 . Это привело к ошибочным оценкам, прежде всего на территории Полесья. Здесь широко распространены кислые торфяные почвы. В таких почвах миграция ^{137}Cs в системе почва–растение значительно выше, чем на черноземных почвах или глинистых почвах. Это обстоятельство привело к превышению нормативов на загрязнение молока и мяса даже на «благополучных» по загрязнению территориях. Например, в Ровенской и Волынской областях плотности загрязнения территории составляли 10 и меньше кБк/м^2 , в то время как коэффициенты перехода почва – растения – молоко в этих районах достаточно высокие. К сожалению, эти северные районы только в 1998 году были включены в число пострадавших, и только с того времени там начали проводить сельскохозяйственные контрмеры, направленные на уменьшение загрязнения продукции.

Из вышесказанного вытекает, что тесное сотрудничество Правительства (руководителей, принимающих решения) с научно-техническими силами страны является необходимым и крайне важным условием эффективных действий как в случае стационарных штатных условий работы реакторов, так и в случае аварий.

Ядерная энергетика как элемент общей энергетики, несомненно, будет развиваться в будущем. Именно поэтому очень важно извлечь все необходимые уроки из Чернобыльской катастрофы.

Заключение

Изложенные материалы позволяют сделать следующие выводы.

1. Сверхмощные природные силы, используемые в атомной энергетике, требуют сверхвысокой культуры операторов.

2. В любой стране, использующей ядерную энергетику, должна быть создана высокого уровня система подготовки и переподготовки кадров для атомной энергетики.

3. Ядерная энергетика, как область народного хозяйства, требует наличия в стране достаточно большого и достаточно высокого уровня научно-технического сообщества.

4. Несомненно, уровень безопасности атомных реакторов в настоящее время на порядок выше уровня безопасности РБМК атомных реакторов 80-х годов. Однако и на современном уровне развития ядерная энергетика остается потенциально опасной отраслью индустрии.

5. Чернобыльская авария послужила причиной формирования у части людей неадекватного восприятия радиационного риска, приведшего к психологическому дискомфорту.

6. Авария продемонстрировала необходимость создания и поддержания высокого уровня национальной системы реагирования в случае потенциально возможных техногенных аварий.

7. Авария указала на опасность ограждения ядерной энергетики от контроля общественности и показала необходимость открытого и объективного диалога с ней по всем аспектам безопасного использования ядерной энергии.

8. Анализ опыта реагирования на Чернобыльскую аварию является уникальным для совершенствования системы аварийного реагирования, которая должна включать четкие процедуры действий, подготовленный персонал, необходимые приборы и оборудование, заранее разработанные критерии и механизмы принятия решений, систему подготовки кадров спасателей.

ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

2. РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

2.1. Радиоактивное загрязнение окружающей среды в доаварийный период

Освоение человечеством ядерной энергии во второй половине XX века привело к искусственному радиоактивному загрязнению окружающей среды – в частности глобальному, обусловленному испытанием ядерного оружия.

Сотни ядерных взрывов в атмосфере, которые были осуществлены в период 1945–1981 годов (подавляющее большинство – до 1963 года), образовали на Земле, главным образом в северном полушарии, общий повышенный (по сравнению с природным) радиационный фон с максимумом в пределах 40° – 50° северной широты, уменьшаясь как в сторону севера, так и к экватору. По существующим оценкам, в атмосферу поступило 949 ПБк ^{137}Cs , 578 ПБк ^{90}Sr [1] и 5550 ПБк ^{131}I [2].

Динамика среднегодовых концентраций ^{137}Cs , ^{90}Sr и суммарной бета-активности в приземном слое атмосферы в среднем по СССР (рис. 2.1.1) свидетельствует, что, начиная с 1963 года, за счет естественных процессов самоочищения и распада имело место существенное постепенное снижение концентрации радионуклидов в приземном слое атмосферы. Восстановление взрывов приостанавливало этот спад, вызывая кратковременное повышение содержания радионуклидов в аэрозолях, и только, начиная с 1981 года, после последнего ядерного взрыва в атмосфере, устойчивое уменьшение содержания радионуклидов продолжалось вплоть до апреля 1986 года. Среднемесячные концентрации ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории страны в 1984–1985 годах достигали $0,21 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и $0,12 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, соответственно [3], в то же время в г. Одесса, пгт Барышевка содержание каждого из них составляло $0,08 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ [4].

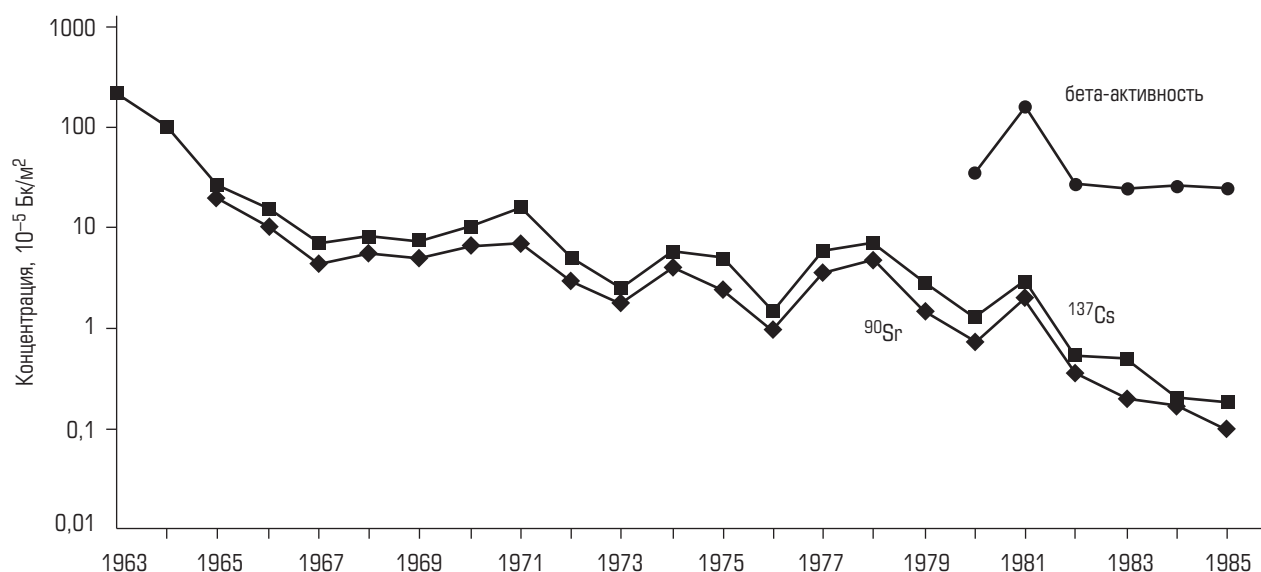


Рис. 2.1.1. Динамика среднегодовых концентраций цезия-137, стронция-90 и суммарной бета-активности в приземном слое атмосферы [3]

По данным мониторинга, накопление ^{137}Cs и ^{90}Sr в грунтах достигло своего максимума в 1967–1968 годах (рис. 2.1.2). Перед аварией на Чернобыльской АЭС средние уровни загрязнения грунтов ^{137}Cs и ^{90}Sr на территории Украины находились в пределах $0,8$ – $4,0$ кБк/м² (при практически постоянном среднем значении соотношения $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$ около 1,6) (см. вклейку: рис. 2.1.3 и рис. 2.1.4) [5]. По выборочным данным отечественных и зарубежных исследователей, в характерных для Украины широтах северного полушария уровни загрязнения изотопами плутония колебались в пределах 10 – 60 Бк/м².

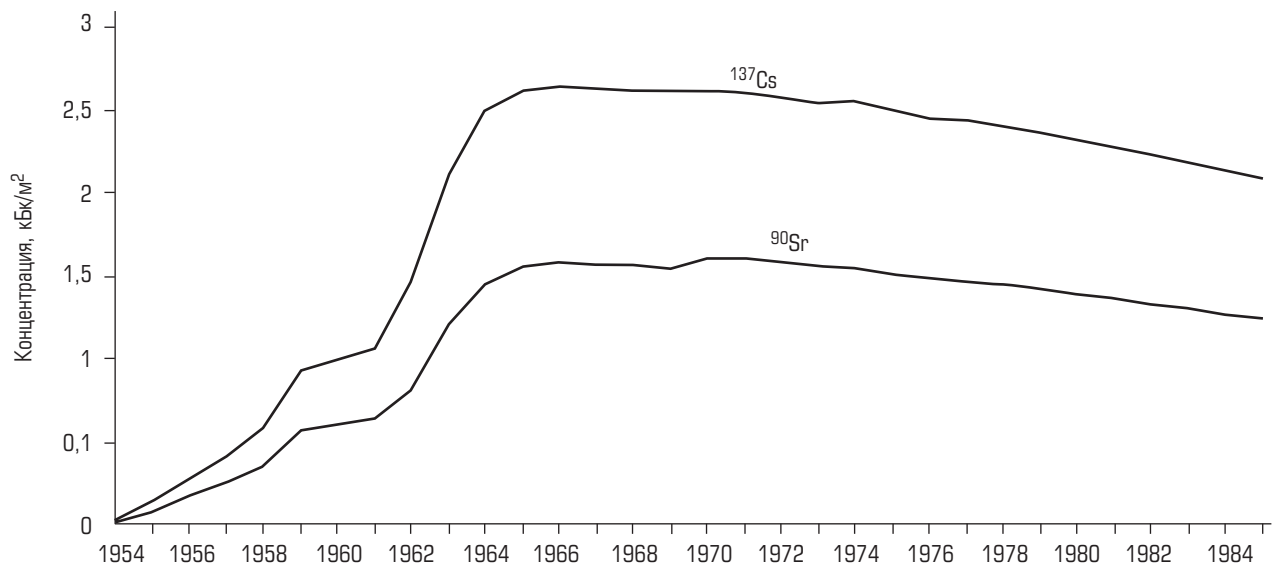


Рис. 2.1.2. Динамика накопления цезия-137 и стронция-90 в почвах (средние значения по территории северного полушария) [3]

Гамма-фон на высоте 1 м от поверхности грунта составлял в среднем 10–20 мкР/час, колеблясь в зависимости от концентрации, главным образом, естественных радионуклидов в пределах от 4 до 70 мкР/час и достигая в отдельных местах Приазовья, Полесья сотен микрорентген в час, что обусловлено естественным накоплением на этих участках минералов-концентраторов естественных урана и тория.

Динамика загрязнения поверхностных вод глобальным ^{90}Sr за доаварийный период приведена на рис. 2.1.5. Основным источником поступления ^{90}Sr в поверхностные воды суши был смыв его с поверхности на территории водосбора. По техническим и технологическим причинам (отсутствие надлежащего количества гамма-спектрометров с достаточной чувствительностью и селективных сорбентов цезия) мониторинг ^{137}Cs , находящегося в воде, осуществлялся эпизодически.

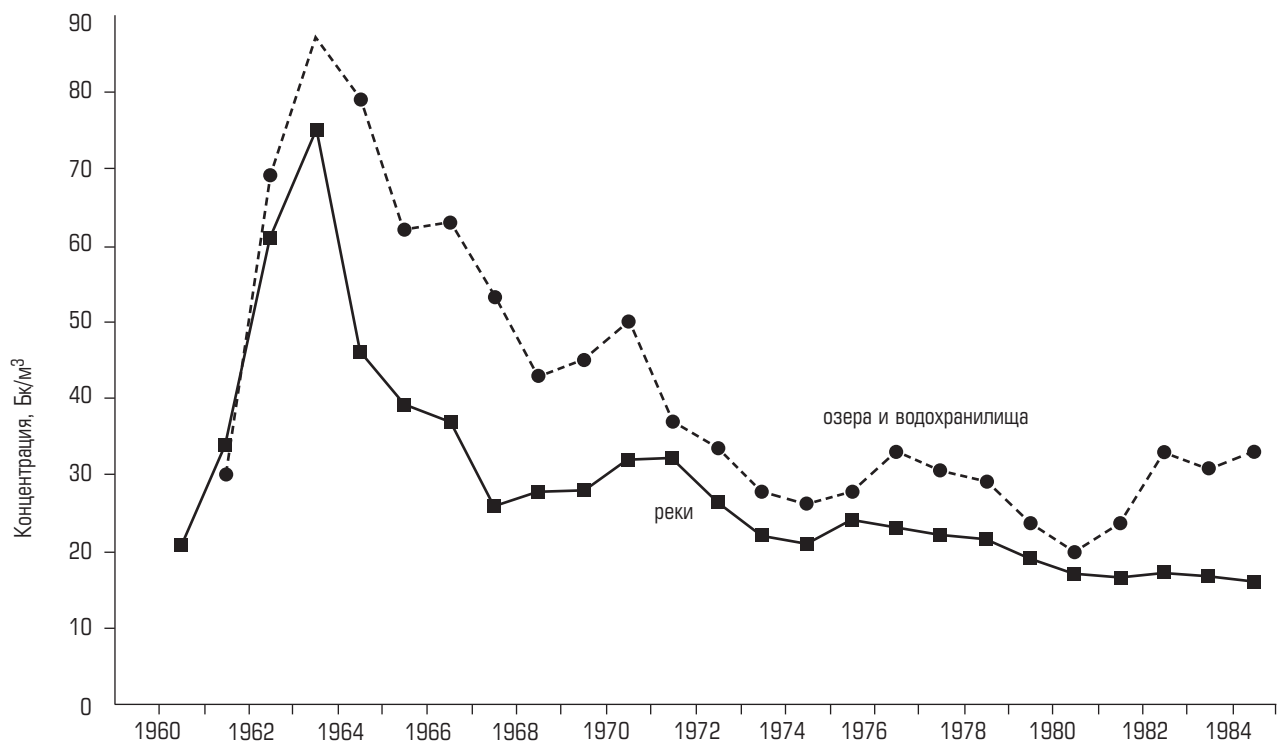


Рис. 2.1.5. Динамика загрязнения поверхностных вод ^{90}Sr [3]

Содержание ^{90}Sr в морской воде несущественно отличалось от содержания его в поверхностных водах суши. В Черном море средняя концентрация ^{90}Sr в 1985 году составляла 16 Бк/м³ [3].
Дополнительная доза облучения населения вследствие ядерных испытаний за пятидесятилетний промежуток времени в среднем составляет около 1 мЗв [3].

Авария на Чернобыльской АЭС существенно изменила радиационную обстановку на значительных территориях во многих европейских странах.

2.2. Характеристика радиоактивного загрязнения окружающей среды вследствие Чернобыльской катастрофы

2.2.1. Источник выброса радионуклидов

В результате взрыва ядерного реактора 4-го блока Чернобыльской АЭС и разрушения его защитных оболочек произошел мощный выброс радиоактивных веществ в тропосферу. Суммарная активность на момент аварии в активной зоне реактора превышала 210 ЭБк (10^{18}). С построением над разрушенным реактором защитного сооружения («Укрытие») выбросы активности в окружающую среду фактически прекратились. По подсчетам разных авторов, в окружающую среду было выброшено более 13 ЭБк радионуклидов.

Около 200 радиоактивных изотопов в разных фазовых и химических формах перемещались в атмосфере по сложным траекториям на расстояния в тысячи километров от Чернобыльской АЭС. В мае 1986 года многие из них наблюдались во всех странах северного полушария, на акваториях Тихого, Атлантического и Северного Ледовитого океанов, самыми заметными из радионуклидов были ^{131}I и ^{137}Cs .

Соотношения между разными радионуклидами, в зависимости от времени выброса, существенно отличались.

Среди основных фаз активного выброса условно можно выделить три: «эксплозивную», «эманационную низкотемпературную» и «эманационную высокотемпературную»:

первая – характеризуется распространением частиц ядерного топлива (с накопленными во время работы реактора продуктами деления этого топлива и его активации) и графита (преимущественно мелкодиспергированных), которые образовались вследствие мощного взрыва реактора, и радиоактивных благородных газов, изотопов йода, трития;

вторая – характеризуется медленным во времени уменьшением мощности выброса радиоактивных веществ на протяжении следующих за 26-м апреля пяти дней с суммарным по активности выбросом, эквивалентным выбросу первого дня [6]. Это было вызвано постепенным снижением температуры топливосодержащих масс в связи с принятием мер, направленных на предотвращение возникновения неуправляемой цепной реакции, и уменьшением выброса из разрушенного реактора в атмосферу. Температура колебалась в пределах 600–1000 °С и в атмосферу поступали легколетучие элементы и их соединения, среди которых преобладали изотопы теллура, йода, цезия;

третья – была вызвана повышением температуры топливосодержащих масс до 2000 °С и выше, что сопровождалось соответствующим увеличением мощности выброса, возрастанием в нем доли тугоплавких элементов стронция, циркония, церия, изотопов плутония и других. Можно говорить и о *четвертой* фазе – периодических подъемах активности источника выброса, которая наблюдалась еще почти до конца мая 1986 года, но все-таки загрязнение воздуха после них было в десятки раз меньше, чем во время первых трех фаз [7].

По оценкам разных авторов, в разрушенных помещениях 4-го блока ЧАЭС осталось от 70% [8] до 95% [9] топлива от содержания его в активной зоне ко времени аварии, остальное было выброшено за пределы блока.

Со временем активность радионуклидов, выброшенных в окружающую среду, существенно уменьшилась и основную радиологическую опасность представляют трансураниевые элементы, ^{137}Cs и ^{90}Sr (таблица 2.2.1).

2.2.2. Физические и химические формы выброшенных веществ, «горячие частицы»

До сегодняшнего дня отсутствуют точные знания об особенностях физико-химических процессов, которые происходили в разрушенном реакторе в период наибольшего выброса радионуклидов (26.04.86–06.05.86) в окружающую среду. Вследствие серии взрывов 26.04.86 и продолжительного существования высокотемпературной массы сложного состава остатков активной зоны, за пределы 4-го блока ЧАЭС были выброшены радиоактивные вещества в виде от крупноблочных обломков активной зоны, оборудования ядерного реактора, биологической защиты, которые были разбросаны по территории промплощадки ЧАЭС, до газовой-паро-аэрозольной смеси с час-

**Оценки активности радионуклидов, выброшенных вследствие Чернобыльской катастрофы
(к моменту аварии и 20 лет спустя)**

Радионуклид	Период полураспада	Активность выброса, ПБк	
		26.04.1986 [7]	26.04.2006
Инертные газы			
⁸⁵ Kr	10,72 года	~ 33	~ 9,058000
¹³³ Xe	5,25 сут	~ 6500	< 0,000000
Легколетучие элементы			
¹²⁹ Te	33,6 сут	~ 240*	< 0,000000
¹³² Te	3,26 сут	~ 1150	< 0,000000
¹³¹ I	8,04 сут	~ 1760	< 0,000000
¹³³ I	20,8 ч	~ 2500	< 0,000000
¹³⁴ Cs	2,06 года	~ 54	< 0,065000
¹³⁶ Cs	13,1 сут	~ 36*	< 0,000000
¹³⁷ Cs	30,0 лет	~ 85	~ 53,550000
Элементы с промежуточной летучестью			
⁸⁹ Sr	50,5 сут	~ 115	< 0,000000
⁹⁰ Sr	29,12 года	~ 10	~ 6,210000
¹⁰³ Ru	39,3 сут	~ 168	< 0,000000
¹⁰⁶ Ru	368 сут	~ 73	< 0,000077
¹⁴⁰ Ba	12,7 сут	~ 240	< 0,000000
Труднолетучие элементы			
⁹⁵ Zr	64,0 сут	~ 196	< 0,000000
⁹⁹ Mo	2,75 сут	~ 168	< 0,000000
¹⁴¹ Ce	32,5 сут	~ 196	< 0,000000
¹⁴⁴ Ce	284 сут	~ 116	< 0,000002
²³⁹ Np	2,35 сут	~ 400**	< 0,000000
²³⁸ Pu	87,74 года	~ 0,035	< 0,030000
²³⁹ Pu	24 065 лет	~ 0,030	< 0,030000
²⁴⁰ Pu	6537 лет	~ 0,042	< 0,042000
²⁴¹ Pu	14,4 года	~ 6	~ 2,292000
²⁴² Pu	376 000 лет	~ 0,00004**	~ 0,000040
²⁴² Cm	18,1 года	~ 0,9	~ 0,419000
Сумма		~ 13 935,89593	< 71,696119

тичками микронного и субмикронного размеров, которые распространились по всему миру. Для целей прогноза на будущее радиоэкологических последствий учеными разных научных направлений осуществлено тщательное исследование физических и химических свойств, форм, структуры, минерального и химического состава материалов, которые сформировали радиоактивное загрязнение окружающей природной среды, на различных расстояниях и по разными направлениям распространения этих материалов от Чернобыльской АЭС [6, 10, 11].

Характерным для «чернобыльских» выбросов является наличие широкого спектра форм и состава веществ, которые содержат радионуклиды: газовая, паро-аэрозольная, аэрозольная смеси, топливные частицы, минеральные частицы-носители конденсированных на них радионуклидов, агломераты разных минеральных форм, органические соединения. Состав этих материальных форм варьирует от фактически моноэлементных благородных газов, атомарного йода, рутения до полиэлементных соединений и агрегатов, топливных частиц, графитовых, силикатных и других частиц-носителей с разными соотношениями между радионуклидами, которые были наработаны

за время эксплуатации чернобыльского реактора, и их степенями окисления [6, 10]. По определению, «горячей частицей» может быть любое микроскопическое минеральное образование, которое характеризуется повышенной радиоактивностью. Преобладающее количество тех, что были образованы при аварии на Чернобыльской АЭС, принадлежит к топливным частицам. Среди них различают частицы [11], которые покинули источник во время разных фаз выброса: с неокисленным топливом (диоксидом урана) – в взрывную фазу, и с разной степенью окисления урана в последующих фазах, которые происходили продолжительное время при повышенных температурах в активной зоне реактора (вернее – той среды, которая осталась на его месте).

Многофазные процессы, которые происходили после разрушения реактора, обусловили определенные зависимости в формировании особенностей радиоактивного загрязнения территорий, разнородных от Чернобыльской АЭС. Более чем 90% ^{90}Sr , $^{141,144}\text{Ce}$, изотопов Pu , ^{241}Am было выброшено в виде топливных частиц размером около 10 микрон и менее. Распространение ^{137}Cs в пределах Зоны отчуждения почти на 75% связано с топливными частицами [11]. Частицы с топливными, почти неизменными, соотношениями между радионуклидами наблюдаются преимущественно в пределах Зоны отчуждения. Юго-западный след характеризуется высоким уровнем фракционирования легколетучих радионуклидов, выпадения северного следа также имеют подобные особенности, а вот в выпадениях на южных направлениях от ЧАЭС соотношения между радионуклидами близки к топливным. Конденсационные частицы, которые по размеру, как правило, меньше топливных, характерны в большей степени для территорий, отдаленных от ЧАЭС на 30–40 км и более. Радионуклиды, входящие в их состав, имеют преимущественно легкорастворимую форму [12].

Наибольшее расстояние от ЧАЭС преодолели $^{103,106}\text{Ru}$, $^{131,133}\text{I}$, ^{132}Te , $^{134,137}\text{Cs}$ и радиоактивные инертные газы в составе паро-аэрозольной, газовой смеси и частиц субмикронного размера, что и обусловило формирование довольно значительных по площади радиоактивных «пятен» на территории большинства европейских стран. Эти же радиоизотопы в значительном количестве наблюдались на акватории Тихого и Атлантического океанов, в выпадениях на территории Северной Америки и Азии.

На территории Зоны отчуждения ^{90}Sr и $^{134,137}\text{Cs}$ в первые годы после аварии находились преимущественно в нерастворимой форме [13] и входили в состав топливных частиц, но со временем происходит разрушение этих частиц и ^{90}Sr и $^{134,137}\text{Cs}$ приобретают большую подвижность в зоне гипергенеза, особенно первый из них, который становится более биодоступным, в то же время – $^{134,137}\text{Cs}$ остается фактически на месте, связываясь в малоподвижные формы глинистыми минералами почв [14].

2.2.3. Особенности формирования радиоактивного загрязнения окружающей среды

Масштабы загрязнения и факторы, которые их обусловили

Наибольшему загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы подверглись Беларусь, Россия и Украина. В то же время, поскольку воздушные массы, насыщенные радиоактивными веществами, странствовали над северной частью земного шара на протяжении нескольких недель, загрязнение затронуло почти все страны Европы, но больше других – страны Скандинавии и Альпийского региона. Зоны с повышенными уровнями радиоактивного загрязнения фактически были сформированы в первые десять дней, их наличие, на расстояниях свыше 50 км от Чернобыльской АЭС, обуславливается рядом факторов:

- выбросом загрязненных радиоактивных масс в атмосферу на высоту до 2000 м и более;
- выпадением дождей над территориями, где произошло загрязнение;
- наличием сложных ландшафтных форм, которые вызывали изменение направлений и высоты движения воздушных масс, загрязненных чернобыльским выбросом.

Высота вылета радиоактивных веществ определила глобальный характер загрязнения, а дожди и ландшафты обусловили пестроту (пятнистость) загрязнения территорий.

В Украине, в первую очередь выпадению дождей в Народичском и Лугинском районах Житомирской области, южных районах Киевской области, на Черкасщине, Подолье и Прикарпатье обязано формирование там зон с повышенными плотностями загрязнения $^{134,137}\text{Cs}$. Дожди привели к вымыванию радиоактивных частиц, аэрозолей из тропосферы, и образование соответственно зон радиоактивного загрязнения на значительной территории Беларуси и России, а также в Швеции, Финляндии, Германии, Австрии, Швейцарии, Греции, Болгарии, Румынии, Грузии.

При изучении особенностей распределения зон с повышенным уровнем ^{137}Cs по мере удаления от Чернобыльской АЭС, на расстояниях 800–1400 км, отмечается появление локального максимума, обусловленного влиянием горных массивов (Альпы, Балканы) на перемещение воздуш-

Распределение ^{137}Cs на территории Европы [33]

$R_{\text{внр}}, \text{ км}$	$R_{\text{внш}}, \text{ км}$	$S_{\text{территории}}, \%$	$* Q_{\text{Cs-137}}, \%$	$q_{\text{Cs-137}}, \text{ кБк/кв. м}$
0	10	0,0034	1,70	5030
10	30	0,0275	4,69	1730
30	100	0,3129	7,19	235
100	400	5,1587	24,11	48
400	800	15,275	16,49	11
800	1400	30,176	25,46	8,6
1400	2000	32,695	15,47	5,7
2000	3000	16,355	4,89	3,1
800	3000	79,226	45,82	6,0
1400	3000	49,05	20,36	4,2

Примечание: $* Q_{\text{Cs-137}}$ – общее количество ^{137}Cs , которое состоит из глобального радиоцезия, оставшегося на территории Европы и выброшенного вследствие Чернобыльской катастрофы (по состоянию на май 1986 года).

ных потоков, в том числе на увеличение атмосферных осадков в предгорьях, и как следствие – на увеличение плотности выпадений ^{137}Cs .

Результаты оценки распределения ^{137}Cs на территории Европы, полученные с использованием соответствующей электронной версии карты [32], приведенные в таблице 2.2.2, свидетельствуют о том, что:

наибольшая плотность загрязнения ($q_{\text{Cs-137}}$) территории сосредоточена в пределах 30-км зоны вокруг ЧАЭС ($R_{\text{внр}}, R_{\text{внш}}$ – расстояние от ЧАЭС), а уровни загрязнения, превышающие глобальный фон, наблюдаются на расстоянии более 2000 км от места аварии;

на территории Украины, Беларуси, Европейской части России, в пределах круга с радиусом 400 км от ЧАЭС, на площади ($S_{\text{территории}}$), которая составляет около 5,5% от общей площади территории Европы, находится почти 40% выброшенной за границы промплощадки ЧАЭС количества ^{137}Cs ($Q_{\text{Cs-137}}$);

общее количество ^{137}Cs , который выпал на территории Европы, составляет около 80 ПБк, которое в пределах погрешности определения совпадает с оценкой общего количества радионуклида, которое было выброшено за пределы промплощадки ЧАЭС [7].

После аварии почти на 75% территории Украины (в 10 областях почти 100%) уровни загрязнения ^{137}Cs более чем вдвое превышали доаварийные, а его общая активность, которая находилась за пределами объекта «Укрытие» (без учета того количества, которое было размещено в качестве радиоактивных отходов в соответствующих хранилищах и временных пунктах локализации), превысила 13ПБк.

Наибольшему по масштабам (около 100%) и уровню (свыше 1 МБк/кв. м) загрязнению подверглись Киевская и Житомирская области. На территории Ровенской, Черкасской и Черниговской областях уровни в 2–4 раза меньше, а по масштабам площади загрязнения сопоставимы (см. вклейку: рис. 2.2.1, таблица 2.2.3) [5]. Почти на 100% территории Донецкой, Ивано-Франковской, Луганской, Сумской и Черновицкой областей загрязнения более чем вдвое превысили уровни глобального загрязнения 1967–1968 годов. В то же время, не всегда высокий уровень радиоактивного загрязнения является причиной возникновения радиоэкологических проблем.

А вот при наличии почв, в которых ^{137}Cs приобретает большую биодоступность, критически для жизнедеятельности могут стать территории со сравнительно невысокими (около 40 кБк/кв. м) уровнями загрязнения. Значительная часть лесов, особенно Украинского Полесья, принадлежит к таким территориям. В целом более 80% площади лесов испытали значительное загрязнение ^{137}Cs (таблица 2.2.4).

Масштабы загрязнения территории Украины ^{90}Sr , изотопами Pu , ^{241}Am по сравнению с ^{137}Cs существенно меньше (см. вклейку: рис. 2.2.2–2.2.6, таблицы 2.2.5–2.2.6) [5]. Эти радионуклиды принадлежат к группе труднолетучих и их основное количество поступило в атмосферу преимущественно в первую фазу аварии после серии взрывов активной зоны 26.04.86 г. В следующие дни их выход в потоке паро-аэрозольно-газовой смеси был обусловлен горением графита, а также после повышения температуры в активной зоне до 2000 °С и больше за счет роста диспергирования топлива, образования более летучих полиэлементных соединений, абсорбции на минеральных частичках [6, 10].

Загрязнение территории Украины цезием-137 (тыс. км²)

Область	Площадь области	Год	Площадь территории с плотностью загрязнения ¹³⁷ Cs, кБк/м ²									
			< 2	2-4	4-10	10-20	20-40	40-100	100-185	185-555	555-1480	> 1480
Автономная Республика Крым	27,0	1986	0,29	17,8	8,3	0,61						
		2006	11,94	11,41	3,62	0,03						
Винницкая	26,5	1986	0,30	3,2	13,7	4,9	2,7	1,7				
		2006	1,8	8,2	11	2,9	2,22	0,38				
Волынская	20,2	1986	0,27	2,4	10,3	4,5	2,5	0,23				
		2006	1,2	7,0	8,2	2,9	0,89	0,01				
Днепропетровская	31,9	1986	8,2	8,1	10,8	4,4	0,40					
		2006	14,5	6,7	9,2	1,4	0,1					
Донецкая	26,5	1986		0,04	11,57	10,39	3,6	0,9				
		2006		2,5	16,6	5,35	2,0	0,05				
Житомирская	29,9	1986	0,5	2,1	7,4	6,3	2,6	5,4	3,27	1,69	0,51	0,13
		2006	1,6	4,6	8,9	2,7	3,5	5,8	1,39	1,08	0,29	0,04
Закарпатская	12,8	1986	0,47	4,5	6,53	1,21	0,09					
		2006	2,5	6,98	2,96	0,36						
Запорожская	27,2	1986	0,85	12,5	12,1	1,72	0,03					
		2006	8,5	12,35	6,07	0,28						
Ивано-Франковская	13,9	1986	0,07	1,9	3,2	5,9	2,43	0,4				
		2006	1,1	2,17	5,69	4,0	0,77	0,17				
Кировоградская	24,6	1986	0,07	1,92	15,91	5,34	1,12	0,24				
		2006	0,58	11,3	10,03	2,21	0,43	0,05				
Киевская	28,9	1986		0,02	3,49	6,0	8,09	6,17	2,58	1,57	0,49	0,49
		2006		0,8	6,4	8,1	6,7	4,2	1,1	0,9	0,36	0,34
Луганская	26,7	1986			1,6	20,0	5,1					
		2006		0,1	14,8	11,39	0,41					
Львовская	21,8	1986	2,2	17,3	2,3							
		2006	14,9	6,7	0,2							
Николаевская	24,6	1986		9,5	13,9	1	0,1					
		2006	4,2	16,1	4,1	0,17	0,03					
Одесская	33,3	1986	0,1	8,2	21,5	3,15	0,35					
		2006	2,3	20,34	9,8	0,81	0,05					
Полтавская	28,8	1986		1,1	25,4	2,3						
		2006	0,45	8,25	20,1							
Ровенская	20,1	1986		0,25	6,2	2,29	3,46	6,18	1,6	0,12		
		2006		3,9	4,2	2,7	4,8	4,19	0,31			
Сумская	23,8	1986	0,07	1,8	14,6	4	2,48	0,75	0,1			
		2006	0,99	6,42	11,44	3,64	0,93	0,38				
Тернопольская	13,8	1986	3,6	4,65	2,5	1,5	1,21	0,34				
		2006	7,3	2,27	2,17	1,38	0,65	0,03				
Харьковская	31,4	1986		0,08	13,9	16,53	0,89					
		2006	0,03	2,64	24,53	4,2						

Область	Площадь области	Год	Площадь территории с плотностью загрязнения ^{137}Cs , кБк/м ²									
			< 2	2–4	4–10	10–20	20–40	40–100	100–185	185–555	555–1480	> 1480
Херсонская	28,5	1986	0,94	22,72	4,64	0,2						
		2006	17,4	10,0	1,1							
Хмельницкая	20,6	1986	1,68	7,85	6,41	3,34	1,03	0,28	0,01			
		2006	7,4	6,0	4,93	1,83	0,32	0,12				
Черкасская	20,9	1986		0,72	7,0	4,8	3,4	4,3	0,61	0,17		
		2006	0,17	3,9	7,0	3,3	4,0	2,3	0,22	0,01		
Черновицкая	8,1	1986		0,02	3,8	2,3	1,6	0,33	0,05			
		2006		1,6	3,8	2,11	0,44	0,15				
Черниговская	31,9	1986	0,56	5,8	10,7	6,2	6,41	1,52	0,56	0,15		
		2006		8,0	11,8	6,9	3,55	1,4	0,25			
Зона отчуждения	2,6*	1986					0,01	0,30	0,5	0,93	0,43	0,43
		2006					0,18	0,5	0,54	0,77	0,3	0,31
Всего по Украине	603,7	1986	20,17	134,47	237,75	118,88	49,59	28,74	8,78	3,7	1,0	0,62
		2006	98,86	170,23	208,64	68,66	58,79	19,23	3,27	1,99	0,65	0,38

Таблица 2.2.4

Радиоактивное загрязнение лесов Украины (кв. км)

№	Область	Плотность загрязнения ^{137}Cs , кБк/м ²										Общая площадь лесов
		< 2	2–4	4–10	10–20	20–40	40–100	100–185	185–555	555–1480	> 1480	
1	Винницкая	0	45,3	1497,9	471,6	432,4	243,0	0,03				2690,2
2	Волынская	58,2	332,6	3339,5	1592,4	1971,8	146,6					7441,1
3	Днепропетровская	42,1	132,1	443,1	76,1							693,4
4	Донецкая	0	0	530,8	326,0	186,7	28,6					1072,1
5	Житомирская	23,6	266,9	1619,3	1159,0	872,8	3789,6	2089,2	1419,8	157,5	77,2	11474,9
6	Закарпатская	555,9	3292,5	3202,4	868,3	106,6						8025,7
7	Запорожская	169,1	37,8									206,9
8	Ивано-Франковская	0	830,5	1916,3	2825,8	1171,9	108,7					6853,2
9	Киевская	0	0	255,6	964,2	1422,0	2108,2	765,0	733,3	260,8	163,8	6672,9
10	Кировоградская	0	16,3	773,1	218,6	42,2	4,9					1055,1
11	АР Крым	0	268,3	2725,2								2993,5
12	Луганская	125,1	6629,2	972,4								7726,7
13	Львовская	0	0	192,5	1232,3	154,4						1579,2
14	Николаевская	0	65,4	167,7	17,2	0,6						250,9
15	Одесская	1,8	52,5	729,1	191,2	46,0	0,2					1020,8
16	Полтавская	0	58,0	1911,3	51,4							2020,7
17	Ровенская	0	2,9	1046,4	777,4	1296,7	4204,3	681,3	18,2			8027,2
18	Сумская	2,8	154,2	2265,4	944,6	533,5	118,6	0,2				4019,3

Продолжение табл. 2.2.4

№	Область	Плотность загрязнения ^{137}Cs , кБк/м ²										Общая площадь лесов
		< 2	2–4	4–10	10–20	20–40	40–100	100–185	185–555	555–1480	> 1480	
19	Тернопольская	225,9	711,8	516,9	278,9	169,7	65,4	0,5				1969,1
20	Харьковская	0	0	1949,9	1326,1	54,0						3330,0
21	Херсонская	0	671,6	50,0								721,6
22	Хмельницкая	34,9	532,7	1372,9	472,6	88,7	36,3					2538,1
23	Черкасская	0	63,0	966,7	732,3	550,0	450,6	48,4	4,8			2815,8
24	Черновицкая	0	0	1007,3	1165,2	655,5	38,1	0,1				2866,2
25	Черниговская	46,8	708,5	2416,1	1773,4	1073,9	706,1	219,9	13,9			6958,6
	Леса Украины	1286,2	14 872,1	31 867,8	17 464,6	10 829,4	12 049,2	3804,6	2190	418,3	241	95 023,2
	Всего по Украине	20 170	134 470	237 750	118 880	49 590	28 740	8780	3700	1000	620	603 700

Таблица 2.2.5

Загрязнение территории Украины стронцием-90 (тыс. км²)

Область	Площадь области	Год	Площадь территории с плотностью загрязнения ^{90}Sr , кБк/м ²									
			< 2	2–4	4–10	10–20	20–40	40–100	100–185	185–555	555–1480	> 1480
Автономная Республика Крым	27,0	1986	21,8	5,2								
		2006	27,0									
Винницкая	26,5	1986	16,2	7,8	2,43	0,07						
		2006	22,3	3,52	0,68							
Волинская	20,2	1986	19,86	0,32	0,02							
		2006	20,16	0,04								
Днепропетровская	31,9	1986	23,8	7,92	0,18							
		2006	30,8	1,1								
Донецкая	26,5	1986	18,4	7,68	0,42							
		2006	25,2	1,3								
Житомирская	29,9	1986	10,9	10,1	7,2	1,25	0,35	0,08	0,02			
		2006	18,9	6,5	3,73	0,58	0,13	0,05	0,01			
Закарпатская	12,8	1986	7,6	5,2								
		2006	12,68	0,12								
Запорожская	27,2	1986	26,1	1,1								
		2006	27,2									
Ивано-Франковская	13,9	1986	5,0	8,48	0,42							
		2006	13,21	0,52	0,17							
Кировоградская	24,6	1986	14,4	8,82	1,36	0,02						
		2006	22,0	2,35	0,25							
Киевская	28,9	1986	1,3	5,4	12,9	5,87	1,30	0,67	0,47	0,56	0,22	0,21
		2006	4,8	9,13	9,51	3,13	0,58	0,67	0,43	0,34	0,19	0,12
Луганская	26,7	1986	13,3	13,0	0,40							
		2006	25,5	1,17	0,03							

Область	Площадь области	Год	Площадь территории с плотностью загрязнения ^{90}Sr , кБк/м ²									
			< 2	2–4	4–10	10–20	20–40	40–100	100–185	185–555	555–1480	> 1480
Львовская	21,8	1986	20,82	0,98								
		2006										
Николаевская	24,6	1986	23,4	1,2								
		2006	24,56	0,04								
Одесская	33,3	1986	18,2	10,4	4,7							
		2006	26,7	6,6								
Полтавская	28,8	1986	21,6	7,1	0,1							
		2006	28,06	0,74								
Ровенская	20,1	1986	12,7	6,88	0,47	0,05						
		2006	18,8	1,21	0,07	0,02						
Сумская	23,8	1986	22,25	1,53	0,02							
		2006	23,69	0,11								
Тернопольская	13,8	1986	11,1	2,41	0,29							
		2006	13,1	0,67	0,03							
Харьковская	31,4	1986	20,4	10,88	0,12							
		2006	30,2	1,2								
Херсонская	28,5	1986	28,5									
		2006	28,5									
Хмельницкая	20,6	1986	16,1	4,1	0,38	0,02						
		2006	20,0	0,46	0,14							
Черкасская	20,9	1986	8,5	6,1	5,53	0,77						
		2006	12,7	5,5	2,74	0,06						
Черновицкая	8,1	1986	2,3	5,05	0,73	0,02						
		2006	6,0	1,98	0,12							
Черниговская	31,9	1986	16,2	9,9	4,2	1,47	0,13					
		2006	24,1	5,0	2,3	0,49	0,01					
Зона отчуждения	2,6*	1986				0,38	0,26	0,52	0,47	0,56	0,2	0,21
		2006			0,01	0,53	0,35	0,63	0,43	0,34	0,19	0,12
Всего по Украине	603,7	1986	400,73	147,15	41,87	9,54	1,78	0,75	0,49	0,56	0,22	0,21
		2006	527,96	49,22	19,71	4,28	0,72	0,72	0,44	0,34	0,19	0,12

Особое место в формировании радиоактивного загрязнения окружающей среды занимают изотопы радиоактивного йода ^{131}I , ^{132}I , ^{133}I , ^{135}I , которые принадлежат к группе легколетучих элементов и являются короткоживущими радионуклидами. (При этом следует отметить, что высокой радиологической значимостью отличается только ^{131}I , из других изотопов йода лишь ^{133}I имел значимый вклад в общую дозу облучения щитовидной железы детей г. Припять и окружающих ЧАЭС сел). При повышении температуры активной зоны изотопы йода фактически почти полностью были выброшены в атмосферу и распространились с воздушными массами по всему се-

Загрязнение территории Украины изотопами плутония ($^{238+239+240}\text{Pu}$) (тыс. км²)

Область	Площадь области	Площадь территории с плотностью загрязнения $^{238+239+240}\text{Pu}$									
		< 0,04	0,04–0,1	0,1–0,2	0,2–0,4	0,4–1	1–2	2–4	4–10	10–20	> 20
Автономная Республика Крым	27,0	18,1	8,9								
Винницкая	26,5	24,5	2,0								
Волынская	20,2	16,8	3,4								
Днепропетровская	31,9	31,9									
Донецкая	26,5	20,9	5,6								
Житомирская	29,9	16,2	10,2	2,1	0,74	0,5	0,11	0,05			
Закарпатская	12,8	0,3	11,72	0,78							
Запорожская	27,2	22,5	4,7								
Ивано-Франковская	13,9	5,5	7,3	1,1							
Киевская	28,9	5,9	11,6	5,1	2,98	1,31	0,48	0,47	0,53	0,21	0,32
Кировоградская	26,4	23,1	1,45	0,05							
Луганская	26,7	17,8	8,9								
Львовская	21,8	17,9	3,88	0,02							
Николаевская	24,6	24,5	0,10								
Одесская	33,3	29,4	3,9								
Полтавская	28,8	28,8									
Ровенская	20,1	17,9	2,05	0,15							
Сумская	23,8	22,96	0,84								
Тернопольская	13,8	11,8	2,0								
Харьковская	31,4	31,12	0,28								
Херсонская	28,5	25,6	2,9								
Хмельницкая	20,6	20,02	0,58								
Черкасская	20,9	13,1	6,3	1,48	0,02						
Черновицкая	8,1	6,2	1,87	0,03							
Черниговская	31,9	21,6	6,7	2,5	0,91	0,19					
Зона отчуждения	2,6*				0,38	0,26	0,43	0,47	0,53	0,21	0,32
Всего по Украине	603,7	474,4	107,17	10,71	4,65	2,0	0,59	0,52	0,53	0,21	0,32

верному полушарию. Отсутствие надлежащей мониторинговой сети не позволило оценить точно масштабы распространения этих радионуклидов. Результаты модельных расчетов, которые базируются на немногочисленных измерениях и определениях соотношений радиойодов с разными радионуклидами, особенно с ^{137}Cs , тщательных определениях плотности загрязнения территории Украины ^{137}Cs , а также на прямых измерениях дозы облучения щитовидной железы (которая полностью поглощает йод, поступающий в организм человека из атмосферы и с потребленными продуктами питания), позволили оценить масштабы распространения ^{131}I на территории Украины (см. вклейку: рис. 2.2.7) и риска получения детьми 1986 года рождения дозы на щитовидную железу, которая превышает допустимые уровни (50 миллигрей).

Естественные процессы распада радионуклидов за 20 лет после аварии на Чернобыльской АЭС, внесли существенные коррективы в структуру распределения радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr на территории Украины. Почти вдвое увеличилась площадь территории Украины, где уровни загрязнения ^{137}Cs сопоставимы с доаварийными и более чем в два раза сократилась площадь территории, где уровень загрязнения ^{90}Sr превышал доаварийный (см. вклейку: рис. 2.2.1–2.2.4, таблицы 2.2.3, 2.2.5). Уровень и масштабы загрязнения территории Украины изотопами Pu фактически не изменились. Активность ^{241}Am постепенно возрастает, за счет распада ^{241}Pu , а масштабы его распространения сравнимы с такими распространения изотопов Pu (см. вклейку: рис. 2.2.5–2.2.6, таблица 2.2.6).

Некоторые особенности формирования загрязнения урбанизированных территорий

В отличие от природных, полуприродных ландшафтов, территорий сельскохозяйственного использования, загрязнение урбанизированных территорий характеризуется рядом определенных особенностей. Во-первых: формирование радиоактивного загрязнения происходило как за счет сухих и мокрых выпадений, так и за счет транспортных средств; во-вторых: на урбанизированных территориях преобладают непроницаемые поверхности, которые в отличие от сельскохозяйственных (проницаемых) характеризуются определенной адсорбирующей способностью, которая обуславливает неоднородное перераспределение загрязнения при смывании его с непроницаемых поверхностей. К особенностям загрязнения урбанизированных территорий также относятся: наличие точечных и линейных аномалий, которые формируются под водосточными трубами, вдоль дорог, между бордюрами, водосливными водостоками, под отдельными деревьями, вдоль дамб; существование объемных источников облучения в парковых зонах; удержание загрязнения кровельными покрытиями (от 25 до 90% удержанного ^{137}Cs); наличие в местах неорганизованного обмывания автомобилей небольших площадных аномалий [15]. В то же время уровень внешнего облучения на урбанизированных территориях ниже, чем в сельской местности или в лесу.

2.2.4. Радиоактивное загрязнение водных систем

Загрязнение водосборных территорий и водных систем

Со временем радионуклиды постепенно мигрируют с поверхности в более глубокие горизонты, значительное их количество перемещается в пространстве с поверхностными водами. Реки и до сих пор остаются основными транспортными системами перенесения загрязнения. Радиоактивное загрязнение водных объектов происходило как вследствие прямых выпадений радиоактивных аэрозолей, так и за счет вторичных эффектов: смыва с поверхностей водосборов, переток из более загрязненных объектов к более чистым, а также вследствие массообмена между донными отложениями и водными массами. За 1986–2005 годы только водами р. Припять вынесено свыше 123 ТБк ^{137}Cs и 148 ТБк ^{90}Sr .

Водосборные территории рек Припять и Днепр составляют одну из наибольших водных систем в Европе. По существующим оценкам [16], в бассейне рек Днепра и Припяти сосредоточено около 19,6 ПБк ^{137}Cs и 2,3 ПБк ^{90}Sr . Количество радионуклидов, которое попадает в воду, пропорционально:

- величине активности в верхнем, так называемом эффективном почвенном горизонте водосборов;

- доле обменных форм радионуклидов, которые могут переходить в грунтовый раствор (для разных типов ландшафта она различна по величине);

- агро-, геохимическому составу самих почв;

- количеству воды (слоя стока), что формируется на загрязненной территории в ходе гидрологического события.

Наибольшие уровни загрязнения поверхностных водных объектов наблюдались непосредственно на протяжении периода выпадения аэрозолей на их акваторию. В первые послеаварийные недели в реках Припять, Тетерев, Ирпень, Днепр даже на расстоянии в несколько десятков километров от ЧАЭС уровни загрязнения вод превышали санитарные нормы в десятки, сотни и даже тысячи раз. Наиболее высокие уровни загрязнения в воде кратковременно наблюдались в р. Припять возле г. Чернобыль, где активность воды по ^{131}I достигала 4440 Бк/л (таблица 2.2.7).

Собственно, превышение в десятки раз существующих к тому времени предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязнения воды питьевого водоснабжения и неопределенность в отношении дальнейших перспектив загрязнения и контрмер, которые, казалось, можно было противопоставить в дальнейшем распространению радиоактивности с водными стоками, обусловило паническое настроение населения.

Тем не менее, уже в течение первых недель после завершения периода аэрозольных выпадений, за счет физического распада короткоживущих радионуклидов, а также относительно быстрой фиксации радионуклидов в грунтах водосборов и донных отложениях водоемов, наблюдалось быстрое снижение уровней загрязнения поверхностных вод. Со временем основными компонентами радиоактивного загрязнения водных экосистем стали ^{137}Cs и ^{90}Sr , их концентрации в Днепровской водной системе наблюдались на относительно низких уровнях, временно повышаясь в реках во время весенних половодий и дождей. Основными источниками вторичного

Максимальные уровни загрязнения вод р. Припяти, которые были определены по данным наблюдений в первые недели после аварии на ЧАЭС в мае 1986 г. [17]

Радионуклид	Макс. акт. Бк/л	Радионуклид	Макс. акт. Бк/л
^{137}Cs	1591	^{106}Ru	271 **
^{134}Cs	827*	^{144}Ce	380
^{131}I	4440	^{141}Ce	400
^{90}Sr	30	^{95}Zr	1554
^{140}Ba	1400	^{95}Nb	420
^{99}Mo	670	^{241}Pu	33 ***
^{103}Ru	814	$^{239+240}\text{Pu}$	0,4

* Определено по соотношению $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs} \sim 0,52$.

** ^{103}Ru – определено из допущения $^{103}\text{Ru}/^{106}\text{Ru} (\sim 3)$ для аэрозолей выброса из аварийного блока ЧАЭС.

*** Определено по $^{241}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu} (\sim 82)$ в аэрозолях.

поступления, прежде всего ^{90}Sr , в Днепровскую водную систему за счет естественных процессов транспорта вод стали загрязненные территории поймы р. Припять в Зоне отчуждения ЧАЭС, а также фильтрационные стоки из водоемов и подтопленных территорий. Именно они стали основными объектами радиационного контроля и водоохраных мероприятий, последние продолжались с определенными периодами затухания и активизации на протяжении всего послеаварийного периода.

Проблема стока радионуклидов и загрязнение рек

Процессы смыва радиоактивности в реки с поверхностным стоком на водосборах стали доминирующим фактором распространения загрязнения на значительные территории за пределами Зоны отчуждения ЧАЭС. В то же время ежегодное уменьшение уровня загрязнения территории за счет естественного смыва с поверхности загрязненных грунтов оказалось незначительным – от нескольких десятых до 1% общего количества радиоактивности, лежащей на территории в бассейнах рек. На большинстве водосборов Украины, где почвы состоят преимущественно из минеральных частиц, коэффициенты смыва ^{137}Cs составляли $1-5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^{-1}$. Коэффициенты смыва ^{90}Sr с тех же территорий в 3–5 раз выше, чем для радиоцезия, но верхняя граница также не превышает 10^{-1} м^{-1} [18, 19].

Именно поэтому процессы естественного снеготаяния и дождей за почти 20 лет после аварии не уменьшили существенно общее количество радионуклидов на водосборных территориях, а также не привели к значительному вторичному загрязнению водных систем.

Темпы уменьшения уровней загрязнения воды в р. Припяти ^{137}Cs были более высокими, чем для ^{90}Sr , а существенное повышение уровней загрязнения вод рек Зоны отчуждения и, в частности, р. Припяти наблюдались лишь в периоды высоких половодий и подтопления загрязненных пойменных территорий (рис. 2.2.8).

Важным отражением эффекта автореабилитации загрязненных водосборов и процессов фиксации ^{137}Cs в грунтах является тот факт, что за все годы после аварии (за исключением 1986 г., когда загрязнение было сформировано, главным образом, за счет прямых выпадений радиоактивности на акваторию водных объектов) водный сток радиоцезия формировался преимущественно за границами Зоны отчуждения ЧАЭС на территории Беларуси, а после 1992 г. его вклад в формирование загрязнения днепровской водной системы был несущественным (рис. 2.2.9).

В то же время, на протяжении всех лет после аварии сток радиостронция в днепровские водохранилища формировался, в основном, в Зоне отчуждения ЧАЭС большей частью за счет фильтрационного стока из водоемов, дренажей подтопленных полейдерных земель и затопления пойм рек.

Радиоактивные стоки в реки существенно уменьшились после 1993 г. благодаря реализации водоохраных мероприятий на поймах и мелиоративных системах в ближней зоне ЧАЭС. Это также отразилось на формировании достаточно стабильного тренда снижения загрязнения р. Припять. За последнее десятилетие наибольшие уровни загрязнения днепровских вод ^{90}Sr наблюдались в 1999 г. и были обусловлены процессами затопления загрязненных пойм р. Припять в ближней зоне ЧАЭС в условиях еще недостроенной второй (из водоохраных) противо-

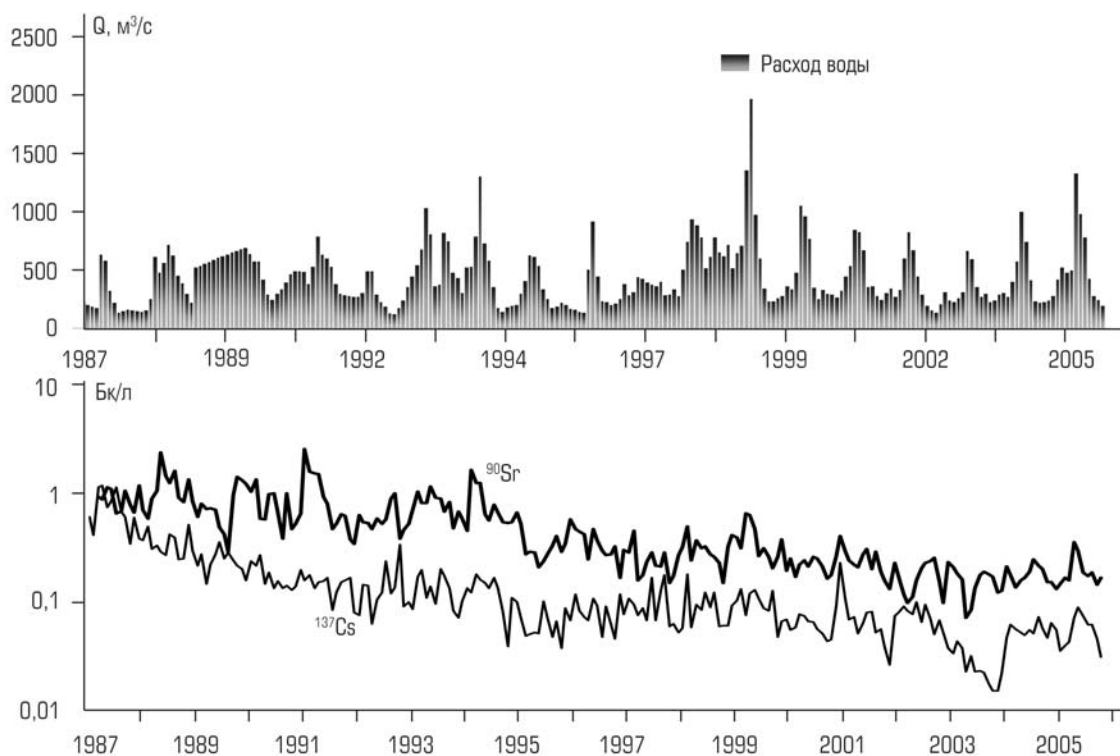


Рис. 2.2.8. ^{90}Sr и ^{137}Cs в воде р. Припять возле г. Чернобыль по данным наблюдений (средние значения за месяц)

паводковой дамбы на правом берегу р. Припять [20]. После полного завершения ее строительства в 2003 г. подтопления наиболее загрязненных территорий зоны ЧАЭС существенно уменьшились.

Радиоактивное загрязнение озер и водохранилищ

Озера и водохранилища также были вначале загрязнены преимущественно за счет аэрозольных выпадений и поступления радионуклидов в водоемы с близлежащих территорий со склоновым стоком. Концентрации радионуклидов в озерах и водохранилищах уменьшались достаточно быстро в течение первого года после выпадений, но существенно зависели от составляющих их водного баланса. В некоторых случаях (это касается прежде всего поведения ^{137}Cs в замкнутых водоемах с органическими грунтами водосборов и донных отложений) уровень их радиоактивного загрязнения оставался достаточно высоким на протяжении всего послеаварийного периода и снижался очень медленно. В замкнутых водоемах Зоны отчуждения ЧАЭС в последнее десятилетие наблюдались повышенные уровни загрязнения ^{90}Sr из-за выщелачивания его в воду из мелкодиспергированных частиц ядерного топлива. Кроме того, процессы круговорота радионуклидов в замкнутых водоемах формировали сезонные колебания миграции радионуклидов в системе «вода – гидробионты» [21, 22].

Наиболее загрязненными озерами Зоны отчуждения являются: замкнутые водоемы на загрязненных участках пойм рек, водоем-охладитель ЧАЭС, а также искусственные водоемы, которые образовались на загрязненных территориях как следствие сооружения гидротехнических сооружений или неэффективной работы дренажных систем на подтопленных территориях.

Характерными примерами таких водных объектов на территории Зоны отчуждения являются: озеро Глубокое, водоем-охладитель ЧАЭС и искусственные водоемы подтопления в бассейнах р. Сахан, урочища Родвино и прочие.

Озеро Глубокое представляет собой особую водную систему. Оно расположено на наиболее загрязненном участке левобережной поймы р. Припяти на расстоянии нескольких километров от ЧАЭС. На водосборах озера и в илах дна, даже почти через 20 лет после аварийного выброса ЧАЭС, сохранилось значительное количество топливных частиц, выброшенных из разрушенного реактора. Разрушение и выщелачивание радионуклидов из этих частиц ядерного топлива является основным источником высоких уровней радиоактивного загрязнения водоема ^{90}Sr –

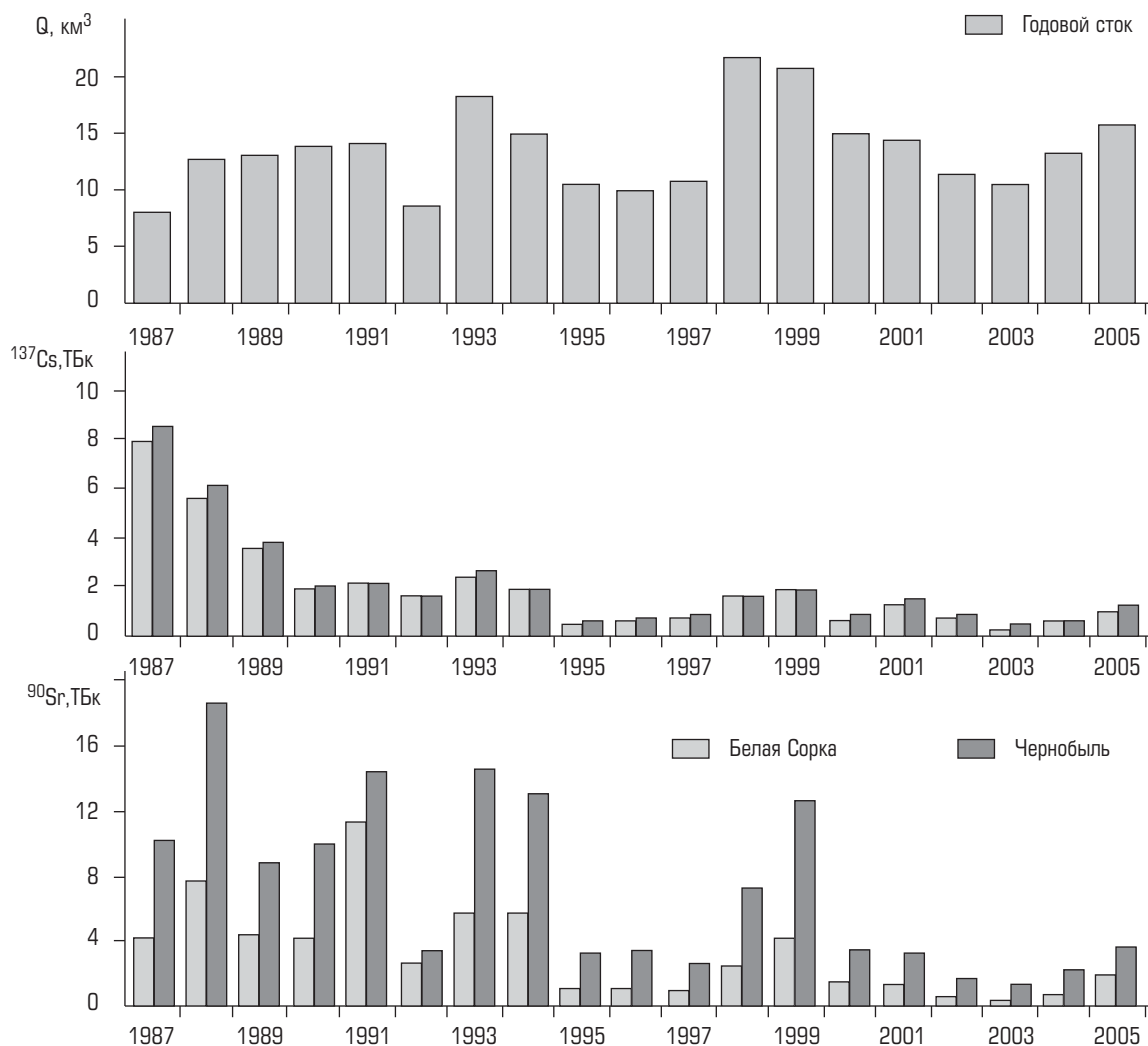


Рис. 2.2.9. Баланс формирования водного стока ^{137}Cs и ^{90}Sr в пределах водосборов Зоны отчуждения ЧАЭС

в диапазоне от 100 до 200 Бк/л, которое в течение последних лет не только не уменьшается, а и сохраняет тенденцию к повышению.

Водоем-охладитель ЧАЭС является наибольшим из замкнутых водоемов, площадью более 22 км², с объемом воды около 149 млн м³, который был загрязнен радиоактивными выпадениями во время аварии, а также сбросами с объектов промплощадки ЧАЭС. По данным экспериментальных исследований, к 2005 г. в водоеме (преимущественно в донных отложениях) накоплено почти 288 ТБк ^{137}Cs , 42,5 ТБк ^{90}Sr и 0,74 ТБк ^{239}Pu + ^{240}Pu . Большая часть активности на сегодня сосредоточена в глубоководной части водоема (рис. 2.2.10).

Ежегодный вынос ^{90}Sr в р. Припять за счет фильтрации из водоема составляет всего несколько процентов от стока данного радионуклида с рекой за последние годы. Современная концентрация ^{90}Sr в водоеме составляет 1–2 Бк/л. Сезонные вариации содержания ^{137}Cs в водных массах водоема обязаны сезонной динамике биомассы фитопланктона в водоеме [23].

Если прекратить регулярное пополнение за счет работы насосной станции потерь воды на фильтрацию и выпаривание из водоема, уровень воды в водоеме постепенно спадет и будет достигать тех же отметок, что и р. Припять. Через 3–5 лет, после прекращения подкачивания воды, фильтрация из водоема прекратится, а часть дна с загрязненными донными отложениями будет обнажена. После спуска водоема он трансформируется в систему отдельных водоемов, уровни воды в которых будут колебаться в соответствии с сезоном и водностью года. Часть обнаженного дна с высокими уровнями радиоактивного загрязнения будет подвержена ветровой эрозии. В то же время существенного влияния на формирование загрязнения прилегающих территорий от распространения радиоактивных частиц со дна не будет, поскольку дно водоема довольно быстро покроется растительностью, и даже при отсутствии каких-либо предупредительных мер

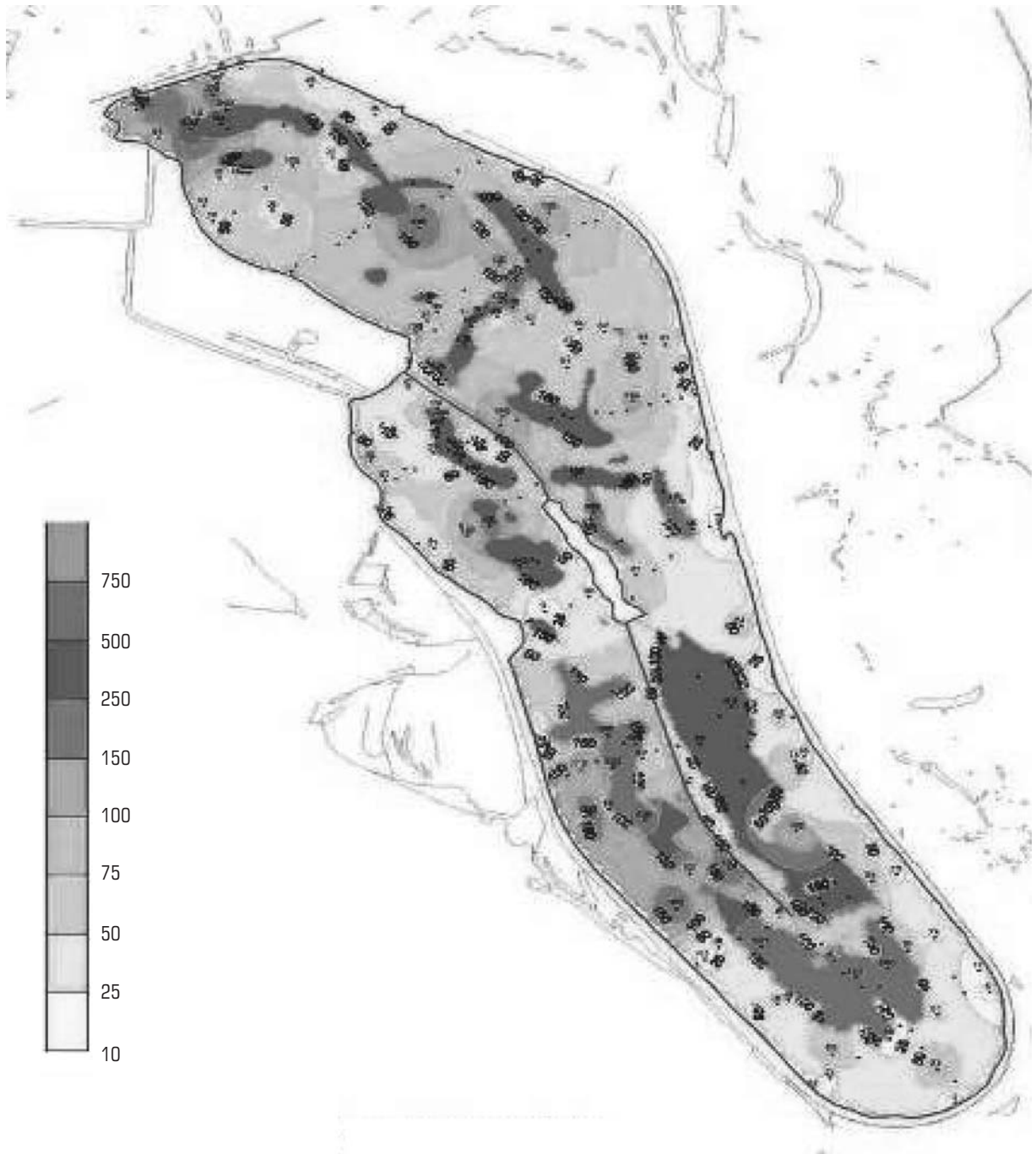


Рис. 2.2.10. Пространственное распределение ^{137}Cs (кБк/кг) в донных отложениях водоема-охладителя ЧАЭС, по состоянию на 2003 г.

бывший водоем-охладитель ЧАЭС, отделенный защитной дамбой, не будет существенно влиять на вторичное загрязнение близлежащих территорий [24].

Современное состояние водоема и варианты применения различных стратегий, касающихся спуска воды и реабилитационных мероприятий на водоеме-охладителе ЧАЭС, рассматривались в рамках нескольких проектов международного сотрудничества, итоги которых предложено использовать при планировании оптимального и безопасного управления этим водоемом.

Днепровские водохранилища. Водохранилища Днепровского каскада вначале были загрязнены радиоактивными аэрозолями, осевшими на водную поверхность, а также поступлениями радиоактивности с речным притоком. В процессе транспорта с днепровскими водами радионуклиды, которые поступали с речным стоком, частично выводились из водных масс путем седиментации их в донные отложения. Этот процесс и геохимическая фиксация радиоцезия стали основными факторами самоочищения водной системы и обеспечили то, что ^{137}Cs , который

поступал в водохранилища со стоком рек, практически не достигал Черного моря. Доминирующим радионуклидом в водных массах водохранилища с течением времени стал ^{90}Sr , а из всего спектра чернобыльских радионуклидов в донных отложениях преобладает ^{137}Cs . Количественные оценки состояния загрязнения дна водохранилищ были выполнены почти 10 лет назад, и можно предположить, что к 2005 г. предоставленные ранее величины существенно не изменились. Это происходит потому, что уменьшение количества радионуклидов в водохранилищах за счет физического распада и выноса их в Черное море было частично компенсировано притоком с речным стоком радионуклидов с водосборов бассейна [20, 25].

Благодаря активным процессам седиментации только незначительное количество ^{137}Cs , который поступает в водные массы, попадает в водохранилища нижнего течения Днепра, а уровни загрязнения, например Каховского водохранилища, в 2004–2005 гг. практически вернулись к уровням, которые наблюдались в доаварийный период. С другой стороны, концентрации ^{90}Sr уменьшаются вдоль днепровской водной системы с увеличением расстояния от зоны ЧАЭС всего на 30–40%, в основном из-за разбавления чистыми притоками, и достигают Черного моря без существенного накопления в донных отложениях (рис. 2.2.11).

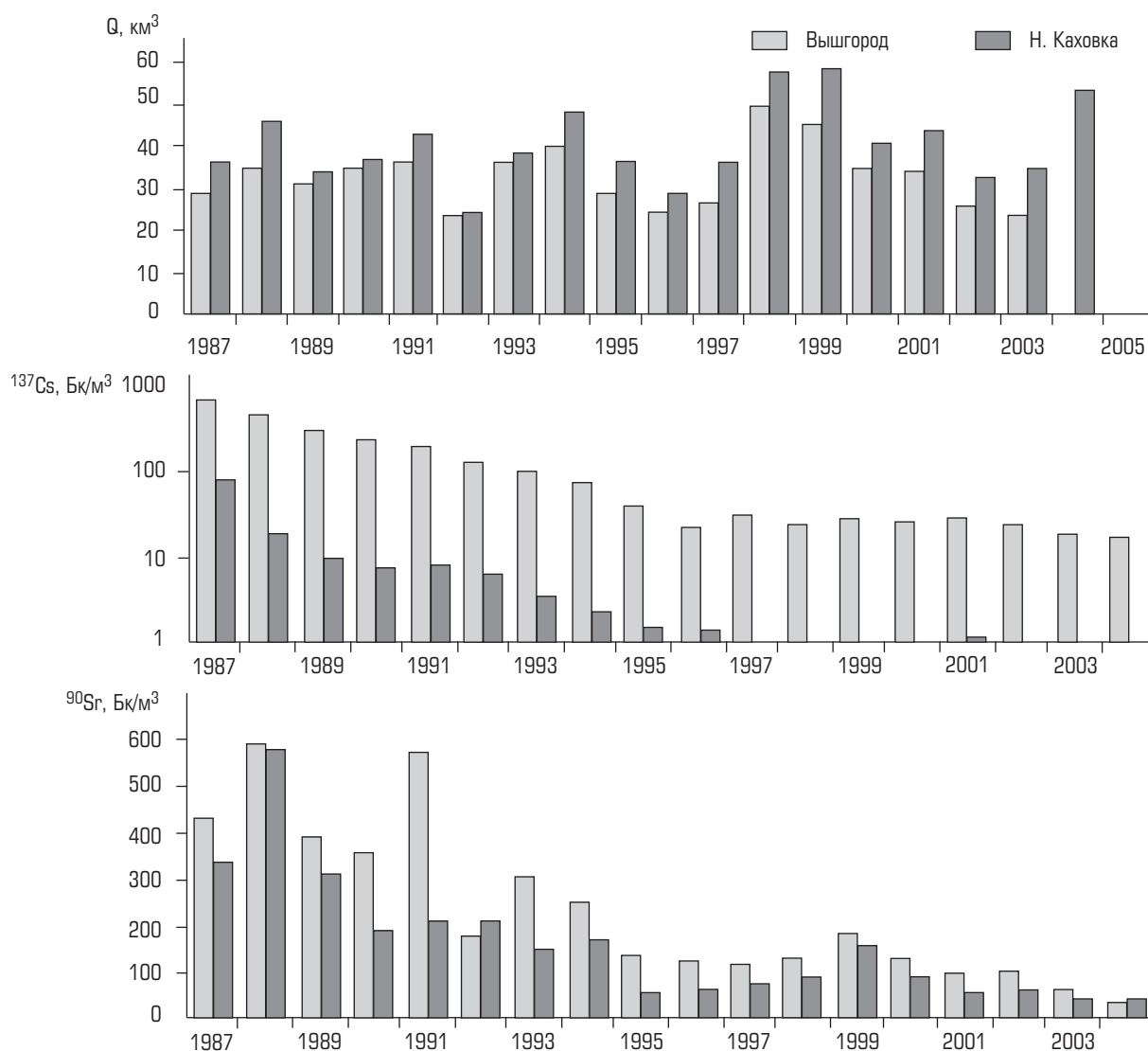


Рис. 2.2.11. Баланс стока радионуклидов, которые с речным стоком вытекали из Киевского водохранилища и поступали в Днепровско-Бугский лиман

Радионуклиды в морских экосистемах

Суммарное количество атмосферных выпадений ^{137}Cs на акваторию Черного и Азовского морей оценено величиной примерно 2,8 ПБк на всю поверхность моря, которые почти удвоили количество ^{137}Cs , попавшего на акватории еще за счет глобальных выпадений от ядерных взрывов (3,1 ПБк) [26–28].

По данным научных исследований украинских и международных организаций, наибольшие уровни загрязнения вод моря наблюдались в начале мая 1986 г. и находились в диапазоне 15–500 Бк/м³. Но уже к осени 1986 г. динамические процессы перемещения водных масс привели к выравниванию поля загрязнения до 40–70 Бк/м³ [27]. Через 15 лет экспедиционные исследования состояния моря установили, что современные уровни загрязнения моря уменьшились до 20–35 Бк/м³ [28].

Динамика накопления радионуклидов Чернобыльского происхождения, по сравнению с теми, которые попали в бассейн моря в 60-х годах прошлого века, можно отследить по результатам изучения содержания радиоцезия в глубоководных осадках Черного моря (глубина до 2000 м). По данным украинских мониторинговых исследований (рис. 2.2.12). В слоях 0,8–1,0 см донных отложений четко наблюдается пик «чернобыльского загрязнения», а в слоях от 1,5 до 2,5 см прослеживаются следы загрязнения периода испытаний ядерного оружия.

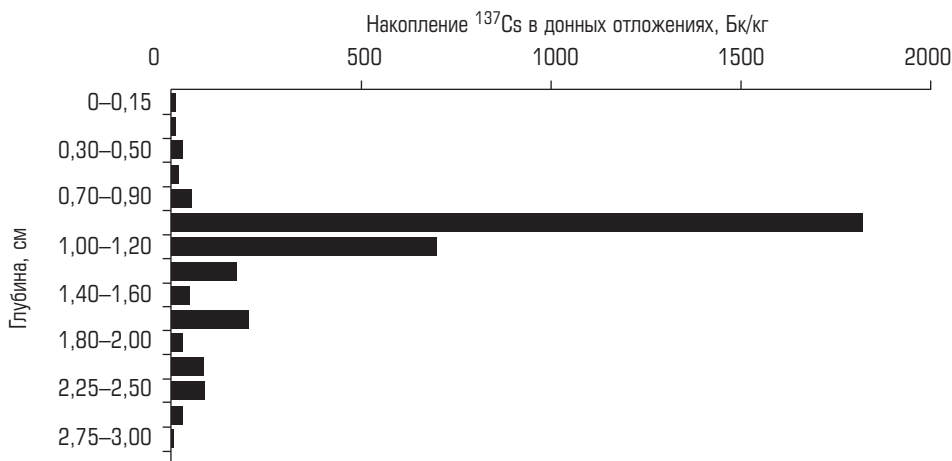


Рис. 2.2.12. Вертикальный профиль ¹³⁷Cs в донных отложениях центральной части моря (глубина 1650 м)

За годы после аварии дополнительное привнесение радионуклидов с речными водами было незначительным, по сравнению с начальным загрязнением из-за выпадений с атмосферными осадками [25].

Аэрозольное привнесение ⁹⁰Sr с атмосферными осадками и вынос его в море речным стоком увеличили количество накопленного стронция в море после периода бомбовых испытаний приблизительно на 19% и было оценено на уровне 1760 ТБк [27, 28]. Сегодня количество радионуклидов в море продолжает уменьшаться в связи с физическим распадом радионуклидов и частичным выводом радиоактивности в глубоководные зоны моря. Тем не менее, по данным Института биологии Южных морей НАНУ, большая часть радиоактивности еще сосредоточена в верхнем (0–100 м) слое Черного моря. В Азовском море радионуклиды преимущественно равномерно распространены по акватории, уровень накопления их в донных отложениях ненамного выше чернобыльского фона.

Биоаккумуляция радионуклидов чернобыльского происхождения в гидробионтах Черного моря была существенно ниже, чем в пресноводных системах, благодаря более высокому содержанию конкурирующих ионов в соленой морской воде. Типичные уровни накопления радионуклидов в моллюсках составляли 1–2 Бк/кг для ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr и $1,6–2,5 \cdot 10^{-3}$ Бк/кг для ^{239,240}Pu. Равные загрязнения черноморской хамсы на протяжении 1999–2003 годов не превышали в разных районах побережья моря 1–3 Бк/кг для радиоцезия и 0,1–0,7 Бк/кг для радиостронция. Биологические эффекты загрязнения выявлены не были [28].

Радионуклиды в подземных водах

Наиболее разветвленная сеть наблюдений за состоянием подземных вод была создана в Зоне отчуждения ЧАЭС вокруг мест стационарного и временного захоронения радиоактивных отходов, объектов специализированного гидротехнического строительства, промплощадки ЧАЭС, а также в местах временного проживания персонала, который работает в Зоне отчуждения ЧАЭС, а также на участках, где проводятся фоновые наблюдения [29]. По результатам наблюдений, в целом загрязнение подземных вод, за исключением участков, где проявляется влияние пунктов захоронения радиоактивных отходов или фильтрационных стоков из загрязненных водоемов и

промплощадки ЧАЭС, находится на относительно низком уровне, в пределах от 0,1 и меньше до 1,0 Бк/л для ^{137}Cs и от 1 до 10 Бк/л для ^{90}Sr на наиболее загрязненных территориях Зоны отчуждения. Скорость распространения ореола загрязненных подземных вод в направлении их разгрузки у реки очень низка, даже для радиостронция [30].

В целом для Зоны отчуждения и на близлежащих территориях загрязнение подземных вод не приобрело катастрофических последствий, как это ожидалось в наиболее консервативных прогнозах в первые годы после аварии. Экспертные оценки показали, что даже в случае возвращения местного населения в села Зоны отчуждения вклад использования колодезной воды и воды из загрязненных горизонтов для питьевого водоснабжения в дозу облучения, по сравнению с дозами от внешнего облучения и из-за потребления местных продуктов питания, будет оставаться довольно низким [31].

Интегральный сток радионуклидов за счет разгрузки подземных вод в реки Зоны отчуждения есть и будет оставаться в будущем относительно низким, по сравнению с потоками радионуклидов с поверхностным стоком на загрязненных территориях, и не сможет сформировать какие-либо существенные радиационные риски для населения Украины, проживающего за пределами Зоны отчуждения ЧАЭС [30, 31].

На протяжении последнего десятилетия относительно высокие уровни загрязнения вод, а в некоторых случаях такие, что превышают в десятки и сотни раз ПДК для вод питьевого снабжения, наблюдаются только в пределах мест непосредственного захоронения радиоактивных отходов, которые были сооружены без специальных противофильтрационных геохимических и других инженерных барьеров. В некоторых буровых скважинах по направлению потока подземных вод в районе ПВЛРО «Рыжий лес» уровни загрязнения вод ^{90}Sr в течение 2004–2005 годов достигали 100 и даже 1000 Бк/л. Исключения составляют также некоторые специфические участки территории с явно выраженными депрессивными морфологическими формами рельефа.

Согласно прогнозным оценкам, фронт наибольшего загрязнения подземных вод, в целом интегрированного по Зоне отчуждения ЧАЭС, начнет разгружаться в г. Припяти не ранее, чем через 50 лет (рис. 2.2.13).

На протяжении следующих лет максимальная разгрузка должна составлять 100–120 ГБк (или 3,0–3,5 Ки). По сравнению с ожидаемым стоком радиостронция с поверхностными водами подземная составляющая стока не будет превышать 10–15%.

После спуска водоема-охладителя, начало которого можно ожидать в период между 2007 и 2010 годами, потоки загрязненных вод из зоны промплощадки ЧАЭС замедлятся. Это является оптимистичным ожиданием несущественного возможного загрязнения днепровской водной системы радионуклидами, которые накоплены в подземных водах под разрушенным реактором № 4 ЧАЭС. По результатам модельных расчетов, выполненных М. Железняком и С. Кивой, поток

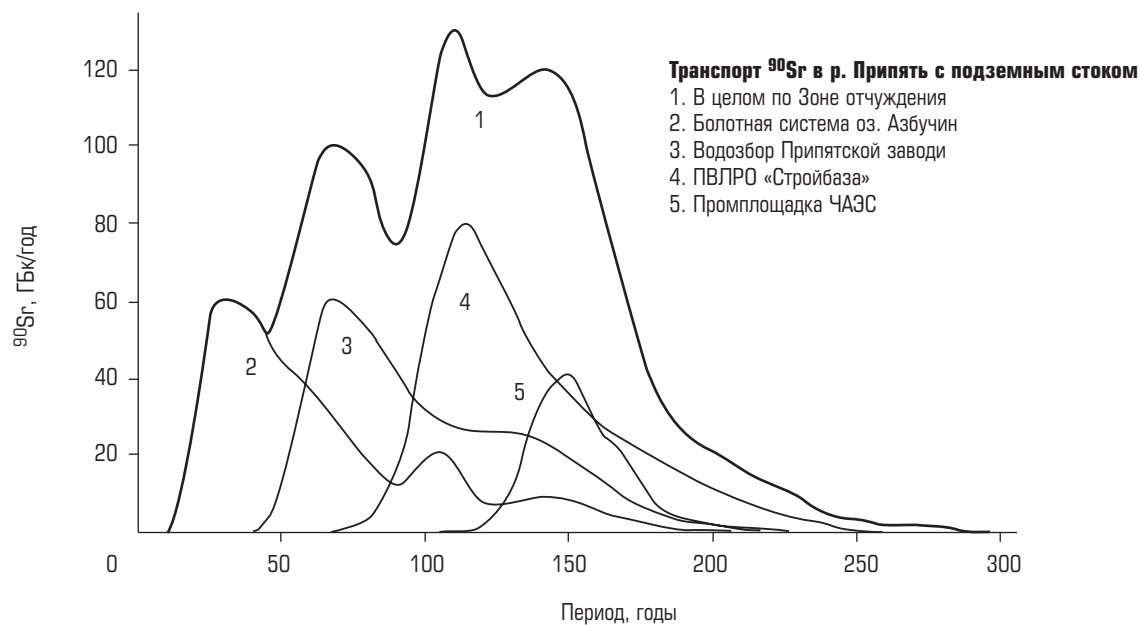


Рис. 2.2.13. Прогнозные оценки выноса ^{90}Sr с подземным стоком, который формируется в пределах зоны отчуждения ЧАЭС [29]

подземных вод из зоны расположения объекта «Укрытие» практически не будет достигать р. Припять, так как даже через сто лет фронт ^{90}Sr распространится не далее чем на 600 м, и поэтому за время достижения русла реки уровни загрязнения вод станут практически незначимыми.

2.3. Радиационный мониторинг

Сегодня сеть радиационного мониторинга фактически сосредоточена под эгидой МЧС Украины, которое силами Государственной гидрометеорологической службы проводит мониторинг на территории всей Украины, а в Зоне отчуждения – еще и силами ГСНПП «Экоцентр». Кроме того, дозиметрические подразделения АЭС НАЕК «Энергоатом» проводят регламентные наблюдения вокруг объектов ядерной энергетики.

Система радиационного мониторинга в Украине после Чернобыльской катастрофы до сих пор не получила надлежащей законодательной, нормативно-правовой и, как следствие – действенной финансовой поддержки. Одним из последних актов Кабинета Министров Украины (декабрь 2004 года) одобрена Концепция Программы мониторинга окружающей природной среды. Тем не менее Программа осуществления мониторинга, в том числе – радиационного, так и не превратилась в законодательный акт, и поэтому еще, по меньшей мере, в течение двух последующих лет будет финансироваться по остаточному принципу.

Сеть радиационного контроля, в части контроля качества продукции, которая производится на радиоактивно загрязненных землях, была более развита и подкреплена на законодательном уровне, но сокращение более чем втрое объемов финансирования этого направления в расходах на минимизацию последствий Чернобыльской катастрофы за последние 10 лет привело к фактическому разрушению этой сети на территории зон радиоактивного загрязнения, прежде всего в сельскохозяйственной сфере, а то, что осталось, не учитывает изменения форм производства в аграрном секторе. (Подробнее о системе радиационного контроля в разделе 6).

2.3.1. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения

Определение мощности экспозиционной дозы (МЭД) гамма-излучения на территории Украины проводится ежедневно на 179-ти пунктах радиометрической сети Госгидрометслужбы (в 1986 – на 205-ти), 10 из которых расположены на территории зон радиоактивного загрязнения. Гамма-фон на большей части территории страны находится в пределах 5–22 мкР/ч, что близко к естественным уровням. На пунктах контроля, расположенных на загрязненной вследствие аварии на ЧАЭС территории, гамма-фон составлял 6–31 мкР/ч, максимальные уровни (без Зоны отчуждения) наблюдались в г. Коростене (31 мкР/ч).

Современные значения МЭД в Зоне отчуждения составляют: на промплощадке ЧАЭС 300–25 000 мкР/ч, г. Чернобыле 20–50 мкР/ч, КДП «Дитятки» около 20 мкР/ч.

На фоне общего снижения мощности дозы прослеживается ее сезонная изменчивость, которая проявляется в некотором снижении МЭД в холодное время года. При этом локальные минимумы отвечают периодам с наибольшей высотой снежного покрова.

В 100-километровых зонах влияния действующих АЭС МЭД гамма-излучения находилась в пределах: Запорожская АЭС – 5–19 мкР/ч, Южно-Украинская АЭС – 7–19 мкР/ч, Ровенская АЭС – 8–18 мкР/ч, Хмельницкая АЭС – 7–18 мкР/ч.

В Киеве гамма-фон на протяжении года колеблется в диапазоне 7–17 мкР/ч, составляя в среднем за год 12 мкР/ч, т. е. находится в пределах естественного фона.

2.3.2. Радиоактивное загрязнение приземного слоя атмосферы

Основным источником поступления техногенных радионуклидов в атмосферный воздух на всей территории страны в настоящее время является вторичный ветровой подъем микроскопических частиц, содержащих радионуклиды, с земной поверхности.

По данным наблюдений, в последние годы суммарная бета-активность атмосферных аэрозолей на большинстве станций наблюдений находилась в диапазоне 0,075–0,179 мБк/м³. Объемная активность ^{137}Cs в воздухе на территории страны не превышала 0,006–0,007 мБк/м³ (за исключением 2002 года, когда довольно сухие и знойные лето и начало осени способствовали росту общей радиоактивности воздуха).

Анализ результатов радиационного контроля приземного слоя атмосферы свидетельствует о тенденции к увеличению за пределами объекта «Укрытие» количества частиц ингаляционных фракций, которые образовались там в процессе спонтанного пылеобразования.

Продолжительные туманы способствовали уменьшению содержания радионуклидов в приземном слое атмосферы, как это было в ноябре 2000 г., когда на всех постах контроля одновре-

менно отмечалось почти одинаковое по значениям и минимальное за весь период наблюдения содержание ^{137}Cs , не зависящее от плотности поверхностного загрязнения.

Но на протяжении последних лет концентрация ^{137}Cs в воздухе оставалась существенно (на несколько порядков) меньше допустимых уровней, установленных НРБУ-97 для лиц категории В ($0,8 \text{ Бк/м}^3$).

Содержание ^{90}Sr в атмосферных аэрозолях в среднем на порядок ниже, чем ^{137}Cs . Концентрация ^{90}Sr на большей части территории в последние годы находилась в пределах $0,0001\text{--}0,0012 \text{ мБк/м}^3$, что в целом соответствует доаварийному уровню¹, но в Зоне отчуждения (г. Чернобыль) содержание ^{90}Sr почти втрое превышает доаварийные величины и составляет в среднем за год $0,0021 \text{ мБк/м}^3$. Максимальная концентрация ^{90}Sr наблюдалась в Чернобыле и составляла $0,0031 \text{ мБк/м}^3$. В целом по стране содержание ^{90}Sr в атмосферном воздухе также значительно ниже ДКв, установленной для населения НРБУ-97 ($0,2 \text{ Бк/м}^3$).

2.3.3. Радиоактивное загрязнение атмосферных выпадений

Плотность выпадений из атмосферы техногенных радионуклидов на большинстве пунктов наблюдения незначительно отличалась от значений предыдущего года. Средняя по территории страны сумма выпадений ^{137}Cs в последние годы составляет $5\text{--}6 \text{ Бк/м}^2$ за год, а выпадений ^{90}Sr – $2,2\text{--}2,3 \text{ Бк/м}^2$ за год.

Годовая плотность выпадений ^{137}Cs на большей части территории Украины изменялась в пределах $1,8\text{--}13,2 \text{ Бк/м}^2$; на пунктах контроля, расположенных в зоне с плотностью загрязнения грунтов цезием-137 более 5 Ки/км^2 (Коростень, Чернобыль), содержание ^{137}Cs в выпадениях превышало среднее по стране более чем в четыре раза и составляло почти 24 Бк/м^2 за год.

Плотность выпадений ^{137}Cs в Киеве остается выше, чем на остальных пунктах наблюдений (за исключением загрязненной зоны). Также в Киеве сохраняется относительно высокая плотность выпадений ^{90}Sr . Необходимо учитывать, что в Киеве сложились специфические условия формирования загрязнения атмосферы, когда техногенные источники загрязнения, которые приносило большому промышленному центру, дополняются естественными процессами вторичной ветровой миграции радионуклидов на фоне постчернобыльского загрязнения почв (^{137}Cs – $0,63 \text{ Ки/км}^2$, ^{90}Sr – $0,32 \text{ Ки/км}^2$).

Наименьшее количество ^{137}Cs в выпадениях наблюдалось на юге страны (в среднем $0,15 \text{ Бк/м}^2$ за месяц).

В целом в Украине содержание ^{137}Cs в атмосферных выпадениях продолжает оставаться выше уровня последнего доаварийного года². Отношение годовых сумм выпадений ^{137}Cs к аналогичным значениям 1985 года на большинстве пунктов контроля находится в пределах $1,3\text{--}9,2$; в загрязненной зоне это соотношение превышает 15.

Существующая радиометрическая сеть охватывает всю территорию страны и разрешает осуществлять контроль за основными факторами, которые формируют или могут отрицательно повлиять (в случае нарушения технологического цикла на радиационно опасных объектах) на радиоактивное загрязнение атмосферных выпадений. Значительная часть пунктов наблюдений сосредоточена в зонах влияния действующих АЭС, вдоль границ с сопредельными государствами, в загрязненной вследствие чернобыльской аварии зоне, остальные пункты отбора проб расположены в больших промышленных городах.

2.3.4. Подготовка кадров для системы радиационного мониторинга

Одной из важных проблем при возникновении какой бы то ни было радиологической аварии является наличие специалистов и их готовность к осуществлению радиационного мониторинга природной среды и к контролю продукции лесов и сельского хозяйства.

Использование курсов повышения квалификации – одно из действенных мероприятий по подготовке радиоэкологов и радиометристов.

После аварии на ЧАЭС при Киевском государственном университете в 1987 году был создан специальный факультет, где за год повышало квалификацию свыше 600 специалистов – радиоэкологов, которые в значительной мере обеспечивали радиационный контроль сельскохозяйственной продукции, производившейся на радиоактивно загрязненных территориях. До 1999 года здесь же была осуществлена переподготовка 20 специалистов (получение второго высшего образования) по специальности «Радиоэкология».

¹ Среднегодовая концентрация ^{90}Sr в 1985 году составляла $0,0008 \text{ мБк/м}^3$.

² Годовые суммы выпадений ^{137}Cs та ^{90}Sr на территории Украины, Северного Кавказа и Молдовы в 1985 году составляли $1,43 \text{ Бк/м}^2$ та $9,02 \text{ Бк/м}^2$, соответственно [11].

В составе Института повышения квалификации (ИПК) Государственного комитета Украины пищевой промышленности в 1987 году была создана сначала отдельная кафедра, а позднее – радиологический центр, в котором до 1990 года основное внимание уделялось подготовке дозиметристов и радиометристов.

Повышение квалификации руководящих кадров и специалистов разных министерств, ведомств и исполкомов местных Советов, которые работали в области радиационного контроля, осуществлялось в соответствии с Законом Украины «Об образовании» и распоряжением Кабинета Министров Украины № 156-р от 16.03.1992 года.

В 1994 году Минчернобылем Украины был создан Украинский радиологический учебный центр (УРУЦ). Здесь повышали свою квалификацию специалисты предприятий из разных министерств и ведомств: Укоопсоюз, Министерство экологии и природных ресурсов, Госкомгеология, Гослесхоз, Госводхоз, Госпищепром, Госстандарт и др.

На курсах повышения квалификации в УРУЦ слушателям ведущие ученые и специалисты НАНУ Украины, Киевского национального университета им. Тараса Шевченко, Украинского НИИ сельскохозяйственной радиологии, МОЗ Украины и других читали лекции по широкому кругу вопросов, связанных с теоретическими основами радиоактивности и ее воздействием на биологические объекты, с практическими вопросами контроля радиоактивного загрязнения природной окружающей среды, с нормативно-правовыми актами по радиационной безопасности и т. п.

За 12 лет существования Центра прошли курс повышения квалификации более пяти тысяч специалистов, работающих в области радиационного контроля, и осуществлена переподготовка (с выдачей диплома о втором высшем образовании по специальности «Радиоэкология») около 70 специалистов, в основном студентов Киевского национального университета им. Т. Г. Шевченко. Ежегодно проходят обучение и аттестуются около 200 специалистов.

Сегодня в Украине имеется немного учебных заведений, где за короткий период времени можно пройти необходимую подготовку в области радиоэкологии и радиометрии. Кроме УРУЦ и Госпищепрома Украины, подготовкой радиоэкологов занимаются высшие учебные заведения, институты НАНУ, подразделения отраслевых учебных заведений.

Так, в Национальном аграрном университете Украины функционирует кафедра сельскохозяйственной радиологии, где студенты биологических специальностей изучают курс радиобиологии. В Государственном агроэкологическом университете Украины (г. Житомир) с 1991 года осуществлялось обучение студентов по программам «Радиобиология», «Радиоэкология» и «Радиология», а с 1999 года здесь введена новая специальность – «Радиоэкология».

Специалистов-радиоэкологов высшей квалификации (кандидатов и докторов наук) готовят в Национальном аграрном университете Украины, Государственном агроэкологическом университете Украины (г. Житомир) и в Украинском НИИ сельскохозяйственной радиологии Национального аграрного университета Украины.

3. ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ УКРАИНЫ ВСЛЕДСТВИЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ

В соответствии со структурой чернобыльского источника и путей формирования доз облучения населения Украины вследствие Чернобыльской катастрофы выделяют четыре основных контингента облученных:

- ликвидаторы (гражданские и военные), которые в 1986 и 1987 годах участвовали в работах на ЧАЭС, ее промплощадке и в пределах 30-км зоны;
- население, которое в мае 1986 года было эвакуировано из Припяти, Чернобыля и других населенных пунктов 30-км зоны;
- население, которое проживает на радиоактивно загрязненных территориях;
- дети и подростки, которые в 1986 году получили значительные дозы облучения щитовидной железы.

Далее рассматриваются реконструированные дозы, полученные участниками ЛПА на ЧАЭС (известны как «ликвидаторы») и эвакуированными, а также дозы внутреннего, внешнего и суммарного облучения населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях. Дозы облучения населения базируются на результатах дозиметрического мониторинга активности ^{131}I в щитовидной железе (более 150 тыс. измерений) и содержания $^{137}, ^{134}\text{Cs}$ в организме жителей (около 30 тыс. СИЧ-измерений), проведенных в 1986 г., а также на результатах эколого-дозиметрического мониторинга, проводимого на протяжении 1987–2005 гг. (более 800 тыс. СИЧ-измерений и более 300 тыс. измерений концентрации $^{137}, ^{134}\text{CS}$ в молоке коров частного сектора).

3.1. Дозы облучения участников ЛПА

Участники ЛПА на ЧАЭС (известны как «ликвидаторы») составляют одну из наиболее многочисленных и наиболее облученных групп пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС. Между тем, картина облучения ликвидаторов долгое время оставалась неопределенной. Так, среди ликвидаторов 1986–1990 годов, включенных в Государственный регистр Украины (ГРУ) лиц, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС, только около половины имеют записи об индивидуальных дозах. Неясным также остается качество дозиметрических записей, а также, насколько вообще успешной или неуспешной является система противорадиационной защиты ликвидаторов во время выполнения ими работ по ликвидации последствий аварии [1].

Именно поэтому в последние пять лет был запланирован и, в значительной мере, осуществлен большой комплекс работ, направленных на выяснение реальных доз облучения ликвидаторов и определенную ретроспективную оценку результатов дозиметрического контроля во время ЛПА.

3.1.1. Состояние информации о дозах облучения участников ЛПА

С точки зрения качества и степени охвата контингентов дозиметрическим контролем, можно условно выделить пять периодов (таблица 3.1.1).

Таблица 3.1.1

Периоды дозиметрического сопровождения работ по ЛПА

Период	Временной интервал	Характеристика
Доаварийный	1978–26.04.1986	Нормальное функционирование дозиметрической службы ЧАЭС в соответствии с НРБ-76
Начальный	26.04.1986 – около 10.05.1986	Несостоятельность дозиметрической службы ЧАЭС, использование подходов военного времени при дозиметрическом контроле войск
Промежуточный	Около 10.05.1986 – 01.06.1986	Параллельное функционирование дозиметрических служб ЧАЭС и войск, использование единого предела доз облучения (250 мГр), организация УС-605 с собственной дозиметрической службой
Основной	Июнь – октябрь 1986	Функционирование дозиметрических служб ЧАЭС, УС-605 и подразделений МО с использованием разных подходов
Рутинный	После ноября 1986	Параллельное функционирование дозиметрических служб ЧАЭС, УС-605, ПО «Комбинат» и подразделений МО. Постепенный возврат к нормальной эксплуатации, снижение дозовых пределов (1987–1988)

В доаварийный период служба дозиметрии и радиационной безопасности удовлетворительно выполняла свои задачи. Но внезапная авария показала полное бессилие штатной дозиметрии эффективно определять индивидуальные дозы работающих и обеспечивать необходимый уровень радиационной безопасности персонала в аварийных условиях. Необходимо отметить, что этот начальный период «растерянности» был быстро преодолен и, начиная со второй декады мая 1986 года, восстановлен порядок в дозиметрическом сопровождении аварийных работ. Уже с начала июня (примерно через месяц с момента аварии) были заложены основы эффективной радиационной защиты и дозиметрического контроля основных контингентов, привлеченных к ликвидации последствий аварии.

Качество дозиметрических данных (результатов дозиметрического мониторинга) существенно зависело от того, какая служба или ведомство обеспечивали радиационную защиту участников ЛПА и дозиметрический контроль [2].

Во время ЛПА (1986–1990 гг.) в 30-км зоне действовали четыре достаточно мощные независимые дозиметрические службы (таблица 3.1.2) и несколько меньших (АН УССР, АМН СССР, Комплексная экспедиция ИАЭ и др.).

Таблица 3.1.2

Основные дозиметрические службы, которые осуществляли дозиметрический контроль участников ЛПА

	Служба	Ведомственная принадлежность	Период работы	Охват ликвидаторов	Качество данных
1.	Служба дозиметрического контроля ЧАЭС	Министерство энергетики и электрификации СССР, с июля 1986 г. – Министерство атомной энергии СССР	Май 1986 – до настоящего времени	Персонал ЧАЭС и временно прикомандированный к ЧАЭС персонал	Удовлетворительно высокое (в зависимости от периода после аварии)
2.	Подразделения МО	Министерство обороны СССР	Май 1986 – конец 1990	военные ликвидаторы	Низкое
3.	Отдел дозиметрического контроля УС-605	Министерство среднего машиностроения СССР	Июнь 1986 – 1987	Гражданские и военные строители УС-605	Высокое
4.	Управление дозиметрического контроля ПО «Комбинат» и его преемники	Министерство атомной энергии СССР	Ноябрь 1986 – до настоящего времени	Гражданский персонал, работавший в 30-км зоне за пределами площадки ЧАЭС	Удовлетворительное

Указанные дозиметрические службы начали работу в разное время после аварии, охватывали разные контингенты и, главное, практиковали кардинально различные подходы к оценке индивидуальных доз участников ЛПА. В связи с этим существенно различались: полнота, качество и надежность этих дозиметрических данных (таблица 3.1.2).

Наилучшим образом был организован дозиметрический контроль сотрудников Управления Строительством (УС) № 605 МСМ СССР, специализированной строительной организации, созданной для строительства саркофага («Объекта «Укрытие»). Результатом этой образцовой работы стал 100%-й охват качественным ТЛД индивидуальным контролем более 20 тысяч сотрудников УС-605, в основном командированных предприятиями МСМ, расположенными на территории России.

Дозиметрический контроль, который осуществлялся службой радиационной безопасности ЧАЭС, характеризуется провалом в первые недели после аварии (когда штатные дозиметрические средства оказались непригодными для измерения высоких уровней доз) и постепенным восстановлением качественного дозиметрического контроля (в июне-июле 1986 года). Отрицательным последствием неспособности штатного дозиметрического контроля ЧАЭС к быстрому переходу на аварийные условия стало то, что дозы «ранних ликвидаторов», – очевидно, наиболее высокие среди всех участников ЛПА – остались неизвестными. Вследствие этого полнота дозиметрических данных персонала ЧАЭС была недостаточной (в том числе – в смысле охвата дозиметрическими данными всего периода участия в ЛПА каждого из ликвидаторов). Именно этим и была обусловлена острая необходимость реконструкции индивидуальных доз. Всего на протяжении 1986–1996 годов расчетным методом АДР было оценено 1600 индивидуальных доз сотрудников ЧАЭС и лиц, временно приписанных к станции.

Начиная с июля 1986 г. дозиметрический контроль и регистрация индивидуальных доз осуществлялись на ЧАЭС надлежащим образом, и эта дозиметрическая информация отличается высоким качеством и полнотой.

Дозиметрический контроль гражданского персонала (постоянного и временно прикомандированного), который работал в 30-км зоне, из-за организационных неурядиц практически не осуществлялся на протяжении 1986 и части 1987 годов, до тех пор, пока эту функцию на себя не взяло УДК ПО «Комбинат»/НПО «Припять». Таким образом, контроль доз этого контингента (особенно в 1986–1987 гг.) характеризуется недостаточной полнотой и не всегда высоким качеством.

Наибольшим контингентом участников ЛПА являются военные ликвидаторы: кадровые военнослужащие, солдаты срочной службы (на начальном этапе) и, наиболее, лица, временно призванные в армию из запаса. Важность этой категории участников ЛПА обусловлена еще и тем, что около 95% официальных дозовых записей (ОДЗ) в Государственном регистре Украины принадлежит именно военным ликвидаторам. Такое состояние обеспеченности военных ликвидаторов ОДЗ является результатом как 100%-го охвата этого контингента дозиметрическим контролем, так и особенностями внесения дозиметрической информации в ГРУ – через справку о дозе (у военнослужащих – вкладыш в военный билет), которые были на руках у всех военных и очень небольшого числа гражданских ликвидаторов.

Вместе с этим, наряду с образцовым охватом, дозиметрия военных ликвидаторов отличалась наиболее низкой точностью определения доз из-за грубых и неточных методов оценки. Для военных ликвидаторов большей частью использовались групповой (один дозиметр на группу) и расчетно-групповой (когда доза всем членам группы заранее рассчитывалась на основании данных о дозиметрической обстановке и планового времени работы) методы дозиметрии. Во время ретроспективного анализа точности и смещений дозовых оценок для военных ликвидаторов было установлено, что предварительно оцененные этими методами дозы в среднем вдвое превышают реальные уровни облучения, а геометрическое стандартное отклонение весьма большое и составляет приблизительно 2,2.

Показательным является также то, что не получило подтверждения распространенное мнение об аномальном распределении индивидуальных доз военных ликвидаторов – как о свидетельстве фальсификации дозиметрической информации ради приведения отчетности об уровнях облучения военнослужащих в соответствие с действующими пределами доз (250, 100 или 50 мЗв). Статистическими методами было доказано, что возможный вклад недостоверных (фальсифицированных) дозовых записей не превышает 10% от общего их количества, а нетипичная форма дозовых распределений (обедненная левая часть и резкий обрыв при дозах, превышающих порог) обусловлена достаточно необычной практикой управления дозами [3], когда лица, получившие предел дозы, увольнялись из рядов вооруженных сил, а им на замену рекрутировались новые резервисты.

В целом дозиметрический контроль, осуществлявшийся для разных групп ликвидаторов, и система радиационной защиты контингентов, привлеченных к работам по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, позволили придерживаться действующих нормативов и пределов доз. Массовое переоблучение ликвидаторов было характерным только для начального этапа аварии и касалось достаточно ограниченной группы так называемых «ранних» ликвидаторов. В дальнейшем (начиная с конца мая 1986 года) была обеспечена в целом адекватная радиационная защита многотысячных контингентов, а случаи превышения установленных дозовых пределов (250 мЗв в 1986 году и дифференцированные пределы 100 и 50 мЗв в последующие годы) были единичными и, как правило, соответствовали условиям, предусмотренным действующими в то время НРБ-76.

3.1.2. Ретроспективная реконструкция и верификация индивидуальных доз участников ЛПА

Недостаточный охват участников ЛПА дозиметрическим контролем, а также неполнота и неточность существующих дозовых записей обуславливают острую потребность в ретроспективной оценке индивидуальных доз, полученных ликвидаторами.

На сегодняшний день наиболее точным и объективным методом ретроспективной дозиметрии является ЭПР (Электронный Парамагнитный Резонанс) – дозиметрия по эмали зубов. Метрорологические параметры ЭПР-дозиметрического протокола НЦРМ (порог чувствительности – 50 мГр, ошибка ± 25 мГр при малых дозах или 10% при дозах выше 250 мГр) является, скорее всего, наилучшим среди всех методов ретроспективной оценки индивидуальных доз [4, 5]. Такое преимущество в точности и объективности ЭПР-метода позволяет использовать его в качестве так называемого «золотого стандарта», т. е. эталона, по которому можно проверять другие методы ретроспективной дозиметрии [6].

Основным фактором, ограничивающим использование ЭПР дозиметрии, является недостаточная доступность образцов для анализа – зубов, удаленных у участников ЛПА. Для преодоления этого ограничения в Украине была создана и эффективно функционирует система сбора зубов¹,

¹ Эта система не имеет аналогов в мире, к тому же она функционировала практически без каких-либо бюджетных затрат (за счет поддержки международных проектов, в частности: Франко-германской инициативы «Чернобыль» и Украина-американского проекта исследования лейкемии среди участников ЛПА).

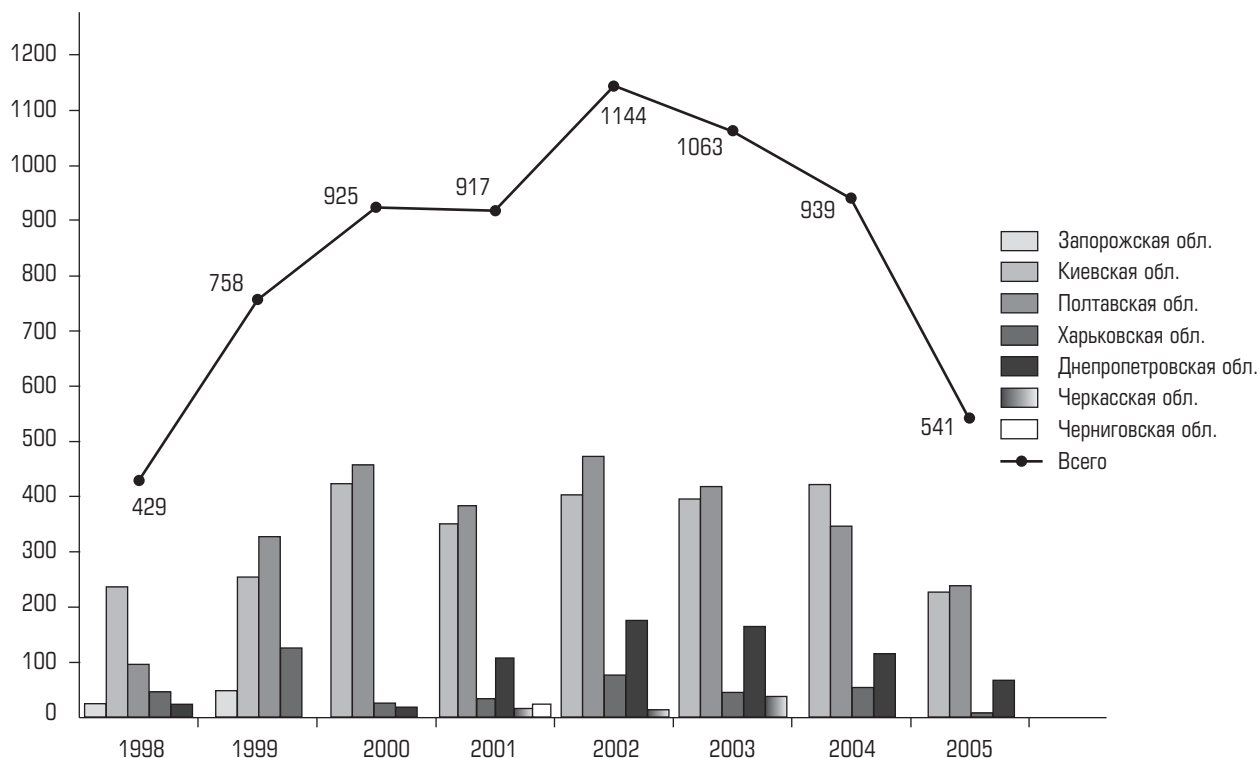


Рис. 3.1.1. Динамика сбора зубов участников ЛПА и наполнение Центрального банка биопроб дозиметрического назначения

которые удаляются у участников ЛПА по медицинским показаниям, собираются и хранятся в Центральном банке биопроб дозиметрического назначения. По состоянию на конец 2005 года, собрано и хранится 7544 зуба ликвидаторов. Сеть сбора зубов охватывает 7 областей Украины (Днепропетровская, Запорожская, Полтавская, Харьковская, Черкасская, Черниговская, Киевская). В сборе зубов принимают участие 314 врачей-стоматологов из 167 лечебных заведений стоматологического профиля. На рис. 3.1.1 приведена динамика сбора зубов по Украине в целом и отдельно по каждой из областей. Снижение темпов сбора зубов в последние годы связано с завершением международного проекта «Франко-германской инициативы «Чернобыль»» и приостановкой финансовой поддержки этой деятельности.

Другим методом индивидуальной ретроспективной дозиметрии, который был разработан в последние годы и который успешно используется для восстановления индивидуальных доз облучения участников ЛПА, является RADRUE (Realistic Analytical Dose Reconstruction and Uncertainty Analysis) – аналитически-расчетный метод, совместно разработанный специалистами Украины (НЦРМ, ЧАЭС), России (Институт биофизики), США (Национальный институт рака) и Франции (Международное агентство по изучению рака).

Определяющей чертой этого метода, базирующегося на опросе участников ЛПА, анализе достоверности ответов экспертом-дозиметристом и использовании разветвленных баз данных радиационной обстановки в местах работ по ЛПА, является то, что он может быть универсально применен к любому ликвидатору, в частности к умершим (через опрос коллег и родственников). Всего этим методом были реконструированы дозы 1010 участников ЛПА.

Диапазон доз облучения ликвидаторов 1986–1990 гг. составил от «около нуля» до 3,2 Гр, а средняя арифметическая доза – 90 мГр (геометрическое среднее – 12 мГр). Такой большой диапазон доз отражает тот факт, что когорта ликвидаторов является чрезвычайно гетерогенной и включает, наряду с лицами, получившими действительно существенные дозы облучения в первые дни после аварии, также работников бытового сектора или лиц, которые находились в 30-км зоне во время кратковременных командировок. Дозы облучения отдельных профессиональных категорий из числа участников ЛПА несколько разнятся (таблица 3.1.3). Так, сотрудники МВД, для которых было меньше возможностей эффективно влиять на уровни облучения, и профессиональные атомщики (сотрудники АЭС, работники УС-605) получили более высокие дозы облучения. Следует подчеркнуть, что последняя группа (профессиональные атомщики) включает и так называемых «ранних ликвидаторов», т. е. лиц из персонала ЧАЭС, которые были облучены на

Результаты реконструкции индивидуальных доз методом RADRUE для отдельных профессиональных категорий участников ЛПА (данные Украинско-американского исследования лейкемии среди участников ЛПА)

Категория	Численность	Средняя доза (мГр)	Медианная доза (мГр)	Геометрическое стандартное отклонение
Военные (в целом)	218	76	54	2,1
Отдельно по годам участия в ЛПА				
1986	99	105	82	1,89
1987	52	78	46	2,32
1988	44	29	17	2,41
1989	20	31	17	2,22
1990	3	60	24	2,89
Профессиональные атомщики	35	381	277	1,78
Сотрудники МВД	27	203	173	1,86
Командированные	340	70	48	1,95
Водители	213	64	41	1,99

начальном этапе аварии, когда еще не была налажена эффективная система радиационной защиты и дозиметрического контроля.

Этот вывод вполне согласуется с результатами независимого анализа официальных дозовых записей и соображений относительно качественного характера и особенностей дозиметрического мониторинга военных контингентов во время ЛПА.

Динамика доз облучения военных ликвидаторов по годам (таблица 3.1.3) адекватно отражает эволюцию радиационной обстановки в 30-км зоне и постепенное снижение дозовых нагрузок на протяжении 1987–1988 гг. Следует также отметить, что в среднем дозы облучения военных ликвидаторов существенно ниже официально зарегистрированных и зафиксированных в общественном сознании.

3.1.3. Облучение хрусталика глаза

Во время ЛПА дозы дистанционного бета-облучения практически не контролировались (из-за ограниченной материально-технической и методической базы). Между тем, в чернобыльской смеси радионуклидов были обильно представлены жесткие бета-излучатели (^{144}Pr , ^{106}Rh , ^{90}Y), которые могли формировать существенные дозы дистанционного бета-облучения открытых участков кожи и хрусталика глаза. Масштабное исследование [6] по реконструкции индивидуальных доз бета-облучения хрусталика глаза 8607 ликвидаторов – участников Украинско-американского глазного чернобыльского исследования (UACOS) было проведено специалистами НЦРМ совместно с Институтом медицины труда АМН Украины (головным исполнительным проектом UACOS). Хотя конечной целью работы была оценка суммарных доз на хрусталик, показательным является также соотношение между дозами гамма- и бета-облучения (рис. 3.1.2). Было установлено, что примерно у 32% субъектов дозы бета-облучения были выше соответствующих гамма-доз (т. е., суммарная доза облучения хрусталика более чем в два раза превышала величину только гамма-дозы) [6]. В то же время, почти у 53% субъектов дозы бета-облучения не превышают половины соответствующей дозы гамма-облучения (рис. 3.1.2). Наиболее высокие дозы облучения получили так называемые «ранние ликвидаторы».

3.2 Дозы облучения эвакуированных

3.2.1. Дозы внешнего облучения лиц, эвакуированных из населенных пунктов 30-км зоны

Были восстановлены и проанализированы индивидуальные эффективные дозы внешнего облучения представительных групп эвакуированного населения 30-км зоны: 12 632-х жителей Припяти и 14 084-х жителей части поселений 30-км зоны. Эти эвакуанты представляют 104 населенных пункта 30-км зоны, включая города Припять и Чернобыль; 223 жителя Белорусской части 30-км зоны, проживавших в 40-ка населенных пунктах, были также опрошены и включены

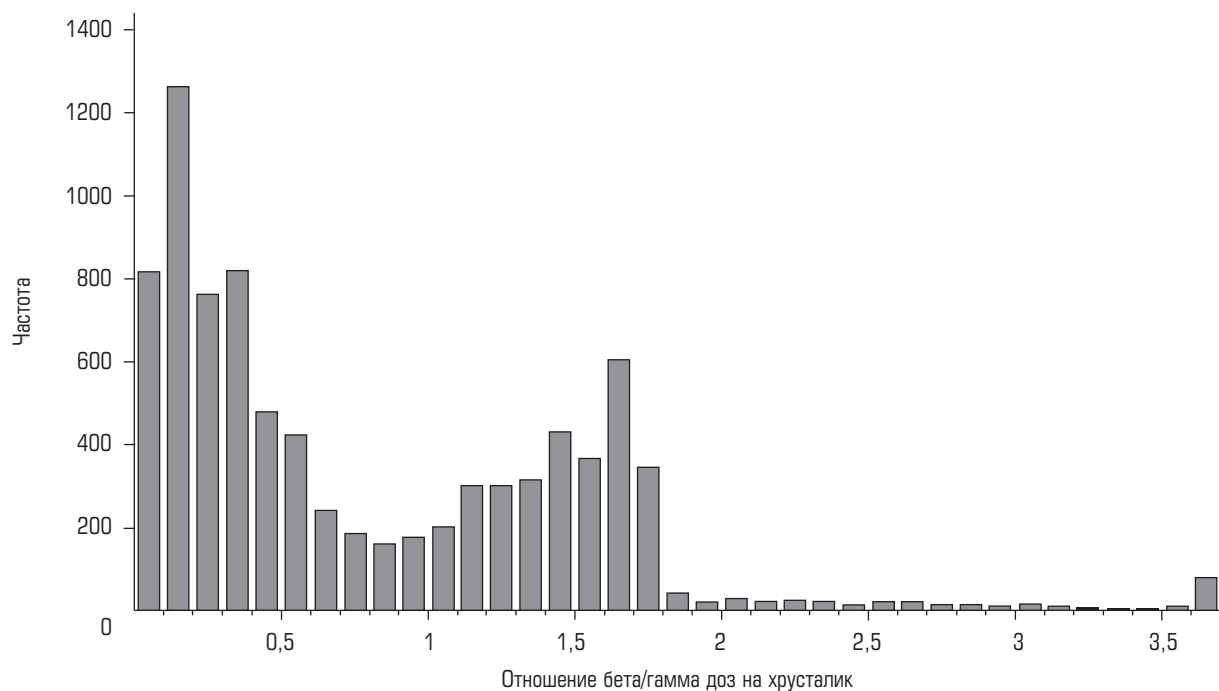


Рис. 3.1.2. Частотное распределение отношений доз бета-излучения к дозам гамма-излучения для 8607 субъектов УАКОС

в общее количество исследованных. Большая степень охвата эвакуированного населения этим имитационно-стохастическим моделированием (индивидуальные дозы были определены для 25% жителей г. Припяти и 35% населения остальных населенных пунктов 30-км зоны) позволяет сделать обоснованный вывод о параметрах облучения, в частности о средних и коллективных дозах соответствующих групп, а также, через 95% процентилей дозовых распределений, оценить максимально вероятные дозы облучения.

Средняя эффективная доза населения Припяти, которая было накоплена к моменту эвакуации, составляет 10,1 мЗв. Коллективная доза внешнего облучения этого контингента – 500 человек-Зв. Дозы примерно 4% эвакуантов из Припяти (534 человека из 12 632 обследованных) превысили уровень в 25 мЗв и только 18 человек этой группы получили дозы выше 50 мЗв. Максимальное значение эффективной дозы среди этой группы жителей Припяти составило 75 мЗв.

Индивидуальные дозы также были рассчитаны для 14 084 лиц, эвакуированных из населенных пунктов 30-км зоны. Расчет охватывает период от начала аварии до момента эвакуации за пределы 30-км зоны. Среднее значение эффективной дозы для этой группы (около 35% от всего эвакуированного населения) составило 15,9 мЗв. Реконструированная коллективная доза внешнего облучения всего населения 30-км зоны (за исключением Припяти) составляет 640 человек-Зв. Среди исследуемой группы дозы 1260 лиц (9%) превысили 50 мЗв, для 120 (0,85%) лиц эффективные дозы были выше 100 мЗв и только у одного человека доза превысила уровень в 200 мЗв и составила 214 мЗв.

3.2.2. Дозы внутреннего облучения

Консервативные оценки компоненты внутреннего облучения показывают, что за счет ингаляции (г. Припять) суммарная эффективная доза облучения эвакуантов (без учета облучения щитовидной железы) менее или равняется компоненте внешнего облучения (т. е. суммарная доза в 2 раза больше, чем внешняя компонента). Там, где эвакуация была задержана на 10–15 дней (села 30-км зоны), существенную роль сыграло пероральное поступление чернобыльских радионуклидов, а внутреннее облучение могло превышать внешнее в 2–4 раза.

3.2.3. Дозы на маршруте эвакуации

Дозы большей части населения Припяти, полученные во время эвакуации, оказались в пределах 11–19 мЗв, что может приравниваться к предэвакуационным уровням облучения населения. В среднем 52+19% дозы эвакуанты получили именно во время эвакуации. Причем штатный маршрут эвакуации в направлении Полесского, который был предусмотрен планами гражданской обороны, не был оптимальным – например, в случае эвакуации населения Припяти в направлении Белой Сороки (белорусское направление), дозы за счет эвакуации дали бы вклад в общую дозу около 6%.

Таким образом, учет дозы на маршруте эвакуации достаточно сильно изменяет общую картину облученности эвакуированного населения, а выбор маршрута эвакуации оказал определяющее влияние на формирование дополнительной дозы облучения эвакуированного населения.

3.3. Дозы облучения населения радиоактивно загрязненных территорий

3.3.1. Дозы внешнего облучения населения радиоактивно загрязненных территорий

В Украине приблизительно на 48 400 км² загрязненных территорий зарегистрирована плотность загрязнений ¹³⁷Cs чернобыльского происхождения, превышающая 37 кБк/м². На этих территориях, преимущественно в сельских населенных пунктах (далее – НП), проживает более 1,5 миллионов жителей (рис. 3.3.1).

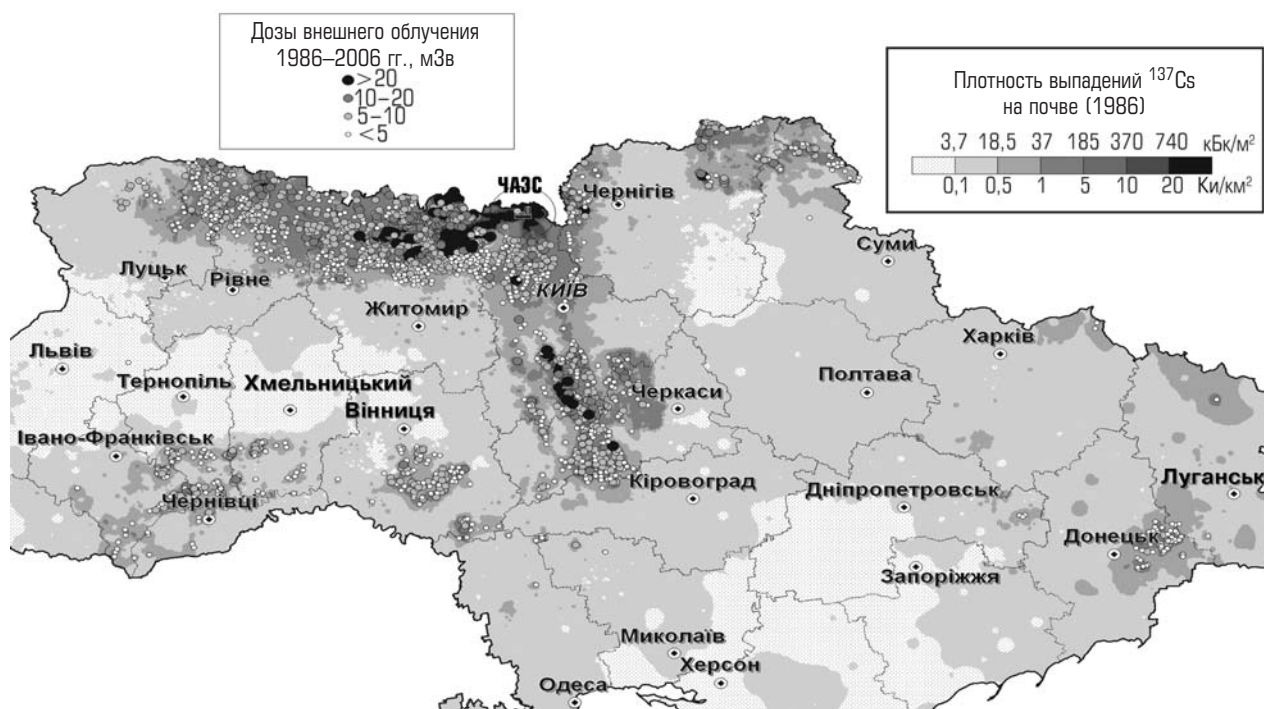


Рис. 3.3.1. Пространственное размещение сельских НП с различными средними дозами внешнего облучения населения, накопленными за 20 лет (1986–2005 гг.) на территориях, где плотность загрязнения ¹³⁷Cs на почве превышает 37 кБк/м²

Средние дозы внешнего облучения для разных территорий оценены в интервале 1,4–15 мЗв для 1986 г., 3,8–40 мЗв для первых 20 лет после аварии, и 5,2–55 мЗв – для 70-летнего послеаварийного периода.

Средние дозы жителей территорий с высокими уровнями выпадений загрязнений (выше 555 кБк/м²) более чем в 50 раз превышают таковые дозы жителей территорий с низкими уровнями (< 37 кБк/м²) плотности загрязнений ¹³⁷Cs [7–10].

Распределение населения по интервалам средних доз внешнего облучения

Средние дозы внешнего облучения жителей НП, где плотность выпадений ¹³⁷Cs ниже 37 кБк/м², не превышают 1 мЗв даже за 70 лет. В таблице 3.3.1 приводятся данные только для населения территорий, на которых уровни плотности выпадений ¹³⁷Cs превышают 37 кБк/м²: около 94% населения (более 1,36 млн жителей) в 1986 г. и приблизительно 54% населения (780 тыс. жителей) за период 1986–2005 гг. получили дозы внешнего облучения, не превышающие 5 мЗв. В то же время дозу, превышающую 10 мЗв в 1986 г., получили ~18,4 тыс. жителей, проживающих в 35-ти НП. Дозу, превышающую 10 мЗв за 20 лет (1986–2005 гг.), получили ~194 тыс. жителей 344-х НП. Среди последних НП есть такие, где доза внешнего облучения за 20 лет превышает 50 мЗв. Внешнее облучение населения после 2005 г. внесет незначительную добавку к дозе, полученной за 20 лет.

Таблица 3.3.1

Распределение населения сельских НП и поселков городского типа Украины с плотностью загрязнения ^{137}Cs на почве больше 37 кБк/м^2 по интервалам дозы внешнего облучения, накопленной за 1986 г., за 1986–2005 гг. и дозы, которые прогнозируются через 70 лет (1986–2055 гг.)

Дозовые интервалы (мЗв)	Годы											
	1986				1986–2005				1986–2055			
	Количество жителей		Количество НП		Количество жителей		Количество НП		Количество жителей		Количество НП	
	тыс.*	%	НП	%	тыс.*	%	НП	%	тыс.*	%	НП	%
<1	97	6,7	20	1,1	–	–	–	–	–	–	–	–
1–2	770	53,2	940	50,3	–	–	–	–	–	–	–	–
2–5	491	33,9	741	39,7	780	53,9	869	46,5	413	28,6	409	21,9
5–10	71	4,9	131	7,0	471	32,6	654	35,0	665	46,0	837	44,8
10–20	18	1,2	34	1,8	145	10,1	270	14,5	292	20,2	480	25,7
20–50	0,36	0,03	1	0,1	49	3,4	72	3,9	71	4,9	128	6,9
50–100	–	–	–	–	0,6	0,04	2	0,11	5,1	0,35	13	0,70

* Округленные значения.

Коллективная доза внешнего облучения сельского населения Украины

Базируясь на оценках средних доз внешнего облучения для каждого НП, а также с учетом информации о численности жителей, рассчитана коллективная доза внешнего облучения, накопленная сельскими жителями Украины в период ранней и средней фаз аварии (1986–2005 гг.) [7] (таблица 3.3.2). Коллективная доза внешнего облучения за 1986–2005 гг. (для НП, где плотность выпадений ^{137}Cs на почве превышает 37 кБк/м^2) составляет 9,2 тыс. чел·Зв. Основной вклад (~65%) в коллективную дозу вносят лица, средняя доза внешнего облучения которых за 20 лет находится в интервале 2–10 мЗв. Коллективная доза 49 тыс. жителей сел и поселков городского типа, в которых средние дозы за 1986–2005 гг. превышают 20 мЗв (доля их в структуре всей популяции составляет около 3,4%), вносит 14 процентов в коллективную дозу всего населения. Именно этих жителей (из 73 НП северной Украины) следует рассматривать как критическую группу при проведении разного рода медицинских и эпидемиологических исследований.

Таблица 3.3.2

Распределение коллективной дозы, накопленной за 1986–2005 гг. жителями сельских НП и поселков городского типа, ($\sigma_{0j}^{CS} \geq 37 \text{ кБк/м}^2$) по интервалам средних доз внешнего облучения, накопленных за этот период

Интервал средней дозы (мЗв)	Коллективная доза (чел·Зв)	Численность населения (тысячи)	% от общего	
			Коллективная доза	Население
2–5	2785	780	30,3	54
5–10	3226	471	35,1	33
10–20	1838	145	20,0	10
20–50	1312	49	14,3	3,4
50–100	37	0,6	0,40	0,04
Всего	9198	1446*	100	100

* Округленные значения.

Коллективная доза внешнего облучения населения городов

Коллективная доза внешнего облучения, накопленная за 20 лет после аварии жителями городов, расположенных на территориях, где плотность выпадений ^{137}Cs на почве превышала 37 кБк/м^2 , достигает 19 тыс. чел·Зв.

3.3.2. Средние и коллективные дозы внутреннего облучения населения Киевской, Житомирской и Ровенской областей за счет употребления загрязненных радиоцезием продуктов питания

Дозы внутреннего облучения населения трех наиболее пострадавших областей Украины (Киевской, Житомирской и Ровенской) обусловлены высокими уровнями загрязнения радиоцезием и высокими коэффициентами перехода радиоцезия из почвы в растительность.

Всего в 3793-х НП сельской местности Житомирской, Киевской и Ровенской областей проживает, соответственно, 765, 890 и 649 тысяч жителей. Большинство жителей получили дозы, не превышающие 5 мЗв за 20 лет: почти 86% населения Житомирской, более 99% населения Киевской и меньше 70% Ровенской области [7, 8, 11, 12]. Дозы, превышающие 10 мЗв за 20 лет, получило приблизительно 8% населения, проживающего в 236-ти НП трех упомянутых областей (от 0,3% в Киевской до 17% в Ровенской). Для Ровенской области характерной является достаточно большая доля жителей, для которых доза внутреннего облучения за 20 лет составляет 5–10 (около 16%) и даже 10–20 мЗв (14%). Для Киевской области процент жителей с дозой 10–20 мЗв составляет только 0,22%, а для Житомирской – 4,0%.

Коллективная доза облучения населения Киевской, Житомирской и Ровенской областей, накопленная на протяжении 1986–2005 гг. за счет употребления продуктов питания, загрязненных радиоцезием аварийного происхождения, составила 5915 чел.·Зв [7, 12]. При этом коллективная доза внутреннего облучения жителей Ровенской области составляет 55% коллективной дозы, оцененной для всех трех областей (при том, что численность сельских жителей в этой области составляет лишь 28% общей численности жителей трех областей). Жители сельской местности Киевской области вносят приблизительно 39%, а Житомирской – 33% в суммарную коллективную дозу внутреннего облучения населения трех наиболее пострадавших областей Украины. 6,9% населения (158 800 жителей в 229-ти НП) трех областей с дозами 10–50 мЗв и 7,3% населения с дозами 5–10 мЗв вносят, соответственно, 48% и 20% в коллективную дозу внутреннего облучения; 67% населения (свыше 1,5 млн жителей) с дозами, не превышающими 1 мЗв за 20 лет, обусловили менее 13% коллективной дозы.

3.3.3. Эффективные дозы облучения жителей районов общедозиметрической паспортизации

Поскольку в НП, которые официально [13–15] считаются подвергшимися радиоактивному загрязнению, в течение 1991–2005 гг. проводилась общедозиметрическая паспортизация, отдельно выполнены оценки доз внутреннего, внешнего и суммарного облучения за различные периоды после аварии для районов, в которых именно и находятся упомянутые НП: 73 района 12 областей Украины. При оценке средних по районам доз облучения, приводимых далее, учитывались не только НП, в которых проводилась общедозиметрическая паспортизация [16], а все НП рассматриваемого района.

Средние эффективные дозы внешнего и внутреннего облучения в 1986 г.

Традиционно внутреннее облучение от радиойода рассматривалось отдельно и не включалось в общую эффективную дозу 1986 г. Это было связано с существующей в Украине идеологией радиационной защиты населения в послеаварийный период. Однако впоследствии, для районов, где, начиная с 1991 г., проводилась общедозиметрическая паспортизация, выполнены оценки доз как с учетом радиоизотопов йода, так и без этого источника (таблица 3.3.3).

Наибольшие средние дозы внешнего облучения получили жители сельской местности Народичского (12 мЗв) и Полесского (10 мЗв) районов Житомирской и Киевской областей, что объясняется достаточно высокими уровнями плотности загрязнения ¹³⁷Cs почв этих районов.

Таблица 3.3.3

Средние эффективные дозы внешнего и внутреннего облучения населения районов общедозиметрической паспортизации в 1986 г.

Область, район		¹³⁷ Cs в почве, кБк/м ² *	Количество НП	Количество жителей	Средние дозы облучения, мЗв			
					Внешнее	Внутреннее		
						¹³¹ I	¹³⁷ Cs	¹³¹ I + ¹³⁷ Cs
Винницкая	Гайсинский	17	63	44 900	0,47	0,70	0,32	1,0
	Немировский	22	90	46 300	0,50	0,75	0,35	1,1
	Томашпольский	28	33	32 000	0,69	1,0	0,48	1,5
	Тулчинский	43	51	45 000	1,5	2,2	1,0	3,2
Волынская	Камень-Каширский	27	63	59 560	0,79	1,2	0,54	1,7
	Любешевский	19	45	41 500	0,51	0,76	0,35	1,1
	Маневичский	25	69	45 900	0,71	1,1	0,49	1,5

Область, район		^{137}Cs в почве, кБк/м ² *	Количество НП	Количество жителей	Средние дозы облучения, мЗв			
					Внешнее	Внутреннее		
						^{131}I	^{137}Cs	$^{131}\text{I} + ^{137}\text{Cs}$
Житомирская	Емельчинский	41	119	40 070	1,3	0,99	0,46	1,5
	Коростенский	112	112	54 900	3,6	0,93	0,43	1,4
	Лугинский	179	47	21 360	4,8	1,2	0,57	1,8
	Малинский	52	104	28 050	1,4	1,0	0,48	1,5
	Народичский	395	79	20 680	12	3,5	1,6	5,1
	Нов.-Вольнский	15	108	52 610	0,34	0,39	0,18	0,57
	Овручский	147	152	67 380	3,8	1,6	0,75	2,4
	Олевский	94	55	39 300	3,0	0,82	0,38	1,2
Киевская	Белоцерковский	58	60	51 500	1,1	0,86	0,40	1,3
	Богуславский	88	38	29 300	2,7	1,6	0,73	2,3
	Бородянский	64	42	24 700	2,2	0,67	0,31	0,98
	Вышгородский	69	56	47 400	1,6	0,58	0,27	0,84
	Иванковский	66	72	20 904	1,9	0,60	0,28	0,89
	Кагарлыкский	60	50	29 280	1,8	1,3	0,59	1,9
	Киево-Святошин.	21	48	89 170	0,56	0,18	0,08	0,26
	Макаровский	27	66	35 550	0,77	0,62	0,29	0,90
	Мироновский	37	45	33 280	1,0	0,86	0,40	1,3
	Обуховский	27	43	26 700	0,72	0,65	0,30	0,95
	Полесский	279	40	9490	10	3,1	1,4	4,5
	Рокитнянский	106	20	25 550	3,5	2,0	0,91	2,9
	Таращанский	91	34	30 520	2,7	1,8	0,82	2,6
	Фастовский	20	46	33 960	0,59	0,58	0,27	0,9
Ровенская	Березневский	37	53	45 810	1,1	0,86	0,40	1,3
	Владимирецкий	61	66	53 500	1,8	1,2	0,56	1,8
	Дубровицкий	101	56	46 500	3,3	1,8	0,84	2,6
	Заричненский	67	49	29 180	1,9	1,2	0,55	1,7
	Рокитновский	79	38	42 290	2,3	1,4	0,63	2,0
	Сарненский	53	62	56 970	1,6	1,1	0,52	1,7
Черкасская	Звенигородский	71	39	40 300	2,2	3,3	1,5	4,8
	Каневский	44	54	33 700	1,5	2,3	1,1	3,4
	Катеринопольский	71	22	18 300	1,8	2,6	1,2	3,8
	Корсунь-Шевченк.	41	55	34 500	0,94	1,4	0,65	2,1
	Тальновский	54	41	29 910	1,4	2,1	0,97	3,1
Черниговская	Козелецкий	19	108	53 190	0,57	0,37	0,17	0,54
	Корюковский	17	79	21 400	0,37	0,44	0,20	0,64
	Репкинский	39	115	30 100	1,1	0,75	0,35	1,1
	Семеновский	49	86	20 610	1,1	0,86	0,40	1,3
	Черниговский	31	125	68 800	0,62	0,85	0,39	1,2

* Средневзвешенное по району.

Реконструированные эффективные дозы внутреннего облучения населения Народичского и Полесского районов в 1986 г. были самыми высокими (за 256 суток они составили, соответственно, 5,1 и 4,5 мЗв), что было обусловлено высокими уровнями поверхностного радиоактивного загрязнения растительности и ингаляционным поступлением радиоизотопов йода.

Средние эффективные дозы внешнего и внутреннего облучения в 1987–2005 гг. и некоторые дозовые соотношения

Разделение районов общедозиметрической паспортизации Киевской, Житомирской и Ровенской областей по интервалам средних доз внешнего и внутреннего облучения в 1987–2005 гг. различно: так, районы с наивысшими дозами внешнего облучения, превышающими 10 мЗв, находятся на севере Киевской и Житомирской (Народичский район) областей, тогда как районы, где доза внутреннего облучения превышает 10 мЗв, находятся на севере Ровенской области.

В большинстве районов Житомирской, Киевской, Ровенской и Черниговской областей (таблица 3.3.4) относительный вклад внешнего и внутреннего облучения (включая облучение от ¹³¹I) в суммарную дозу 1986 г. приблизительно совпадают (близки к 50%). Однако, начиная с 1987 г., когда загрязнение растительности стало происходить корневым путем (что существенно зависит от типов почв), относительные вклады этих двух видов облучения в разных регионах оказались существенно различными. В большинстве районов Винницкой, Киевской и Черкасской областей, а также в ряде районов Житомирской области вклад дозы внешнего облучения в суммарную дозу 1987–1990, 1991–2000 и 2001–2005 гг. превышал 70% и даже 95%. В то же время во всех трех районах общедозиметрической паспортизации Волынской области и во всех шести районах Ровенской области этот вклад не превышал 30% и даже 10%.

Таблица 3.3.4

Относительные (в процентах) вклады внешнего (Внешн.) и внутреннего (Вн.) видов облучения в суммарную дозу облучения за разные периоды 1986–2005 гг.

Область, район		Годы									
		1986		1987–1990		1991–2000		2001–2005		1986–2005	
		Внешн.	Вн.	Внешн.	Вн.	Внешн.	Вн.	Внешн.	Вн.	Внешн.	Вн.
Винницкая	Гайсинский	31	69	93	7,0	91	9,0	93	7,0	54	46
	Немировский	31	69	94	6,0	92	8,0	94	6,3	54	46
	Томашпольский	31	69	93	7,0	91	9,0	93	7,4	54	46
	Тулчинский	31	69	96	4,0	95	5,0	96	4,1	55	45
Волынская	Камень-Каширский	31	69	12	88	10	90	12	88	14	86
	Любешевский	31	69	8,0	92	6,0	94	8,0	92	10	90
	Маневичский	31	69	12	88	10	90	12	88	15	85
Житомирская	Емельчинский	47	53	36	64	30	70	35	65	37	63
	Коростенский	72	28	85	15	81	19	85	15	79	21
	Лугинский	73	27	52	48	46	54	52	48	56	44
	Малинский	49	51	83	17	80	20	83	17	65	35
	Народичский	70	30	75	25	70	30	75	25	72	28
	Нов.-Волынский	38	62	56	44	49	51	55	45	46	54
	Овручский	62	38	43	57	37	63	43	57	46	54
	Олевский	71	29	54	46	47	53	53	47	57	43
Киевская	Белоцерковский	47	53	92	8,0	90	10	92	8,3	68	32
	Богуславский	54	46	94	6,0	93	7,0	94	5,9	73	27
	Бородянский	69	31	70	30	64	36	69	31	68	32
	Вышгородский	66	34	81	19	76	24	80	20	73	27
	Иванковский	69	31	73	27	68	32	73	27	70	30
	Кагарлыкский	49	51	93	7,0	92	8,0	93	6,6	70	30

Область, район		Годы									
		1986		1987–1990		1991–2000		2001–2005		1986–2005	
		Внешн.	Вн.	Внешн.	Вн.	Внешн.	Вн.	Внешн.	Вн.	Внешн.	Вн.
Киевская	Киево-Святошин.	69	31	78	22	73	27	77	23	73	27
	Макаровский	46	54	75	25	70	30	75	25	60	40
	Мироновский	45	55	78	22	73	27	77	23	60	40
	Обуховский	43	57	88	12	85	15	88	12	63	37
	Полесский	69	31	79	21	74	26	79	21	74	26
	Рокитнянский	55	45	90	10	88	12	90	10	72	28
	Таращанский	51	49	96	4,0	95	5,0	96	4,0	72	28
	Фастовский	41	59	82	18	78	22	82	18	60	40
Ровенская	Березнировский	47	53	30	70	25	75	30	70	33	67
	Владимирецкий	51	49	31	69	26	74	31	69	34	66
	Дубровицкий	55	45	34	66	29	71	34	66	37	63
	Заричненский	52	48	20	80	16	84	19	81	23	77
	Рокитновский	53	47	19	81	15	85	19	81	23	77
	Сарненский	50	50	28	72	23	77	28	72	31	69
Черкасская	Звенигородский	31	69	97	3,0	96	4,0	97	2,8	55	45
	Каневский	31	69	96	4,0	95	5,0	96	3,8	55	45
	Катеринопольский	31	69	95	5,0	94	6,0	95	5,0	54	46
	Корсунь-Шевченк.	31	69	90	10	88	12	90	10	53	47
	Тальновский	31	69	93	7,0	92	8,0	93	6,8	54	46
Черниговская	Козелецкий	51	49	61	39	55	45	61	39	56	44
	Корюковский	36	64	45	55	39	61	45	55	40	60
	Репкинский	50	50	64	36	58	42	64	36	57	43
	Семеновский	46	54	62	38	56	44	61	39	54	46
	Черниговский	33	67	62	38	56	44	61	39	46	54

Это объясняется высокими коэффициентами перехода ^{137}Cs «почва – растительность». В то же время для районов южной и центральной части Житомирской и Киевской областей характерными являются черноземы, что и обусловило незначительный вклад компоненты внутреннего облучения в общую дозу облучения. Однако, поскольку именно на этих территориях были наивысшие уровни радиоактивного загрязнения, это привело к высоким уровням доз внешнего облучения населения этих территорий.

Средние суммарные эффективные дозы облучения в разные периоды 1986–2005 гг.

В таблице 3.3.5 приведены оценки средних суммарных эффективных доз облучения жителей (средневзвешенных по количеству их в каждом НП) районов общедозиметрической паспортизации для разных периодов в течение времени, прошедшего после аварии: 1986 г., 1987–1990 гг., 1991–1993 гг., 1994–2000 гг., 2001–2005 и за 1986–2005 гг.

Наивысшие средние дозы суммарного (внешнего и внутреннего) облучения (таблица 3.3.5), превышающие 20 мЗв за 20 лет, установлены у населения Лугинского, Овручского районов Житомирщины. Для этих районов характерны достаточно высокие средние уровни плотности выпадений ^{137}Cs (150–180 кБк/м²), что и обусловило существенные дозы внешнего облучения. Кроме того, смешанные типы почв этих районов имеют относительно высокие значения коэффициентов перехода ^{137}Cs «почва-растительность» и, соответственно, высокие дозы внутреннего облучения. Поэтому и относительные вклады этих двух путей в среднюю накопленную за 1986–2005 гг. дозу приблизительно одинаковы.

Средние накопленные за 1986–2005 гг. дозы суммарного облучения, превышающие 20 мЗв, установлены также в селах Дубровицкого, Заричненского и Рокитновского районов Ровенской

Средние суммарные эффективные дозы облучения населения районов общедозиметрической паспортизации в разные временные периоды после Чернобыльской аварии

Область, район		Средние суммарные дозы внутреннего и внешнего облучения, мЗв					
		1986	1987–1990	1991–1993	1994–2000	2001–2005	1986–2005
Винницкая	Гайсинский	1,5	0,41	0,15	0,22	0,10	2,4
	Немировский	1,6	0,43	0,16	0,23	0,10	2,5
	Томашпольский	2,2	0,60	0,22	0,32	0,15	3,5
	Тулчинский	4,6	1,2	0,45	0,66	0,30	7,3
Волынская	Камень-Каширский	2,5	5,3	2,5	3,4	1,3	15,0
	Любешевский	1,6	5,0	2,4	3,3	1,2	13,6
	Маневичский	2,2	4,6	2,2	3,0	1,1	13,2
Житомирская	Емельчинский	2,7	2,9	1,3	1,8	0,71	9,4
	Коростенский	4,9	3,4	1,3	1,9	0,82	12,3
	Лугинский	6,6	7,4	3,1	4,4	1,8	23,3
	Малинский	2,9	1,4	0,53	0,76	0,34	5,9
	Народичский	17	13	5,1	7,3	3,2	45,8
	Нов.-Волынский	0,91	0,50	0,21	0,29	0,12	2,0
	Овручский	6,2	7,1	3,1	4,3	1,7	22,4
	Олевский	4,2	4,4	1,9	2,6	1,1	14,2
Киевская	Белоцерковский	2,4	1,0	0,37	0,53	0,24	4,5
	Богуславский	4,9	2,3	0,84	1,2	0,55	9,8
	Бородянский	3,2	2,5	1,0	1,4	0,62	8,7
	Вышгородский	2,5	1,6	0,62	0,90	0,39	6,0
	Иванковский	2,8	2,1	0,85	1,2	0,52	7,6
	Кагарлыкский	3,6	1,5	0,57	0,83	0,38	7,0
	Киево-Святошин.	0,81	0,58	0,23	0,33	0,14	2,1
	Макаровский	1,7	0,82	0,32	0,46	0,20	3,5
	Мироновский	2,3	1,1	0,42	0,60	0,26	4,7
	Обуховский	1,7	0,66	0,25	0,36	0,16	3,1
	Полесский	15	10	4,0	5,8	2,5	37,3
	Рокитнянский	6,3	3,1	1,2	1,7	0,76	13,1
	Таращанский	5,3	2,2	0,82	1,2	0,54	10,1
	Фастовский	1,4	0,58	0,22	0,32	0,14	2,7
Ровенская	Березневский	2,4	2,9	1,3	1,8	0,72	9,1
	Владимирецкий	3,6	4,8	2,1	3,0	1,2	14,6
	Дубровицкий	5,9	7,7	3,4	4,8	1,9	23,6
	Заричненский	3,6	7,6	3,5	4,9	1,9	21,5
	Рокитновский	4,2	9,6	4,4	6,2	2,4	26,9
	Сарненский	3,3	4,7	2,1	3,0	1,2	14,3
Черкасская	Звенигородский	6,9	1,8	0,66	1,0	0,44	10,8
	Каневский	4,9	1,3	0,48	0,69	0,31	7,7
	Катеринопольский	5,6	1,5	0,55	0,80	0,36	8,8
	Корсунь-Шевченк.	3,0	0,84	0,32	0,46	0,20	4,8
	Тальновский	4,5	1,2	0,45	0,65	0,29	7,1
Черниговская	Козелецкий	1,1	0,76	0,31	0,44	0,19	2,8
	Корюковский	1,0	0,65	0,28	0,40	0,16	2,5
	Репкинский	2,2	1,4	0,55	0,79	0,33	5,2
	Семеновский	2,3	1,4	0,58	0,83	0,35	5,5
	Черниговский	1,9	0,81	0,33	0,47	0,20	3,7

области (таблица 3.3.5). Средняя по району плотность загрязнения ^{137}Cs в НП этих районов составляет 70–100 кБк/м², что обусловило относительно невысокие (меньше 5 мЗв за этот период) дозы внешнего облучения.

Основной вклад (80 и больше процентов) в дозу облучения жителей этих районов внесло внутреннее облучение за счет потребления радиоактивно загрязненных продуктов местного производства.

Коллективные дозы облучения в разные периоды 1986–2005 гг.

В таблице 3.3.6 приведены оценки коллективных доз суммарного облучения жителей районов общедозиметрической паспортизации в разные периоды 1986–2005 гг., а также процент компоненты внешнего облучения в суммарной коллективной дозе. Этот процент меняется от района к району и составляет от 7% (Любешевский район Волыни) до 97% (Звенигородский район Черкасской области). Наибольший вклад внешнего облучения (более 90%) установлен для районов Винницкой области и ряда районов Черкасщины, наименьший – для районов Волыни (7–11%) и Ровенщины (17–30%). Наибольшие коллективные дозы получили сельские жители Овручского района Житомирской области и Дубровицкого и Рокитновского районов Ровенской области.

Таблица 3.3.6

Коллективные дозы суммарного (внешнего и внутреннего) облучения населения районов общедозиметрической паспортизации в разные временные периоды после Чернобыльской аварии и процент коллективной дозы, связанный с внешним облучением

Область, район		1986		1987–2005		1986–2005	
		Коллективная доза					
		чел.·Зв	%*	чел.·Зв	%*	чел.·Зв	%*
Винницкая	Гайсинский	66,96	31	39,3	92	106,2	54
	Немировский	73,79	31	42,9	93	116,7	54
	Томашпольский	70,15	31	41,3	92	111,5	54
	Тульчинский	208,87	31	118,4	96	327,3	55
Волынская	Камень-Каширский	149,42	31	743,1	11	892,5	14
	Любешевский	67,08	31	497,8	7,3	564,9	10
	Маневичский	103,17	31	502,3	11	605,4	15
Житомирская	Емельчинский	109,70	47	267,3	33	377,0	37
	Коростенский	269,83	72	403,6	83	673,4	79
	Лугинский	141,18	73	357,5	50	498,7	56
	Малинский	82,27	49	84,4	82	166,6	65
	Народичский	355,47	70	591,5	73	946,9	72
	Нов.-Волинский	48,07	38	59,0	53	107,1	46
	Овручский	416,61	62	1094,2	40	1510,8	46
	Олевский	163,75	71	394,5	51	558,2	57
Киевская	Белоцерковский	122,23	47	109,0	91	231,3	68
	Богуславский	144,81	54	142,7	93	287,5	73
	Бородянский	78,18	69	137,9	67	216,1	68
	Вышгородский	116,18	66	166,4	79	282,6	73
	Иванковский	59,13	69	98,8	71	157,9	70
	Кагарлыкский	106,71	49	97,3	93	204,0	70
	Киево-Святошин.	72,63	69	113,2	76	185,9	73
	Макаровский	59,34	46	64,1	73	123,4	60
	Мироновский	76,43	45	78,4	76	154,8	60
	Обуховский	44,52	43	38,1	87	82,6	63
	Полесский	139,09	69	214,7	77	353,8	74

Область, район		1986		1987–2005		1986–2005	
		Коллективная доза					
		чел.·Зв	%*	чел.·Зв	%*	чел.·Зв	%*
Киевская	Рокитнянский	162,26	55	171,8	89	334,0	72
	Таращанский	160,83	51	146,5	96	307,4	72
	Фастовский	48,85	41	43,0	80	91,9	60
Ровенская	Березнивский	108,20	47	309,4	28	417,6	33
	Владимирецкий	193,05	51	590,7	29	783,7	34
	Дубровицкий	273,71	55	826,0	31	1099,7	37
	Заричненский	104,87	52	521,7	18	626,6	23
	Рокитновский	178,99	53	956,5	17	1135,5	23
	Сарненский	187,58	50	625,3	26	812,8	31
Черкасская	Звенигородский	279,70	31	156,4	97	436,1	55
	Каневский	165,32	31	93,4	96	258,7	55
	Катеринопольский	102,27	31	58,6	94	160,9	54
	Корсунь-Шевченк.	103,29	31	62,7	89	166,0	53
	Тальновский	133,17	31	77,9	93	211,1	54
Черниговская	Козелецкий	59,52	51	90,0	58	149,5	56
	Корюковский	21,63	36	32,0	42	53,6	40
	Репкинский	65,69	50	91,1	62	156,8	57
	Семеновский	48,20	46	65,3	59	113,5	54
	Черниговский	128,31	33	124,7	59	253,0	46

* Процент коллективной дозы внешнего облучения.

3.3.4. Средние суммарные и коллективные эффективные дозы облучения всего населения Украины, накопленные на протяжении 1986–2005 гг.

Наиболее высокие средние эффективные дозы суммарного облучения в 1986 г. (таблица 3.3.7) определены для жителей Житомирской и Киевской областей и составляют 2,1 мЗв. В период 1987–2005 гг. самые высокие средние дозы суммарного облучения определены для жителей Ровенской (4,6 мЗв), Житомирской (3,9 мЗв), Киевской (2,8 мЗв) и Волынской (2,9 мЗв) областей. В целом за этот период наиболее высокие кумулятивные дозы суммарного облучения получили жители Ровенской (6,2 мЗв) и Житомирской (5,9 мЗв) областей, а также жители Волынской (3,8 мЗв), Киевской (4,9 мЗв) и Черкасской (3,5 мЗв) областей.

Таблица 3.3.7

Средние по областям Украины дозы суммарного (внешнего и внутреннего) облучения, накопленные за разные периоды после аварии

Область	Численность населения (тысяч)	Средние дозы, мЗв			Коллективная доза, чел.·Зв		
		Годы			Годы		
		1986	1987–2005	1986–2005	1986	1987–2005	1986–2005
Винницкая	1953	1,1	1,1	2,2	2233	2111	4345
Волынская	1047	0,88	2,9	3,8	920	3067	3987
Луганская	2832	1,3	1,8	3,1	3650	5085	8735
Днепропетровская	3810	0,71	1,3	2,0	2699	4885	7583
Донецкая	5328	1,1	1,7	2,9	5892	9316	15 208
Житомирская	1548	2,1	3,9	5,9	3213	5977	9189
Закарпатская	1203	0,54	0,75	1,3	644	903	1548

Область	Численность населения (тысяч)	Средние дозы, мЗв			Коллективная доза, чел.·Зв		
		Годы			Годы		
		1986	1987–2005	1986–2005	1986	1987–2005	1986–2005
Запорожская	2045	0,57	1,0	1,6	1161	2011	3172
Ивано-Франковская	1375	1,2	1,2	2,4	1594	1667	3260
Киевская	1874	2,1	2,8	4,9	3911	5253	9164
Кировоградская	1233	0,86	1,0	1,9	1059	1283	2343
Крым (Автономная Республика)	2005	0,61	1,0	1,6	1232	2017	3249
Львовская	2671	0,53	0,87	1,4	1424	2336	3760
Николаевская	1301	0,61	0,88	1,5	799	1143	1942
Одесская	2656	0,81	1,0	1,8	2161	2692	4853
Полтавская	1732	0,76	1,1	1,9	1324	1916	3240
Ровенская	1162	1,6	4,6	6,2	1870	5295	7165
Сумская	1425	0,93	1,3	2,2	1326	1819	3145
Тернопольская	1150	0,76	1,0	1,7	872	1103	1976
Харьковская	3163	0,79	1,0	1,8	2487	3205	5692
Херсонская	1222	0,44	0,71	1,2	543	868	1411
Хмельницкая	1528	0,77	1,0	1,7	1182	1474	2656
Черкасская	1522	1,8	1,7	3,5	2781	2593	5374
Черновицкая	914	1,5	1,3	2,9	1410	1229	2639
Черниговская	1427	0,95	1,4	2,3	1352	1959	3311
г. Киев	2469	1,1	1,6	2,7	2793	3941	6734
г. Севастополь	381	0,90	1,1	2,0	342	422	764
Всего	50 976	–	–	–	50 873	75 572	126 444

Наибольшие коллективные дозы за 1986–2005 гг. получили жители Донецкой области (более 15 тыс. чел.·Зв), что обусловлено не столько радиационным фактором, сколько наибольшей среди всех областей численностью населения. В то же время средняя индивидуальная суммарная доза жителей этой области составляет 2,9 мЗв.

3.3.5. Поглощенные дозы облучения щитовидной железы населения Украины от радиойода аварийного происхождения

Вследствие аварийного выброса на Чернобыльской АЭС практически на всей территории Украины прошли выпадения радиойода, ставшие источником внутреннего облучения щитовидной железы практически всего населения Украины, связанного с потреблением радиоактивно загрязненных продуктов питания и ингаляционным поступлением.

Уровни выпадений ^{131}I на территории Украины были очень неравномерными, а среднеобластные их значения варьировали от 0,01 МБк/м² (Ивано-Франковская область) до 2,02 МБк/м² (Киевская область) [17, 18]. При этом наиболее загрязненными (0,16–2,02 МБк/м²) оказались северные области: Киевская, Житомирская, Ровенская, Черниговская, Черкасская и Волынская (карта-схема на рис. 3.3.2).

В мае-июне 1986 г. было выполнено более 150 000 прямых измерений активности радиойода в щитовидной железе населения (преимущественно у детей и подростков) [19–21], которые проживали на наиболее пострадавших территориях Киевской, Житомирской и Черниговской областей. Базируясь на анализах и обобщении результатов этих измерений, а также с использованием экологических моделей миграции радиойода в окружающей среде, были реконструированы поглощенные дозы облучения щитовидной железы жителей всех населенных пунктов Украины [22–24]. В пределах каждого населенного пункта оценивались 38 гендерно-возрастных доз: для каждой возрастной группы в интервале 0–18 лет для обоих полов.

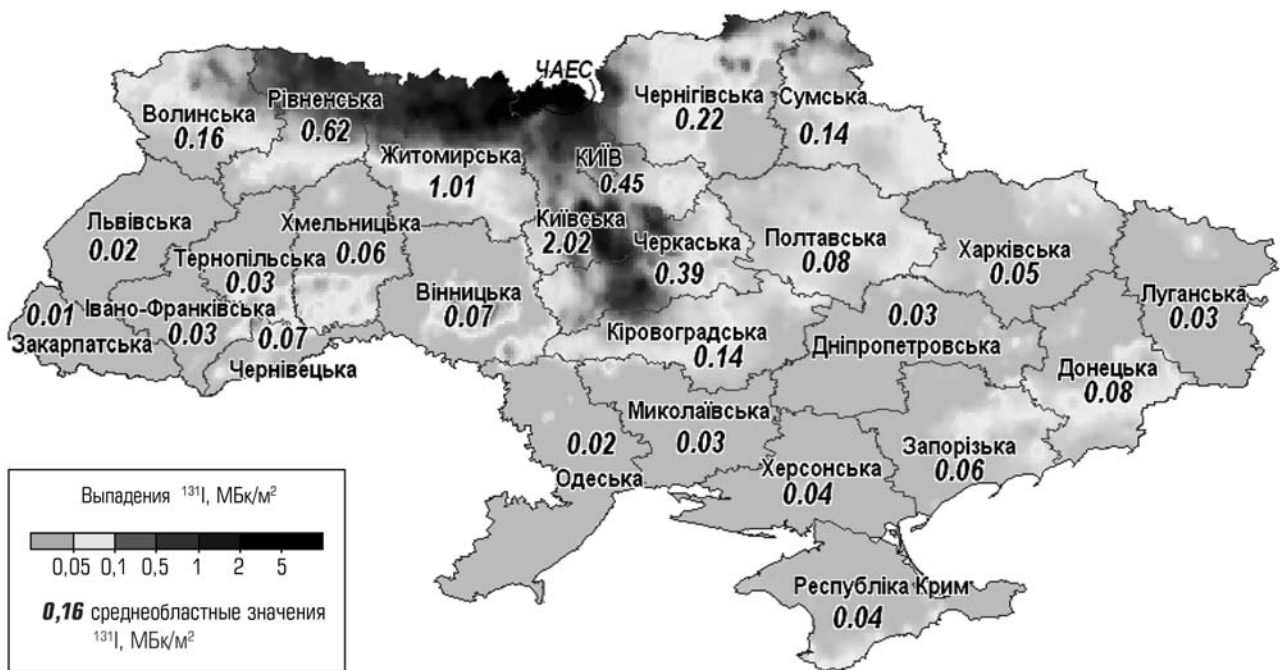


Рис. 3.3.2. Распределение кумулятивных выпадений ^{131}I по территории Украины вследствие аварии на Чернобыльской АЭС [17, 18]

Среднегрупповые поглощенные дозы облучения щитовидной железы жителей северных районов Киевской, Житомирской и Черниговской областей

К наиболее пострадавшим от радиационной аварии территориям Украины относятся 13 районов севера Киевской, Житомирской и Черниговской областей. При этом максимальному влиянию (как с точки зрения доз облучения, так и возможных радиологических последствий [25, 26]) подверглись дети и подростки на момент аварии (таблица 3.3.8).

Таблица 3.3.8

Средние по районам Киевской, Житомирской и Черниговской областей поглощенные дозы облучения щитовидной железы от радиойода (мГр) детского и подросткового населения северных районов Украины

Область	Район	Количество НП	Количество населения 0–18 лет (1986)	Средняя по районам поглощенная доза облучения щитовидной железы, мГр		
				Средняя по району	Минимальная*	Максимальная*
Житомирская	Коростенский	113	33 600	221	37	1470
	Лугинский	49	7500	318	79	1138
	Народичский	76	7000	1559	119	6879
	Овручский	154	22 700	533	82	2166
	Олевский	60	19 000	213	44	1259
Киевская	Иванковский	67	7100	199	55	632
	Бородянский	45	15 600	161	52	797
	Вышгородский	58	18 400	263	69	757
	Киево-Святошинский	51	45 200	51	22	128
	Макаровский	63	10 400	205	85	716
	Полесский	61	8100	778	16	7269
Черниговская	Козелецкий	107	16 100	130	26	605
	Репкинский	112	9900	236	34	1471
	Черниговский	125	18 200	427	43	6528

* В пределах НП района.

Анализ полученных оценок доз показал, что в Житомирской области наиболее высокие поглощенные дозы облучения щитовидной железы (5000–7000 мГр) получили дети и подростки четырех сел Народичского района: Ноздрище, Новое Шарное, Христиновка и Малые Миньки. В Киевской области наиболее высокие поглощенные дозы облучения щитовидной железы (2000–4000 мГр) у детей и подростков пяти населенных пунктов Полесского района: Варовичи, Ковшиловка, Кливин, Владимирское и Денисовичи, а также с. Городчаны Чернобыльского района (сейчас Иванковского). У детей и подростков с. Весняное Полесского района средняя доза облучения щитовидной железы составила ~7300 мГр. В Черниговской области наиболее высокие дозы облучения щитовидной железы (1500–7000 мГр) получили дети и подростки шести населенных пунктов Черниговского района: для жителей сел Москали, Мньов и Скупари эти дозы лежат в интервале 1500–2000 мГр, для с. Центральное они составляют 3200 мГр, а для с. Локотьков – до 6500 мГр. Средняя для детей и подростков городов Киев, Житомир и Чернигов поглощенная доза облучения щитовидной железы составила: 53, 40 и 128 мГр, соответственно.

Средние дозы облучения щитовидной железы детей и подростков разных областей Украины

Для всех областей Украины, г. Киева и АР Крым выполнены оценки средних по области доз облучения щитовидной железы детей и подростков отдельно для каждой из 38 гендерно-возрастных групп (взвешенных по численности жителей гендерно-возрастной группы в отдельном НП) (таблица 3.3.9). Оказалось, что средние поглощенные дозы облучения щитовидной железы в разных областях Украины лежат в интервале от 3 мГр (Закарпатская) до 94 мГр (Житомирская). Наибольшие средние по области дозы разных возрастных групп получены для Житомирской (29–169 мГр), Киевской (28–170 мГр), Черниговской (20–121 мГр), Ровенской (23–149 мГр) и Черкасской (18–117 мГр) областей.

Таблица 3.3.9

Средние по областям Украины гендерно-возрастные дозы облучения щитовидной железы (М – мальчики, F – девочки)

Область	Возраст в 1986 году											
	1–18 лет		1 год		5 лет		10 лет		14 лет		18 лет	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
Доза облучения щитовидной железы, мГр												
Винницкая	76	85	170	162	103	110	53	65	42	59	28	38
Волынская	54	62	120	121	74	82	37	45	32	39	20	28
Луганская	80	94	169	170	109	122	57	74	46	66	29	47
Днепропетровская	32	32	77	68	47	48	21	21	17	20	12	12
Донецкая	49	61	112	117	70	79	34	48	26	44	18	28
Житомирская	64	77	143	149	89	98	43	59	38	55	23	35
Закарпатская	12	16	27	32	17	21	8	12	6	11	4	7
Запорожская	31	38	73	77	45	52	21	29	17	26	11	16
Ивано-Франковская	13	16	29	32	18	21	9	12	7	11	5	7
Киевская	25	31	59	62	37	42	18	24	14	22	9	13
Кировоградская	19	23	45	48	27	32	13	17	11	16	7	11
Крым (Авт. Республика)	5	6	12	13	7	9	3	4	3	4	2	3
Львовская	14	18	31	35	19	24	10	14	8	13	5	8
Николаевская	8	10	20	21	13	14	6	7	4	6	3	4
Одесская	14	16	32	33	20	21	9	12	8	11	5	7
Полтавская	32	39	70	76	44	50	22	31	19	29	12	18
Ровенская	7	8	15	16	9	10	5	6	4	6	2	4
Сумская	8	9	17	19	11	13	5	7	4	6	3	4
Тернопольская	6	6	13	14	8	9	4	5	3	4	2	3

Область	Возраст в 1986 году											
	1–18 лет		1 год		5 лет		10 лет		14 лет		18 лет	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
	Доза облучения щитовидной железы, мГр											
Харьковская	5	6	12	13	7	9	4	5	3	4	2	3
Херсонская	9	10	22	22	13	15	6	7	5	7	3	4
Хмельницкая	4	5	10	9	6	6	3	3	2	3	1	2
Черкасская	10	12	23	26	14	17	7	9	5	7	4	5
Черновицкая	6	8	15	16	9	10	4	6	3	5	2	4
Черниговская	3	4	6	7	4	5	2	3	2	3	1	2
г. Киев	13	16	29	33	18	22	9	12	7	10	5	7
г. Севастополь	20	19	49	43	30	31	13	14	11	13	8	8

Базируясь на агрегированных уровнях областных доз облучения щитовидной железы детей и подростков, всю территорию Украины можно условно разделить на три дозовые зоны (рис. 3.3.3):

(1) Зона *высоких доз* облучения щитовидной железы (более 35 мГр), которая включает пять северных областей: Киевскую, Житомирскую, Черниговскую, Ровенскую и Черкасскую.

(2) Зона относительно *умеренных доз* облучения щитовидной железы (14–34 мГр), в которую вошли шесть областей: Сумская, Полтавская, Кировоградская, Винницкая, Хмельницкая и Волынская, а также Херсонская область и Автономная Республика Крым.

(3) Зона относительно *низких доз* облучения щитовидной железы (меньше 14 мГр), к которой можно отнести остальные 12 областей Украины.



Рис. 3.3.3. Средние по областям Украины поглощенные дозы облучения щитовидной железы детей и подростков (возраст на момент аварии)

3.4. Облучение населения загрязненных территорий источниками неаварийного происхождения

На сегодняшний день фаза аварии на ЧАЭС по международным критериям относится к заключительной, восстановительной, стадии аварии – ситуация пролонгированного облучения [25]. На этой стадии аварийные дозы облучения незначительны и уменьшить их, при разумных затратах, практически невозможно. Поэтому современная система противорадиационной защиты предусматривает уменьшение дополнительных доз облучения населения за счет других регулируемых источников пролонгированного действия неаварийного происхождения с применением процедур оптимизации контрмер.

На рис. 3.4.1 приведены средневзвешенные суммарные дозы облучения населения загрязненных территорий, существующие на данный момент.

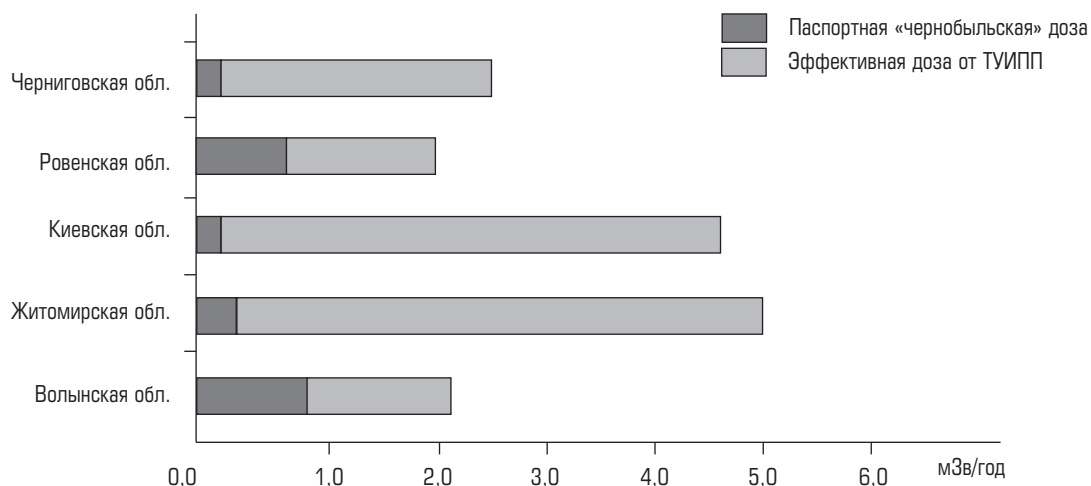


Рис. 3.4.1. Существующие эффективные дозы облучения населения, обусловленные источниками «неаварийного» происхождения для территорий отдельных областей, отнесенных к категории пострадавших от аварии на ЧАЭС

К регулируемым «неаварийным» источникам относятся техногенно усиленные источники природного происхождения (ТУИПП): радон в воздухе помещений, природные радионуклиды в строительных материалах и питьевой воде.

Для большинства территорий, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС, дополнительные «аварийные» дозы облучения в структуре управляемой компоненты существующих сегодня суммарных доз составляют 5–10% (за исключением некоторых регионов Ровенской области).

Структура и процентный вклад каждого источника в существующую суммарную дозу облучения населения загрязненных территорий Ровенской и Киевской областей приведены на рис. 3.4.2.

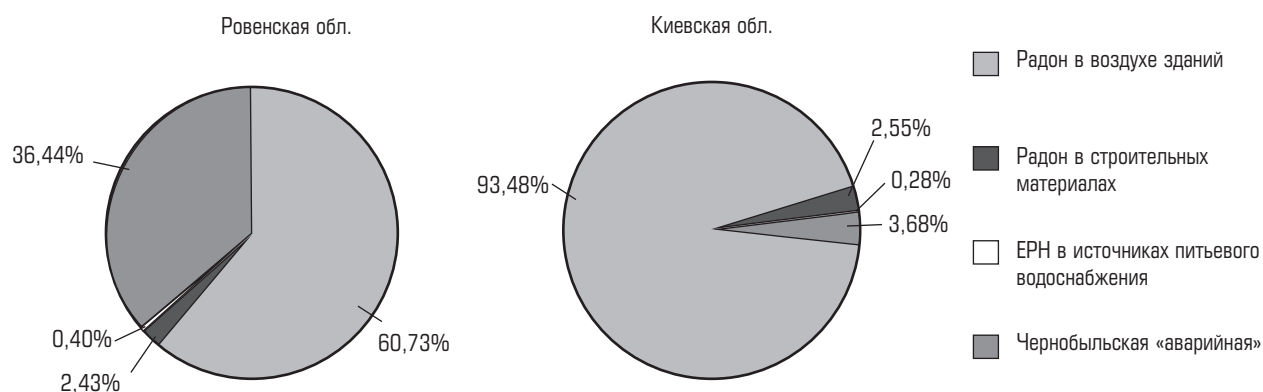


Рис. 3.4.2. Структура и процентный вклад отдельных источников облучения в существующие суммарные эффективные дозы облучения населения

4. СОЦИАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА ПО ПРЕОДОЛЕНИЮ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ

4.1. Социальные последствия Чернобыльской катастрофы с позиций 20-летнего периода

Сегодня социальные последствия Чернобыльской катастрофы (ЧК) требуют внимания и осмысления в контексте процессов двадцатилетних изменений в украинском обществе, существенно отразившихся на социальном самочувствии и отношениях разных категорий пострадавших, что приводит к переоценке социальных рисков для них и поиску новых моделей шансов активной жизнедеятельности, а значит, возрождения жизни пострадавших сообществ. В пересмотре нуждаются особенности и объемы социальных последствий – существующих и отдаленных, прямых и опосредованных, так как состояние сообществ и окружающей среды динамически меняются.

Общая динамическая оценка социальных последствий возможна только путем комплексного использования различных источников информации: государственной и административной статистики; результатов научно-практических исследований; социологических опросов; экспертных оценок и т. д. Такая концепция реализована Институтом социологии Национальной академии наук Украины, который с 1992 г. проводит систематизированные исследования под названием «Социально-психологический мониторинг последствий Чернобыльской катастрофы», результаты которых отражены в тринадцати изданиях цикла научных работ «Чернобыль и социум» [1–13] и учитываются при принятии соответствующих управленческих решений.

Заказчиком этих работ выступает Министерство Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций и защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы. Диапазон социальных последствий аварии на ЧАЭС чрезвычайно широк (см. схему 4.1.1), каждый сегмент требует внимания и соответствующего реагирования государства и общества. Социальный мониторинг показал ошибочность сведения политики преодоления социальных последствий ЧК к социальной помощи, поскольку это приводит к социальному исключению из сферы активной жизни огромных масс пострадавших, а в некоторых случаях – к социальной деградации. Через 20 лет после ЧК задача возрождения и развития отдельных групп и сообществ потерпевших продолжает усложняться, превращая эффективность постчернобыльской социальной политики в серьезную проблему для Украины, и особенно для населения регионов, пострадавших от катастрофы [14].



Схема 4.1.1. Структура социальных последствий Чернобыльской катастрофы на основе результатов социально-психологического мониторинга Института социологии НАН Украины (1992–2005 гг.)

При этом под социальной политикой понимается система мер, направленных на осуществление социальных программ, поддержание уровней доходов и жизни населения, обеспечение занятости, поддержку социальной сферы, предупреждение социальных конфликтов [15]. Национальная политика в сфере комплексной защиты пострадавших от последствий аварии на Чернобыльской АЭС базируется на таких принципах:

- приоритете жизни и здоровья пострадавших от Чернобыльской катастрофы, полной ответственности государства за создание безопасных условий жизни и работы;
- комплексном решении задач здравоохранения, социальной политики и использования загрязненных территорий на основе национальных программ;
- социальной защите и полном возмещении причиненного ущерба пострадавшим;
- использовании экономических путей улучшения жизни через политику льготного налогообложения граждан, пострадавших от ЧК, и их объединений;
- осуществлении мероприятий по профессиональной переориентации и повышению квалификации пострадавшего населения;
- сотрудничестве и проведении консультаций между государственными органами и пострадавшими (их представителями, социальными группами) при принятии решений по социальной защите на местном и государственном уровнях;
- международном сотрудничестве по вопросам здравоохранения, социальной и противорадиационной защиты, охраны труда, использовании мирового опыта организации деятельности по этим вопросам [16].

До 1990 г. не существовало достаточно полного правового поля по вопросам социальной защиты и определения статуса граждан, пострадавших вследствие ЧК. Действовали постановления ЦК КПСС, Совета Министров СССР, приказы отраслевых министерств и ведомств. Большинство указанных документов имели грифы секретности, что сужало рамки их использования. Основы законодательного обеспечения социальной защиты пострадавших изложены в Законе Украины от 28 февраля 1991 г. № 796-ХІІ «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы», которым определены основные положения по реализации конституционного права граждан, пострадавших от ЧК, на охрану их жизни и здоровья; создан единый порядок определения статуса пострадавших. На базе Закона разработаны и введены в действие соответствующие подзаконные акты. В 1991–2004 гг. Верховная Рада Украины внесла ряд изменений в Закон, уточнив нормы законодательства, расширив социальные гарантии пострадавшим, внедрив новый порядок определения их категорий, значительно расширив круг льгот и компенсаций потерпевшим детям, инвалидность которых связана с ЧК. На Министерство по вопросам чрезвычайных ситуаций и защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы возложена функция координации по преодолению ее социальных последствий.

Непосредственно после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. в Украине была введена компенсационная политика по отношению ко всем категориям пострадавших от ЧК. Компенсации проводились в форме выплат, бесплатного и внеочередного допуска к разного рода услугам, что вызвало существенное увеличение объема расходов в национальном бюджете. С приобретением страной независимости политические институты, находившиеся в стадии зарождения, от имени своих избирателей энергично взялись за решение проблем, вызванных ЧК, в результате чего Парламент неоднократно соглашался на возмещение ущерба без надлежащей оценки ресурсных возможностей. Многие обязательства оказались невыполненными, «чернобыльские выплаты» легли тяжелым бременем на национальный бюджет [17].

С годами «чернобыльская» проблема все больше трансформировалась из технической в преимущественно социальную: сейчас около 90% запланированных госбюджетом средств на финансирование чернобыльских программ имеют социальную направленность. Именно поэтому с января 2004 г. значительная часть полномочий и большая часть программ социальной защиты граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, переданы по решению Правительства от МЧС к Министерству труда и социальной политики – центральному органу исполнительной власти, ответственному за проведение социальной политики в государстве.

Указом Президента Украины от 5.03.2004 г. № 283 определено разработку и координацию программ реализации государственной политики в сфере социальной защиты населения, включая и граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, одной из основных задач Минтруда. Это позволяет обеспечить комплексное решение вопросов социальной защиты граждан, пострадавших вследствие ЧК, создать действующую управленческую вертикаль на общегосударственном уровне с учетом способности их выполнять уже существующими региональными органами труда и социальной защиты населения, позволит комплексно решать «чернобыльские проблемы», определять приоритетность затрат, контролировать целевое использование бюджетных средств.

4.2. Система социальной защиты и обслуживания пострадавшего населения

В соответствии с Законом Украины «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» под особую государственную социальную защиту взяты непосредственные участники ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, наиболее уязвимые слои населения – дети и инвалиды, жители населенных пунктов, расположенных на территориях с повышенными уровнями радиоактивного загрязнения.

На 1 января 2006 г. в Украине 2 594 071 человек имел статус пострадавшего вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС (таблица 4.2.1). При сокращении общей численности пострадавших на 19% за 1997–2006 гг., что вполне естественно, обнаружилось две характерные особенности. Резко, почти в 1,8 раза, возрос контингент категории 1 – «инвалидов Чернобыля». Не настолько существенно, на 3%, возросло количество пострадавших категории Г – тех, кто работал за пределами зоны отчуждения. Но быстрее всего (на 24%) уменьшилась численность категории 2А – участников ликвидации последствий аварии в 1986–1987 гг. Это говорит о том, что именно первая волна «ликвидаторов», мужчин молодого возраста, ощутила наиболее сильный удар по здоровью.

Таблица 4.2.1

Динамика общей численности граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, по категориям (на 1 января 1997–2006 гг.)

Категории пострадавших	Количество пострадавших, тыс. чел.				
	1997	2000	2005	2006	2006 к 1997, %
Категория 1: Инвалиды, инвалидность которых связана с Чернобыльской катастрофой	59 582	86 775	105 251	106 824	179
Категория 2	339 666	307 982	276 072	268 815	79
в том числе:					
2А – (участники ЛПА в 1986–1987 гг.)	252 939	227 135	197 817	191 167	76
2Б потерпевшие	86 727	80 847	78 255	77 648	90
Категория 3	558 637	549 649	537 504	533 144	95
в том числе:					
3А – (участники ЛПА в 1987–1990 гг.)	69 620	62 729	55 391	52 346	75
3Б – потерпевшие	489 017	486 920	482 113	480 798	98
Категория 4	1 169 804	1 150 273	1 081 469	1 065 022	91
Категория Г: лица, работавшие за пределами Зоны отчуждения	2530	2862	2780	2606	103
Потерпевшие дети (в том числе по облучению щитовидной железы в 1986 г.)	1 083 107	1 264 329	643 030	617 660	57
Всего	3 213 326	3 361 870	2 646 106	2 594 071	81

Источник: Данные Министерства по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы, 2006 г.

Статус пострадавших постоянно пересматривает Комиссия по спорным вопросам определения статуса лиц, принимавших участие в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС [16].

Информация о пострадавших собирается в отдельном Банке данных при МЧС, задача которого заключается в обеспечении достоверной информацией центральные и местные органы исполнительной власти. Сегодня в Украине насчитывается 19 109 семей, получающих льготы вследствие утраты кормильца, смерть которого связана с Чернобыльской катастрофой [19]. Такие семьи имеются во всех регионах Украины (таблица 4.2.2).

Количество семей, распавшихся или несложившихся в результате переселения, вахтовой специфики работы на АЭС, состояния здоровья ликвидаторов, вспомогательного персонала, переселенных и т. п., к сожалению, не отслеживает никто. Зато четко обозначилась тенденция увеличения количества тех, кто не планирует создавать семью, а также зафиксированы изменения в иерархии причин, по которым молодые люди не видят себя состоящими в браке, и «чернобыльский» фактор играет здесь решающую негативную роль. Вместе с тем все категории пострадавших считают семью главным институтом выживания.

В течение нескольких последних лет Украина проводит радикальное реформирование системы социальной защиты населения. Сегодня на порядке дня – поиск оптимальных путей оказания социальной помощи и услуг на местном уровне. На выполнение постановления Кабинета

Количество семей, получающих льготы вследствие утраты кормильца, смерть которого связана с Чернобыльской катастрофой (на 1 января 2006 года) [20]

Регионы, области	Количество семей	Регионы, области	Количество семей
АР Крым	155	Одесская	167
Винницкая	332	Полтавская	440
Волынская	1057	Ровенская	1734
Днепропетровская	743	Сумская	247
Донецкая	915	Тернопольская	203
Житомирская	2058	Харьковская	596
Закарпатская	114	Херсонская	72
Запорожская	139	Хмельницкая	186
Ивано-Франковская	118	Черкасская	929
Киевская	4776	Черновицкая	90
Кировоградская	227	Черниговская	740
Львовская	306	г. Киев	2544
Луганская	136	г. Севастополь	9
Николаевская	76	Всего по Украине	19 109

Источник: Данные Министерства по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы, 2006 г.

Министров Украины от 17.08.2002 г. № 1146 «Об усовершенствовании механизма оказания социальной помощи» Минтруда создаются условия для углубления адресности социальной помощи и упрощения механизма ее оказания. С принятием Указа Президента Украины от 10.10.2005 г. № 1430 к компетенции Министерства труда и социальной политики отнесен вопрос организации и координации работ, связанных с определением статуса лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, обеспечения осуществления мероприятий по санаторно-курортному лечению и оздоровлению этих лиц.

В 2005 г. по инициативе Министерства приняты постановления Кабинета Министров Украины от 12.07.2005 г. № 562, которым увеличены в 4–5 раз размеры ежегодной денежной помощи по оздоровлению пострадавших граждан, и от 27.12.2005 г. № 1293, которым начиная с 1 января 2006 г. увеличены размеры пенсий, назначенных согласно статье 54 Закона Украины «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы»:

в 3,5 раза – пенсия по инвалидности участникам ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. и пенсия в связи с утратой кормильца вследствие Чернобыльской катастрофы членам их семей;

в 2,5 раза – пенсия по инвалидности участникам ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в 1987–1990 гг., гражданам, эвакуированным в 1986 г. из Зоны отчуждения, и пенсия в связи с утратой кормильца вследствие Чернобыльской катастрофы членам их семей.

Одной из составляющих социальной защиты пострадавших стало переселение граждан из радиоактивно загрязненных территорий и улучшение жилищных условий инвалидов, инвалидность которых связана с ЧК. С момента принятия правительственных решений об эвакуации и переселении пострадавших с радиоактивно загрязненных территорий эвакуировано и переселено более 52 тыс. семей (164,7 тыс. человек, из них в 1986–1990 гг. – 90 784 человека) [19].

По состоянию на 01.01.2006 г., в очереди на обеспечение жильем пострадавших находилась 44 191 семья, в том числе 10 630 семей инвалидов-чернобыльцев и 15 149 семей – переселенцев из радиоактивно загрязненных территорий, которые находятся на квартирном учете с 1990–1991 гг. и 18 тыс. 412 семей, отнесенных к категории 2 (таблицы 4.2.3–4.2.4). Заметим, что в течение 1993–2005 гг. жилье было предоставлено 7351 семье инвалидов-чернобыльцев, которые согласно законодательству Украины должны обеспечиваться жильем в течение года с момента зачисления на квартирный учет за счет государственного бюджета (таблица 4.2.5). Для решения в полном объеме их жилищного вопроса необходимо около 5,8 млрд грн. Выплату компенсаций за утраченное потерпевшими недвижимое имущество планируется завершить до 31 декабря 2007 года.

Возрождение активного образа жизни, ориентации, состояние здоровья, самочувствие, миграционные настроения пострадавших во многом зависят от решения их хозяйственных и много-

Переселение из зоны безусловного (обязательного) отселения (семей)

	Всего	В том числе по областям			
		Житомирская	Киевская	Ровенская	Черниговская
Планировалось отселить	18 147	8480	8721	721	228
Переселено в 1990–2005 гг.	14 893	5961	8382	344	206
В том числе по годам:					
2001	45	40	5	–	–
2002	68	68	–	–	–
2003	91	91	–	–	–
2004	60	60	–	–	–
2005	79	79	–	–	–
Проживают в зоне безусловно-го (обязательного) отселения	1258	734*	81*	517**	12**

* Необходимо переселить по желанию семей.

** Отказались от переселения.

Источник: Данные Министерства по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы, 2006 г.

Таблица 4.2.4

Переселение из зон гарантированного добровольного отселения и усиленного радиологического контроля

	Семей
Переселено в течение 1990–2005 годов (всего)	14 171
В том числе по годам:	
1996	1367
1997	945
1998	504
1999	615
2000	370
2001	286
2002	86
2003	229
2004	69
2005	–

Таблица 4.2.5

Предоставление жилья семьям инвалидов-чернобыльцев

	Семей
1993 – 2005 годы (всего)	7351
В том числе по годам:	
1996	845
1997	858
1998	525
1999	839
2000	713
2001	602
2002	247
2003	340
2004	168
2005	152

Источник: Данные Министерства по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы, 2006 г.

численных бытовых проблем [22]. С учетом этого определены основные направления Чернобыльской строительной программы: 1) улучшение условий проживания пострадавших на радиоактивно загрязненных территориях и в местах компактного переселения путем строительства медицинских учреждений, учебных заведений, газовых сетей, осуществления газификации квартир; 2) создание рабочих мест в местах компактного переселения граждан; 3) осуществление неотложных мер в зоне безусловного (обязательного) отселения. Одной из проблем реализации данной программы стало большое количество объектов незавершенного строительства, которое по состоянию на 01.01.2006 г. составляло 1419 единиц. Жилищно-бытовое обеспечение пострадавших призвана решить программа социального развития пострадавших сообществ и территорий.

Пострадавшие о состоянии социального обеспечения

По данным социального мониторинга последствий ЧК, на протяжении всего времени после аварии пострадавшие отмечают ухудшение состояния здоровья, обращая все большее внимание

на роль экологического фактора. Если в 1999 г. негативное влияние на здоровье экологической ситуации в пострадавших регионах отмечали 49% опрошенных, то в 2001 г. – 64% [23], с региональными отличиями [24]. На самооценки состояния здоровья влияет уровень восприятия экологического риска: чем выше уровень восприятия радиационного риска, тем ниже, соответственно, самооценка здоровья [25].

Особенно резко изменяются самооценки здоровья такой категории пострадавших, как самоселы. Если в 1999 г. среди них 40% оценивали себя как таких, что имеют хронические болезни или инвалидность, то в 2003 г. – уже 82%. Общеизвестный жизненный оптимизм и мифологизированное сознание нынче не мешают им трезво оценивать свой уровень здоровья как низкий [27]. Сегодня, несмотря на продолжение доминирования в настроениях пострадавших сообществ высокого уровня обеспокоенности состоянием собственного здоровья и здоровья детей, они высказывают сравнительно невысокую потребность в дополнительных медицинских учреждениях [28].

Здоровье населения, включая и потерпевших вследствие Чернобыльской катастрофы, сегодня следует рассматривать не только как медико-физическую, но и как социальную и экономическую категорию, от состояния и тенденций развития которой зависит будущее благосостояние и безопасность всего украинского общества.

Результаты социологического мониторинга населения пострадавших территорий свидетельствуют о возрастающей роли формирования экологической культуры, которая выступает базисом в деятельности человека, направленным на организацию и трансформацию окружающего мира согласно собственным нуждам и намерениям [25]. С ростом образованности населения повышается адекватная оценка глобальных факторов и адекватного поведения на радиоактивно загрязненной местности.

Исследования зафиксировали расхождения между повседневным функционированием и отражением ценностей в сознании. Социальный дисбаланс между принятым набором ценностей и реальными возможностями их достижения приводит к утрате индивидами влечения к культурным стимулам и цивилизованным средствам их достижения, провоцируют сдвиг в ценностно-нормативном поле этнической культуры, деструктурируя мотивационно-волевую сферу формирования личности [29].

Сфера образования и система информирования в случае соответствующих реформирований учебных курсов и программ должна содействовать когнитивной активности людей. С помощью специально разработанных, адаптированных для каждой целевой группы программ можно достичь прямого снижения или косвенной компенсации имеющихся рисков [30, 31]. Утраченная сеть культурно-просветительских учреждений не заменена эффективными альтернативными структурами.

По данным социально-психологического мониторинга Института социологии НАН Украины, многие пострадавшие работают неполный рабочий день или эпизодически (таблица 4.2.6). В 1998 г. наиболее высокий уровень занятости (полный рабочий день) был у жителей II зоны (обязательного отселения) – 69%, а в 1999 г. удельный вес лиц, занятых полный рабочий день, в этой зоне резко сократился на 22% и оставался на уровне 47% до 2003 г. [31]. Аналогичная тенденция наблюдалась и среди жителей III зоны (обязательного отселения). Менее всего занятых полный рабочий день – среди жителей Зоны отчуждения – 3% (в 1998 г. – 0%).

Таблица 4.2.6

Распределение различных групп населения по видам занятости (%)

Группы населения	Виды занятости							
	Работают полный рабочий день		Работают неполный рабочий день		Работают эпизодически		Безработные	
	1998	2003	1998	2003	1998	2003	1998	2003
Жители Зоны отчуждения (1-я зона)	–	3	–	0	–	2	–	8
Жители 2-й зоны	69	48	14	2	0	5	2	8
Жители 3-й зоны	65	41	12	4	1	3	2	10
Жители «чистой зоны»	43	53	8	11	6	6	4	12

Удельный вес лиц с неполной занятостью (или скрытой безработицы) также имел тенденцию к уменьшению. За 1998–2003 гг. занятость жителей 2-й и 3-й зон ухудшилась по сравнению с жителями «чистых районов». Занятость жителей «чистых» районов, наоборот, значительно улучшилась (кроме уровня безработицы). Таким образом, оживление экономической ситуации

в стране вызвало оживление на рынке труда, тогда как уровень занятости пострадавшего населения существенно снизился. Основная причина потери работы пострадавшими – их постарение, выход на пенсию (таблица 4.2.7).

Таблица 4.2.7

**Распределение причин незанятости безработных по регионам проживания 1999–2003 гг.
(в % к ответившим)**

Причины незанятости	Регион проживания			
	II пораженная зона		III пораженная зона	
	1999	2003	1999	2003
Увольнение в связи с реорганизацией, ликвидацией предприятия (производства)	19	5	5	6
Освобождение по другим причинам	19	12	9	9
Не трудоустроен(а) после окончания школы, ПТУ, ВУЗа	5	2	7	13
Не трудоустроен после освобождения со срочной службы в Вооруженных Силах	0	2	0	0
Выход на пенсию	32	74	35	60
Ликвидация собственного дела	5	0	9	4
Разное	19	6	35	7

Показательно, что в 3-й зоне нетрудоустроенность после окончания учебных заведений увеличилась почти вдвое [31].

Ограниченность производственной деятельности на значительных площадях загрязненных территорий сделала социальные выплаты основным источником благосостояния, как и для пенсионеров в целом, что провоцирует социально пассивную психологию сообществ с доминированием ориентации на патерналистские модели жизни. Чтобы не произошло окончательной утраты пострадавших социумов, надо немедленно возрождать производственные мощности и модели самозанятости.

4.3. Сохранение культурного наследия Чернобыльской зоны

Украинское Полесье, как составная часть исторического ареала прародины славян, принадлежит к наиболее уникальным историко-этнографическим регионам славянского мира. Во всех сферах материальной и духовной культуры полищук и сегодня сохранилось много реликтовых явлений, имеющих неопределимое значение для воссоздания этнической истории украинского и других славянских народов.

Чернобыльская катастрофа превратила эту уникальную и малоисследованную территорию в безлюдное дикое место, где оборвалась этнокультурная преемственность поколений. Зона отчуждения и зона безусловного (обязательного) отселения поглотили в бездну забвения 4125 км², на которых в 178 селениях в течение веков 136 тысяч людей сохраняли культуру праукраинцев.

Вынужденное переселение и рассредоточение коренных жителей Полесья неминуемо ведет к разрушению духовного микрокосмоса компактной этнической группы и ее ассимиляции в новой эколого-культурной среде. На отселенных территориях остался обреченный на гибель целостный этнокультурно-языковой континуум, который навсегда исчезает с лица земли. Разрушительные процессы наблюдаются и в зоне гарантированного добровольного отселения.

Спасение культурных ценностей началось с процесса всестороннего системно-целостного поиска и фиксации этнокультурных ценностей с целью создания многопрофильного регионального научно-информационного фонда, состоящего из мобильных экспонатов, подлежащих вывозу, и недвижимых памятников истории (мемориалов, исторических захоронений и кладбищ, археологических объектов), которые остаются на отселенных территориях и подлежат периодическому памяткосохранному мониторингу.

В соответствии с постановлением Верховной Рады Украины эта работа возложена на Историко-культурологическую экспедицию Минчернобыля Украины, которая с 1992 г. работает по перспективной комплексной программе с привлечением временных творческих коллективов профильных академических институтов, вузов, музеев и общественных организаций Украины.

В течение 1993–1995 гг. проведены полевые экспедиционные исследования, осуществляется фото-, фоно-, видеофиксация памятников традиционной народной культуры, языка и истории края,

сплошная инвентаризация недвижимых памятков истории, археологии и монументального искусства, а также происходит сбор антропологических материалов, архивного документального наследия и предметов музейного значения.

С 2001 г. эти работы организовываются специально созданным в системе МЧС Украины Государственным научно-производственным предприятием «Центр защиты культурного наследия от чрезвычайных ситуаций».

На сегодняшний день комплексным исследованием охвачено 311 пострадавших селений Центрального Полесья и 94 компактных селения переселенцев, в результате чего собран значительный научный фонд источников, насчитывающий свыше 110 тыс. документных единиц (в т. ч., 50 тыс. фотонегативов, 1600 часов аудиозаписей и 320 часов видеозаписей, около 14 тыс. архивных документов на бумажной основе) и свыше 10 тыс. этнографических экспонатов, которые хранятся во временных фондохранилищах Киева, Иванкова, Чернобыля. Проведена инвентаризация свыше 1000 недвижимых памятков в 500 селениях, среди которых много вновь обнаруженных памятков археологии и истории. Так, сенсационными стали открытия раннеолитической стоянки 6 века до н. э. на р. Припять и средневекового города Чернобыля кон. XI – нач. XII в. (раскопки сегодня продолжают). По материалам поисковых работ выпущено 30 научных и научно-популярных изданий (общим объемом 475 печ. листов), организован целый ряд историко-этнографических выставок.

Собран уникальный архивно-музейный фонд. Но особенно остро встает проблема его сохранения, правовой защиты и введения в научный и общекультурный оборот. В то же время актуальной задачей остается немедленное продолжение полевых исследований по спасению культуры полищуков, которая постепенно гибнет.

Только Украина – из стран, потерпевших от Чернобыльской катастрофы, – создала уникальный Музей-архив. Только Украина достигла уровня международного имиджа государства, которое заботится о сохранении уникального культурного наследия пострадавших территорий, осознавая его значение для мировой культуры.

Сегодня Центр защиты культурного наследия от чрезвычайных ситуаций работает над созданием Музея-архива этнокультурного наследия пострадавших районов Украинского Полесья. Актуальной является разработка на его опыте и информационно-материальной основе системы превентивных стратегий защиты национального культурного наследия на случай подобных катастроф.

4.4. Деятельность Центров социально-психологической реабилитации и информирования пострадавшего населения

Отдаленные негативные последствия Чернобыльской катастрофы имеют, в первую очередь, социально-психологический характер и связаны, прежде всего, с распадом традиционных форм организации жизнедеятельности людей, невозможностью полноценной экономической деятельности на загрязненных территориях, а также с постоянным страхом пострадавшего населения относительно здоровья взрослых и детей. Сложилась ситуация полимодального жизненного кризиса в сообществах потерпевших, порождающая целый ряд социальных рисков, конфронтацию и нетерпимость в межличностных и межгрупповых отношениях, снижается общий уровень толерантности в сообществах. Все это сопровождается значительным ростом негативных явлений практически во всех сферах жизни сообщества, индуцируя продолжение кризиса.

Целенаправленно преодолением психологических проблем пострадавшего населения занимались только Центры социально-психологической реабилитации и информирования населения, созданные в течение 1994–2000 гг. МЧС при поддержке программ ООН (Бородянка, Боярка, Иванков, Коростень, Славутич).

Основными задачами этих институций стали: 1) оказание социально-психологической поддержки населению пострадавших регионов, 2) активизация людей для конструктивного решения проблем, 3) развитие социальной ответственности и способности каждого отдельного человека взять ответственность за свою жизнь на себя, не полагаясь во всем на власть, 4) построение социальных связей и развитие общин. Темп преодоления кризисных состояний пропорционален времени, необходимому на такое восстановление.

Существуют две оптимальные стратегии: 1) восстановление предыдущего образа жизни – эффективна в условиях краткосрочных кризисов (пожар, наводнение, взрыв и т. п.); 2) построение новых групповых норм и моделей поведения, адекватных новым условиям жизни, когда возвращение к предыдущему образу жизни невозможно.

Реабилитационные Центры продемонстрировали высокую практическую эффективность (таблица 4.4.1). Их существенное эффективное влияние на жизнь сообществ подтверждают более 90% руководителей и жителей регионов, где работают Центры.

Оценка влияния Центров социально-психологической реабилитации населения на жизнь общин (в %)

Степень влияния	Руководители	Взрослые	Подростки
Сильная	61	27	73
Средняя	33	58	21
Слабая	6	9	4
Отсутствует	0	6	2

Центры стали неотъемлемой и необходимой частью социальной жизни общин, осуществляя значительное влияние на нормализацию социальных процессов. Фактически эти учреждения оказывают социальную и психологическую поддержку не только пострадавшим от Чернобыльской катастрофы, но и всем жителям, нуждающимся в этом. Кроме работы непосредственно в населенных пунктах своего местонахождения, Центры распространяют свою деятельность на множество сел регионов, предпринимая выездные акции или привлекая жителей этих сел к работам, которые проводятся в самом Центре – семинарам, круглым столам и т. п. Центры ведут работу по созданию общественных объединений, ориентированных на самоуправление при решении жизненно важных для членов сообществ задач с привлечением соответствующих специалистов, программ местного развития и развития региона, осуществляя подготовку на базе Центров специалистов по малому бизнесу, поддержке молодежных программ и т. п. В принципе, Центры могут превратиться в центры социального развития региона, предоставляя при этом методическую и профессиональную поддержку подобным учреждениям в других населенных пунктах, например, сельским молодежным центрам, и т. п.

К сожалению, уникальные достижения Центров не получают широкомасштабного распространения в Украине. Они остаются отдельными островками инновационного научно-практического опыта.

4.5. Развитие социального партнерства для возрождения жизнедеятельности на пострадавших территориях: Программы ПРООН

Чернобыльская программа возрождения и развития (ЧПВР) начала свою деятельность в 2002 г. на основании рекомендаций Отчета «Гуманитарные Последствия Аварии на Чернобыльской АЭС: Стратегия Возрождения», инициированного агентствами ООН. ЧПВР является третьей фазой Чернобыльской программы ООН, действовавшей в 1999–2002 гг., включая работы по социально-психологической реабилитации пострадавших.

Целью деятельности ЧПВР является поддержка усилий Правительства Украины по преодолению долгосрочных социальных, экономических и экологических последствий Чернобыльской катастрофы, создание более благоприятных условий жизни и обеспечение постоянного социального развития в регионах, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС. Благодаря партнерству с международными организациями, областными и районными государственными администрациями, сельскими советами, научными учреждениями, неправительственными организациями и частным бизнесом, ЧПВР оказывает поддержку общинам в реализации инициатив по экономическому, социальному развитию и возрождению окружающей среды, а также содействует распространению информации о Чернобыльской катастрофе в Украине и за ее пределами.

Среди национальных партнеров ЧПВР: МЧС Украины, профильные комитеты Верховной Рады Украины, областные и районные государственные администрации, сельские советы, организации общин, научные учреждения и неправительственные организации, действующие на пострадавших территориях. ЧПВР использует признанный мировой практикой подход к региональному развитию с привлечением общин, изменяя «синдром жертвы». На сегодняшний день объем финансирования ЧПВР составляет около 3,5 млн долларов США.

Деятельность ЧПВР распространяется на 17 наиболее пострадавших районов в четырех областях Украины – Бородянский, Иванковский, Киево-Святошинский, Макаровский, Полесский (Киевская обл.); Брусилевский, Емельчинский, Коростенский, Лугинский, Овручский, Олевский, Народичский (Житомирская обл.); Черниговский, Репкинский (Черниговская обл.), Дубровицкий, Заричненский и Рокитновский (Ровенская обл.). Основные направления деятельности ЧПВР:

- *Содействие усовершенствованию государственной политики* – поддержка законодательных изменений и инновационных стратегий по преодолению последствий Чернобыльской

катастрофы (постоянное развитие пострадавших регионов, безопасное проживание, всестороннее информирование населения).

- *Самоорганизация и развитие общин* – повышение потенциала сообществ в реализации собственных приоритетных программ социального, экономического, экологического возрождения и развития.

- *Институциональная поддержка* – расширение возможностей и укрепление потенциала организаций и учреждений, которые должны оказывать содействие социально-экономическому развитию и экологическому возрождению загрязненных регионов.

Реализация этих задач осуществляется через деятельность основных технических компонентов программы. «Малые гранты», предоставляемые в рамках проекта, становятся убедительным средством как для общественных организаций, так и для государственных администраций в потенциальных выгодах таких партнерских отношений.

По состоянию на декабрь 2005 г., создана и действует 171 общественная организация (ОО) в 133 селах (около 20 тыс. членов), которая занимается решением конкретных проблем возрождения и развития сел: восстановление школ, бань, фельдшерско-акушерских пунктов (ФАП) и амбулаторий, создание молодежных и общественных центров, рынков, сервисных центров, очистные парков, проекты газификации и водообеспечения.

Следует отметить, что взнос ЧПВР ПРООН в реализацию упомянутых проектов общин составил в среднем 34%, остальные средства общины привлекали самостоятельно – как из средств местных бюджетов, так и от частных спонсоров, а главное, община сама вносит 20% общей стоимости проекта или выполняет определенные виды строительных работ своими силами. Это особенно важно, учитывая необходимость обеспечения постоянных результатов работы.

При содействии программы были созданы и финансово поддержаны Агенции местного экономического развития в трех районах Житомирской области (Брусилев, Коростень, Овруч) и двух районах Киевской области (Бородянка и Иванков) – с целью поддержки развития малого и среднего предпринимательства, создания инвестиционно благоприятного климата в регионе, развития сотрудничества между властью и бизнесом. Общая сумма предоставленных грантов составила около 140 тыс. долларов США.

ЧПВР постоянно поддерживает диалог с Правительством Украины. Разрабатывается программа воплощения рекомендаций «Стратегии возрождения», в частности, в контексте межрегионального сотрудничества между Украиной, Россией и Беларусью и социально-экономического возрождения пострадавших территорий. Начал работу Чернобыльский форум экономического развития пострадавших территорий, объединивший отечественных и иностранных представителей бизнеса, отдельных потенциальных инвесторов, представителей власти, науки, гражданского общества.

За 2004–2005 гг. 41 община получила и успешно реализовала гранты (на общую сумму 72 000 долларов США) для разработки бизнес-планов, экономического и бизнес-обучения, регистрации нового бизнеса. Структура мобилизации ресурсов 125 проектов общин в 2003–2005 гг., общей стоимостью около 2 млн долларов США, имеет такой вид: местная власть – 39%; ПРООН/ЧПВР – 34%; общины – 18%; спонсоры – 9%. Разработаны и распространяются среди населения через местные учреждения и СМИ информационные материалы о мерах безопасности проживания на загрязненной территории, проведены семинары для медработников, учителей.

В 2006 г. ЧПВР планирует продолжить сотрудничество с Правительством Украины в мероприятиях по случаю 20-й годовщины Чернобыльской катастрофы. ПРООН является соорганизатором проведения международной конференции «20 лет после Чернобыльской аварии». Планируется ряд мероприятий с привлечением представителей стран-доноров.

4.6. Основные проблемы дальнейшего социального развития пострадавших сообществ и территорий

4.6.1. Социальные проблемы работников ЧАЭС и жителей города Славутич

Соблюдая Меморандум о взаимопонимании между правительством Украины, правительствами стран «Большой Семерки» и Комиссией Европейского Сообщества относительно закрытия Чернобыльской АЭС, Украина 15 декабря 2000 г. досрочно остановила ЧАЭС, ежегодно выделявшую для содержания г. Славутича в среднем около 143 млн грн. Досрочное закрытие ЧАЭС намного усложнило решение медицинских, социальных, экологических, радиационных, технических и других проблем. Ситуация весьма обостряется из-за отсутствия общегосударственной программы вывода ЧАЭС из эксплуатации. Кроме того, нет общегосударственной про-

граммы преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасное сооружение. Именно в этом смысле надо рассматривать проблему сохранения и развития г. Славутича [33–37]. Главной проблемой Славутича остается социальная защита людей. Город, построенный после аварии на ЧАЭС для проживания эксплуатационного персонала Чернобыльской станции, является в чистом виде монопрофильным. Территория города подлежит усиленному радиоактивному контролю.

Из 24 365 чел. населения г. Славутича (на 01.01.05 г.) – 71% (17,3 тыс.) имеют статус пострадавших вследствие ЧК, из них участников ликвидации аварии: I категории – 661 чел.; II категории – 5233 чел.; III категории – 2209 чел. Признаны потерпевшими в результате аварии и 5847 детей.

Из-за остановки ЧАЭС город потерял источник формирования местного бюджета и около 10 тыс. рабочих мест, а также возможности дополнительного финансирования социальной сферы. Основные задачи города: 1) сохранение, развитие и удержание социальной инфраструктуры города в полном объеме; 2) создание компенсирующих рабочих мест; 3) эффективное управление человеческими ресурсами; 4) обеспечение социальных выплат и гарантий освобождающемуся персоналу и жителям города.

Органами государственной власти различного уровня были приняты решения по обеспечению жизнедеятельности г. Славутича и социальным гарантиям работникам ДСП «Чернобыльская АЭС» и жителям г. Славутича в связи с закрытием станции. Неоднократно давались поручения Президентом Украины, Премьер-министром Украины, принимались решения Межведомственной комиссии по комплексному решению проблем Чернобыльской АЭС.

К сожалению, по сей день значительная часть указанных документов по обеспечению жизнедеятельности г. Славутича не выполняется. Например, из-за недостаточного уровня финансирования единственного медицинского учреждения в городе сложилась критическая ситуация: заболеваемость со временной потерей трудоспособности работников ЧАЭС увеличилась на 17,8%; за 9 месяцев 2005 г. количество взятых на учет ВИЧ-инфицированных возросло на 26%; сегодня в медсанчасти находятся на учете 60 наркоманов и 383 чел. страдающих алкоголизмом; в г. Славутиче умирают преимущественно люди трудоспособного возраста. Среди умерших в 2004 г. 53% составили лица в возрасте 18–59 лет; количество врачей на 10 тысяч населения города составляет 37,3 лица, в то время как в целом по Украине – 41,3; в 2005 г. медицина города была фактически профинансирована в размере 13,1 млн грн. при потребности 19 млн грн.

До настоящего времени не в полной мере реализованы мероприятия по завершению строительства объектов социальной инфраструктуры и жилых домов, предусмотренные Программой социальной защиты. Общая очередь на получение жилья и улучшение жилищных условий в Славутиче составляет 946 чел., в том числе 32 семьи стоят на квартирном учете с 1992 года.

Наиболее острой в городе остается проблема создания системы компенсирующих рабочих мест. В 2005 г. была упразднена специальная экономическая зона «Славутич», главной целью которой было привлечение инвестиций для создания новых рабочих мест в городе и обеспечение трудоустройства работников ЧАЭС, высвобождающихся в связи с досрочным ее закрытием. Субъектами СЕЗ «Славутич» являются 16 предприятий с 19-ю инвестиционными проектами общей сметной стоимостью 78 908 тыс. долларов США, реализация проектов предусматривает создание 839-ти новых рабочих мест. Славутич имеет лучший показатель в Украине по поступлению инвестиций на душу населения (1270 долларов США). С начала реализации проектов в специальной экономической зоне привлечены инвестиции на сумму – 30 732 тыс. долларов США, создано 626 рабочих мест. Вместе с тем в Славутиче необходимо создать 3750 новых рабочих мест за 2001–2008 гг. Для этого необходимо финансирование из государственного бюджета в объеме 15,7 млн грн., которое не выделяется.

В сложных социально-экономических условиях главной задачей городской власти стал поиск альтернативных источников финансирования, все усилия сосредоточены на объединении жителей города для реализации стратегии «Славутич – техноэкополис».

Город плодотворно сотрудничает с международными донорскими организациями – ТАСИС, АМР (США), UNESCO, Ассамблеей Вкладчиков Чернобыльского фонда «Укрытие» и многими другими. Община Славутича продолжает работу, связанную с преодолением последствий аварии на ЧАЭС, социальной защитой населения близлежащих к Чернобыльской АЭС территорий. В ближайшее время будут проведены вторые общественные слушания по реализации концептуального проекта Нового безопасного Конфайнмента.

Необходимо провести на правительственном уровне инвентаризацию всех законодательных и нормативно-правовых актов, касающихся Чернобыльской катастрофы, с целью подготовки нового нормативного обобщающего документа. Необходимо принять две государственные программы: 1) по преобразованию объекта «Укрытие» в безопасное сооружение; 2) по снятию блоков ЧАЭС из эксплуатации.

Вместе с международным сообществом необходимо отработать План Осуществления Мероприятий по преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасный объект. Учитывая требования Орхузской конвенции, провести новый конкурс разработки нового ТЕО Конфайнмента.

Во исполнение пункта 9 раздела 6 Меморандума о взаимопонимании между Правительствами стран «Большой семерки», Комиссией Европейского сообщества и Правительством Украины относительно закрытия Чернобыльской АЭС, по меньшей мере раз в год, проводить встречи по контролю за реализацией всеохватывающей программы относительно поддержки закрытия Чернобыльской АЭС.

С целью выполнения рекомендаций ряда Парламентских слушаний Верховной Рады Украины относительно Чернобыльской катастрофы создать центральный орган управления этой проблематикой. Город Славутич может стать местом его размещения.

4.6.2. Изменение поселенческой структуры в загрязненных регионах

В целом в Украине неуклонно растет количество сел с малой численностью населения. Сеть сельских поселений становится все реже [38]. Среди «деградирующих» сел различают: такие, которые «приходят в упадок» (удельный вес лиц пенсионного возраста свыше 50%, а если численность населения до 200 чел. – свыше 40%), и такие, которые «умирают» (с населением меньше 50 чел., или где нет детей до 16 лет, или удельный вес лиц пенсионного возраста превысил 65%). Процесс деградации сельской поселенческой сети наиболее активно происходит на северо-востоке Украины – там от 40 до 60% деградирующих сел. В большинстве центральных и восточных областей Украины деградирует до 27–31% сел. Менее всего деградирующих сел в западных областях, на Херсонщине и в Крыму. Последствия Чернобыля затронули большей частью сельское население.

В Зоне отчуждения (2,12 тыс. км² в Киевской и Житомирской областях) в 1986 г. была осуществлена эвакуация населения из 76 населенных пунктов. Полностью обезлюден один город (Припять) и 63 сельских населенных пункта (из них свыше 20 физически уничтожены), 11 сел деградировали и умирают, один город (Чернобыль) превратился во временное вахтовое селение. Поселенческая сеть Чернобыльского района практически уничтожена, а сам район исчез с карты Украины.

В зоне безусловного (обязательного) отселения (2,00 тыс. км², 92 селения) в результате выселения из этой зоны полностью обезлюдели в Киевской области – 17, в Житомирской – 19 сел. Остальные 56 населенных пунктов деградировали, но с разной степенью упадка. Менее всего деградировали практически невыселенные села Волынской и Ровенской областей, пгт Народичи Житомирской области из-за отказа жителей от переезда. Более всего деградировали невыселенные села Черниговской, Киевской и Житомирской областей, большинство из которых умирает из-за отъезда молодежи. Деградирующие пгт Полесское и Вильча постепенно превращаются во временные селения [39–40].

Зона гарантированного добровольного отселения (22,62 тыс. км² на Западном, Восточном и Южном следах загрязнения). Здесь расположено 835 населенных пунктов. Вследствие необратимой миграции из этой зоны, прежде всего молодежи, ускорилась депопуляция и деградация сел, особенно в Киевской, Черниговской и Житомирской областях (десятки сел быстро перешли в категорию умирающих, некоторые обезлюжены). В Волынской и Ровенской областях ситуация не изменилась. Со второй половины 1990-х годов объемы миграции и депопуляции начали уменьшаться, а рождаемость – кое-где (северные районы Житомирской области) возрастать. Поэтому темпы деградации населенных пунктов в этой зоне значительно замедлились, а в некоторых районах наблюдается определенный ренессанс.

Зона усиленного радиозэкологического контроля имеет площадь 26,71 км². На ее территории расположено 1290 населенных пунктов. Основными факторами «чернобыльского» влияния на развитие поселенческой сети в этой зоне стали: во-первых, психологически обусловленное снижение рождаемости и усиление стихийной необратимой миграции молодежи; во-вторых, создание нового г. Славутича для работников Чернобыльской АЭС; развитие инфраструктуры и увеличение численности населения в десятках сел, нескольких поселках городского типа и городах за счет обустройства эвакуированных и переселенцев в Бородянском и некоторых других районах Киевской области, принадлежащих к IV зоне. Для большинства сел «чернобыльское» влияние было отрицательным, а в местах вселения «чернобыльских» переселенцев – положительным.

Таким образом, в первое десятилетие после аварии на ЧАЭС наблюдались как локальные остро негативные (в местах эвакуации и отселения пострадавших), так и положительные (в местах их вселения) прямые «чернобыльские» влияния на поселенческую сеть через миграционную активность. С середины 1990-х годов выходит на первый план и начинает доминировать опосредованное влияние через «чернобыльскую» составляющую усиление демографического кризиса, особенно на селе.

Чернобыльская катастрофа непосредственно вызвала: полное обезлюдение одного города и ста сел; создание одного нового города; необратимую деградацию как минимум 67 сел, одного города и трех поселков городского типа; ускоренную деградацию порядка тысячи сел в северной части Житомирской и Киевской областей и в западной части Черниговской области. Всего за 1986–2001 гг. в Украине исчезло около 1000 сел. Взнос «чернобыльской» составляющей в процесс общей деградации сети сельского расселения, в первом приближении, можно оценить в 10–15%. В Житомирской и Киевской областях он, по состоянию на сегодняшний день, является преобладающим.

4.6.3. Роль местных общин в преодолении последствий аварии на ЧАЭС

Вследствие аварии на ЧАЭС загрязненными оказались территории более двух тысяч населенных пунктов двенадцати областей Украины [41]. Подавляющее большинство этих населенных пунктов – села и поселки городского типа, жители которых ориентированы на развитие традиционных сфер производства, прежде всего на сельскохозяйственное производство [42]. Все категории пострадавших почти полностью используют приусадебные участки лишь с одной целью – выращивают продукцию только для собственного потребления [43].

Вопреки всей важности доходов от домашнего хозяйства определяющими для большинства семей остаются доходы по основному месту работы или пенсии, различные социальные выплаты. Проблему улучшения благосостояния потерпевших не решает архаичное личное подсобное хозяйство, сельские жители не увязывают повышение доходов с расширением земельных участков для личного подсобного хозяйства или фермерства [44]. Основные надежды они возлагают на производственную хозяйственную деятельность лиц трудоспособного возраста, вопреки значительным патерналистским настроениям [45].

Это при том, что развитие производственной сферы несет более долгосрочные во времени выгоды, потребность в ней среди пострадавших возрастает намного быстрее, чем потребность в выплатах и льготах разного вида [46]. Виды проблем:

Проблемы институционального характера – юридическое (законодательное), методическое, управленческое обеспечение преодоления последствий аварии должно обеспечить структурные изменения всей социальной жизни пострадавших территорий, привнести прежде всего конкуренцию, изжить монополизм во всех его проявлениях.

Проблемы сосуществования частных предприятий и фермерских хозяйств как рыночных структур и органов местного самоуправления касательно отношений собственности, менеджмента, современных форм организации производства, переработки и сбыта произведенной продукции.

Проблемы существования населенных пунктов как социальных структур. Распределение функций производства и содержания социальной сферы между предприятиями, муниципалитетами и общественными объединениями. Именно община должна решать проблему создания новых рабочих мест, иначе следует ожидать моральной деградации и криминализации поведения значительной части населения.

Возникает задача построения новых механизмов функционирования общин исходя из существования института частной собственности, где интересы производителей часто не только не совпадают с интересами территориальной общины, а часто являются диаметрально противоположными, а отсюда – проблема нахождения компромисса между ними. Создание таких механизмов является прерогативой исключительно органов местного самоуправления. Мировая практика нарабатала принципы взаимодействия структур власти и структур гражданского общества. Для пострадавших территорий проблема заключается в преобразовании органов местного самоуправления в структуры гражданского общества, которые будут способны эффективно принимать участие в общественной жизни. Местные налоги идти платиться непосредственно на счет местного совета, а не фискальных органов. Фискальные органы должны получать не сам платеж, а только копию платежной доверенности об уплате местного налога.

Права органов местного самоуправления, то есть общин, включая сельские, достаточно полно прописаны в соответствующих законах, но при недостаточном информировании о сфере законодательства и отсутствии механизмов реализации законов не происходит существенных изменений. Необходимо срочно разработать механизмы по выполнению норм законодательства. Очень актуальна проблема обучения/переподготовки /повышения квалификации для руководителей/аппарата сельских советов. Первоочередная задача – превращение сельской головы из декоративной фигуры в формального и неформального лидера общины, менеджера территории.

Бюджет должен быть прозрачным и доступным для членов общины (в сельской и/или районной библиотеке). Механизмом решения любых проблем должна стать частная инициатива при постоянном контроле государственных организаций и общественности. Стимулы должны

быть преимущественно моральные и финансовые, в соединении с административными, – и именно в таком порядке. Вместе с тем существуют *мероприятия, которые могут быть реализованы практически без финансовых затрат со стороны государства* – внедрение демократических процедур в деятельность органов местной власти.

Мероприятия, требующие относительно незначительных капиталовложений – инвестирование в человеческий капитал: систематическая переквалификация всех кадров; неограниченный доступ к образованию для всех категорий молодежи [47]. Существуют также большие отличия в качестве образования городских и сельских жителей.

Мероприятия, требующие значительных инвестиций – создание современной инфраструктуры, благоприятной для развития бизнеса, прежде всего несельскохозяйственного.

4.6.4. Сценарии активизации жизненных позиций пострадавших: развитие и безопасность

Современные подходы к потерпевшим в социальной политике требуют ее переориентации, в первую очередь, на формирование у потерпевшего населения активных жизненных позиций и культуры радиологической безопасности, что должно стать одним из важнейших условий их жизнедеятельности.

Центром социальных экспертиз Института социологии НАН Украины предложены сценарии содействия развитию и безопасности с целью внедрения *наиболее актуальных изменений в важнейшие сферы жизнедеятельности* потерпевших регионов.

Под социальными проектами совершенствования деятельности каждой сферы понимаются *модели позитивных социальных влияний* с целью снижения радиологического риска и решения неотложных проблем пострадавших благодаря *организационным и самоорганизационным* усилиям.

Источниками социальных влияний в каждой сфере выступают субъекты государственного управления и активисты самоуправления; руководство медицинских, образовательных, производственных учреждений; профессиональные союзы, общества; местные общины; благотворительные организации, спонсоры, включая международные; общества/организации с общими проблемами/интересами (медицинскими, образовательными, производственными и т. п.); предприятия (бизнесмены).

А. Сфера медицины и оздоровления: 1) необходимость участия медработников в распространении знаний, касающихся вопросов самостоятельного оздоровления людей с перечнем самооздоровительных средств и методик, а также с их преподаванием в программах профессиональной подготовки медработников; 2) ввести в перечень услуг медицинских учреждений консультирование по темам: самооздоровление; самопрофилактика заболеваний.

Б. Сфера образования и информации:

Б1. Совершенствование профессиональной подготовки специалистов по направлениям: 1) медицина и оздоровление; 2) образование и коммуникация; 3) производственная и хозяйственно-бытовая сферы; 4) сфера управления; 5) обучать способам самостоятельной повседневной защиты от негативного влияния радиологического фактора.

Б2. Совершенствование общего образования пострадавшего населения: 1) в программы основных школьных предметов включить разделы о радиоактивных элементах и безопасном проживании в радиоактивно загрязненной местности; 2) ввести программы социально-психологической поддержки пострадавших по активизации жизненных позиций.

В. Усовершенствование системы управления: 1) практическая реализация права человека на радиоэкологическую безопасность и самостоятельную активную защиту; 2) пересмотр законодательных положений; 3) совершенствование законодательных и нормативных актов относительно развития бизнеса; разработка критериев эффективности и надлежащей координации действий различных управленческих инстанций; 4) совершенствование системы финансирования с привлечением общественного контроля за целевым использованием средств; 5) обеспечение информационной открытости управленческих действий.

Высокая социальная актуальность реализации социальных проектов в жизненной практике общин существенно повысит их шансы на выход из «замкнутого круга» ограниченных возможностей, повысит культуру радиоэкологической безопасности и будет содействовать возрождению и развитию пострадавших общин.

4.6.5. Динамика социально-психологического состояния пострадавших

Авария, эвакуация, участие в ликвидационных работах – события прошлого. Социально-психологические последствия Чернобыльской катастрофы, основными показателями которых служат: состояние здоровья, психологическое состояние и социальное самочувствие, дестабилизация поведения и сознания людей, ухудшение физического состояния, стали определяющими

факторами благосостояния, кардинального изменения образа жизни и картины мировосприятия, признаками пострадавших от аварии на ЧАЭС и ее последствий. Интегральной, многозначительной особенностью индивидуального и общественного сознания пострадавших является укоренившийся «синдром жертвы», который, по данным социального мониторинга Института социологии НАН Украины, со временем увеличивается с 19% в 1992 г. до 35% в 1999 г. [49]. Эти люди не забывают о катастрофе, не верят в существенную ликвидацию последствий, признают себя и своих детей жертвами на всю жизнь; у них повышенный уровень тревожности, низкое материальное обеспечение; низкий уровень адаптационной активности; высокий уровень разочарования в людях, в собственных силах и надеждах на лучшее будущее [48].

До настоящего времени не удалось вылечить ни с помощью медицинских средств и материальных компенсаций, ни реабилитацией окружающей среды целый ряд социальных «синдромов»:

- «синдром жертвы»;
- «синдром постоянного социального исключения»;
- «синдром эвакуации и переселения»;
- «синдром утраченного здоровья»;
- «синдром неуверенности и растерянности»;
- «синдром невежества».

20 лет, прошедшие после аварии, не только не стерли, а, наоборот, четче зафиксировали процессы формирования неадекватного восприятия мира пострадавшими, изменение приоритетов жизненных ценностей, гипертрофирование ужасов. В оценках жизненных ситуаций превалирует иррациональный подход, эмоциональное, подсознательное реагирование. Каждая группа пострадавших имеет специфические характеристики социальных и психологических потерь от аварии, хотя ряд признаков являются типичными для всех.

Удовлетворенность жизнью и уровень оптимизма. Массовое сознание пострадавшего населения характеризуется преобладанием пессимистических установок относительно постчернобыльских жизненных ситуаций. Оптимистически настроена лишь четверть пострадавших [50].

Доминанты массового сознания. Наибольший рейтинг в массовом сознании пострадавшего населения имеют личностные нравственно-культурные качества (честность, воспитанность, чуткость). Праксеологические качества (ответственность, инициативность, усердие, осведомленность), которые в условиях кризиса и нестабильности в обществе должны служить активной самоорганизации и самодеятельности людей, отодвинуты на второй план.

За 1991–2004 гг. возросла доминанта, связанная с удовлетворением материальных нужд населения, обеспечением безопасных условий существования, законности и порядка в обществе. Ориентация массового сознания относительно реализации демократических ценностей у пострадавших отодвинута на задний план.

Для всех категорий пострадавших наиболее актуальными остаются проблемы, связанные с будущим детей, ростом цен, состоянием здоровья, аварией на ЧАЭС, обеспеченностью семьи удовольствием и товарами.

Ценностные приоритеты. Ведущие ценностные приоритеты пострадавших концентрируются на проблемах здоровья, детей, семьи, материального благосостояния, а также благоприятного нравственно-психологического климата в обществе [50, 51]. Являются несущественными приоритеты, связанные с реализацией предпринимательской инициативы, активизацией политического и культурного участия в общественной жизни. Ориентация на самоорганизацию, самозащита, самодеятельность у пострадавшего населения (включая повышение квалификации, открытие собственного дела, приобретение земли для фермерства) остается слабовыявленной.

Решение собственных проблем выживания пострадавшие большей частью возлагают на себя, свою семью и родных. Мало полагаются в этом вопросе на общественные организации и не доверяют властным структурам [52].

Экологическая составляющая в жизнедеятельности пострадавших. Жители загрязненных территорий указывают на ухудшение состояния окружающей среды в их селениях, что отрицательно сказывается на состоянии здоровья. Решение проблем окружающей среды возлагается преимущественно на центральные и местные органы власти. Готовность к собственному участию в экологически ориентированных мероприятиях крайне низкая. Только 25% жителей II зоны и 35% – III зоны согласны принимать участие в таких природоохранных мероприятиях, как озеленение, очищение и упорядочение селений.

Высокая обеспокоенность состоянием собственного здоровья и здоровья своих детей при несоблюдении правил поведения в загрязненных регионах, казалось бы, должна актуализировать предостережение о недопустимости употребления лесных грибов и ягод. Вместе с тем наблюда-

ется постоянный сбор, заготовка, потребление и вывоз лесной продукции из загрязненных территорий на продажу.

Восприятие пострадавшими аварии на ЧАЭС и влияния ее последствий на повседневное сознание характеризуется: 1) ведущей ролью субъективных самооценок состояния окружающей среды, здоровья, ориентаций пострадавших; 2) существенными отличиями между объективными оценками и субъективными самооценками; 3) в экстремальных ситуациях люди руководствуются преимущественно субъективными оценками – субъективные риски превышают объективные.

Модели выживания. Среди пострадавших действуют пассивные механизмы модели выживания, что обусловлено отсутствием системы мероприятий реабилитации. От 40% до 62% жителей пострадавших территорий не могут определиться с необходимостью простых, понятных и необходимых каждому услуг и объектов, например, такой насущной необходимостью, как газификация селений и автобусное сообщение [53] (таблица 4.6.1).

Таблица 4.6.1

Оценки жителями загрязненных территорий залога и нужд их поселений относительно отдельных составляющих социальной инфраструктуры (2003, %)

	Не нуждаемся	Не имеем, но нуждаемся	Имеем, но недостаточно	Имеем достаточно	Трудно сказать
Медицинское учреждение	5	15	28	5	46
Детские дошкольные учреждения	5	18	19	11	47
Школа	6	8	14	19	52
Внешкольные детские учреждения	7	20	14	6	54
Почта	9	5	22	21	55
Сетевое радио	5	5	15	15	57
Прием телепередач	4	5	24	13	55
Газификация	4	34	15	10	38
Автобусное сообщение	4	24	25	7	41
Библиотека	3	16	18	12	61
Дом (клуб) культуры	4	6	16	13	61
Спортивный комплекс	5	23	9	4	60
Доступ к INTERNET	6	19	10	4	62
Церковь	6	16	5	29	44

Такой же высокий уровень неопределенности (от 40% до 64%) зафиксирован относительно дополнительных потребностей в отдельных видах деятельности и услуг (таблица 4.6.2). Более всего пострадавшие нуждаются в новых рабочих местах – 59% жителей.

Таблица 4.6.2

Оценки жителями загрязненных территорий нужд относительно отдельных видов деятельности и услуг (2003 г., %)

Потребности	Уже имеем, это сделано	Имеем потребность	Не имеем потребности	Трудно сказать
Реабилитировать окружающую среду, сделать безопасной для жизни	2	18	2	50
Создать новые рабочие места, обеспечить всех работой	1	59	3	38
Создать условия для эффективных способов хозяйствования	2	46	2	50
Создать полноценную систему услуг в нашем селении (образование, медицина, почта, транспорт и т. п.)	1	48	2	48
Создать условия для основания и обустройства собственного семейного бизнеса	1	31	4	64

Выводы и предложения

1. Значительная часть пострадавших продолжает находиться в состоянии социальной и психологической дезадаптации. Вообще отсутствует актуальная готовность потерпевшего населения к реальному инициативному поведению в ближайшей перспективе.

В систему критериев чрезвычайных ситуаций целесообразно ввести понятие социальных рисков. Субъективный риск, который формируется у человека через социокультурные традиции и условия повседневной жизни, деструктурирует риски объективные. Так, самоселы занизили свои субъективные риски перед объективными, а переселенные граждане – наоборот, повысили их.

2. Острота переселения в сознании населения практически снизилась до уровня общенациональных тенденций – желая людей поменять место жительства. Поэтому потерпевших в зонах загрязнения целесообразно оставлять на основе социального договора между ними и государством – обе стороны берут на себя обязательства, оговоренные в соглашении.

Вместе с тем, в зонах загрязнения необходимо своевременно возрождать социально-экономическую и социально-культурную жизнь. Нельзя держать сообщества, а тем более детей и молодежь, в атмосфере умирающей жизни.

3. Занятость пострадавшего населения, по его оценкам, все больше требует регулирования со стороны государства. Безработица требует актуального решения. Наиболее перспективным производством пострадавшие считают переработку сельскохозяйственной продукции, производство потребительских товаров, народные промыслы с внедрением инновационных технологий.

На всех пострадавших территориях необходимо содействовать повышению квалификации и переквалификации значительной части трудоспособного населения, развитию бизнеса и несельскохозяйственных производств, тем более, что пострадавшие сами усматривают в этом путь к улучшению своего благосостояния.

4. Все жители 2-й и 3-й зон и большая часть переселенных потерпевших получают один или несколько видов социальной помощи. Большей частью это: 1) льготные путевки для оздоровления; 2) льготное налогообложение для потерпевших; 3) доплаты для проживающих в загрязненных районах.

Социальную помощь надо сохранять и в будущем, но государственная социальная политика должна расширить свой диапазон и не должна сводиться лишь к социальной помощи. В основу социальной политики целесообразно положить принцип социальной реабилитации активных индивидов и сообществ.

5. Остается крайне низким уровень системного информирования пострадавших. Очень низкую значимость имеют специализированные, а между тем, в данном случае, – наиболее авторитетные источники: «советы медиков, экологов, юристов», их нужно регулярно поддерживать.

6. «Ликвидаторы» – особая категория пострадавших, которые ценой своего здоровья и жизни останавливали бедствие. Сейчас они почти все считают себя забытыми обществом. Феномен социального забвения, особенно в ситуации, когда мировое сообщество старается забыть Чернобыль, чрезвычайно важен для Украины. Послевоенная Европа все сделала, лишь бы не «пришел в забвение нацизм», евреи все сделали и делают для того, чтобы «не забыть голокост». Нам необходимо все сделать для того, чтобы не ушли в забвение все последствия Чернобыля.

7. Почти все проблемы Чернобыля решались бы более эффективно и адекватно, если бы сразу после аварии заработал мониторинговый реестр пострадавших. Украина в 80-е годы прошлого века имела мировой уровень науки, техники и опыта автоматизации информационных систем. Для ведения мониторинга реестра пострадавших было все. Не было управленческого понимания важности этого дела. Поэтому и испытываем растерянность, когда, например, общественные организации приводят страшные данные об уровне заболеваемости, социальной дезадаптации и смертности среди ликвидаторов. А все данные должны быть подкреплены достоверной статистикой.

8. Надо распространять ценный опыт работы Центров социально-психологической реабилитации и информирования пострадавшего населения.

9. Всевозможной поддержки со стороны государства и общественности заслуживает действующая Чернобыльская программа возрождения и развития.

5. МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ

5.1. Состояние здоровья населения

*Анализ и обобщение основных результатов научных исследований за первые 10 лет после аварии показали, что **медицинские последствия Чернобыльской аварии существенно отличались от прогнозируемых эффектов.*** Основной вклад в нарушение состояния здоровья всех категорий пострадавших вносили нестохастические эффекты в виде широкого спектра неопухолевых форм соматических и психосоматических заболеваний. Они в большинстве случаев выступали факторами потери трудоспособности и смертности.

По результатам 15-летнего наблюдения за разными группами пострадавших в 2001 г. украинскими учеными совместно со специалистами ВОЗ, НКДАР ООН, МАГАТЭ и других организаций был разработан прогноз и рекомендации по минимизации медицинских последствий аварии на ближайшие годы [1].

5.1.1. Факторы возможного отрицательного влияния на здоровье человека в случае радиационной аварии

Чернобыльская катастрофа показала, что радиационные аварии по своему отрицательному влиянию на здоровье человека являются многофакторными событиями. Одним из основных факторов является аварийное облучение. Мера возможного отрицательного влияния облучения источниками ионизирующего излучения на здоровье человека является доза, величина поглощенной тканью, органом или всем телом человека энергии.

Облучение может вызвать определенные медицинские последствия, среди которых – онкологические заболевания (рак щитовидной железы, лейкемии, солидные раки), генетические отклонения и др. Из-за отсутствия соответствующих рецепторов радиационный фактор всегда вызывает очень большую тревогу, стресс, чувство страха за свое и своих близких здоровье. Такая тревога – объективный аспект реагирования населения на аварийное загрязнение территории, который влечет за собой серьезные психосоциальные последствия.

Радиационная Чернобыльская авария привела также к экономическим потерям в большинстве стран мира, но особенно это касается Украины, Республики Беларусь и России. И прежде всего – это подрыв экономики семей, которые проживают на загрязненных территориях. Экономический фактор способствовал обострению эндемии загрязненных территорий.

Наиболее загрязненные территории Украинского Полесья, расположенные на дерново-подзолистых и песчаных грунтах, всегда были эндемическими по важным для нормального функционирования организма микроэлементам (йод, селен, кобальт, железо и др.). В доаварийный период нехватка микроэлементов компенсировалась в определенной степени привозными продуктами, в том числе морскими, с большим содержанием указанных микроэлементов. Подрыв экономики семьи практически исключил из рациона питания сельского населения привозные продукты, что привело к необходимости потребления продуктов исключительно собственного и местного производства и как результат – к обострению эндемии территории, возникновению заболеваний, связанных с неполноценным питанием.

5.1.2. Функционирование реестров пострадавших

Важнейшим фактором в программах наблюдения за здоровьем стало создание Государственного реестра Украины лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы (ГРУ), разветвленная сеть которого охватывает районные и областные уровни. Количество лиц, включенных в ГРУ, изменялось: с 264 857 в 1987 г., до 2 846 455 – в 1996 г. На 01.01.2005 г. на учете в ГРУ состояли 2 405 890 лиц, в том числе по группам учета:

- участники ликвидации последствий аварии (УЛПА) на ЧАЭС – 229 884 чел.;
- эвакуированные из 30-км зоны ЧАЭС – 49 887 чел.;
- лица, которые проживают на радиационно загрязненных территориях, – 1 554 269 чел.;
- дети, родившиеся от указанных контингентов, – 428 045 чел. [2].

Сравнение данных ГРУ с результатами учета по другим формам государственной статистической отчетности свидетельствует о неполноте как общего учета в ГРУ пострадавших лиц, так и охвата их медицинским наблюдением (рис. 5.1.1). Стратегия учета не предусматривает эффективной обратной связи с низовыми звеньями ГРУ и оперативного использования данных учета на районном уровне.

Проблемы в эксплуатации и развитии ГРУ связаны с устаревшей технической базой и недо-



Рис. 5.1.1. Динамика численности граждан из числа пострадавших, которые находились под медицинским наблюдением в лечебно-профилактических учреждениях МЗ Украины в 1997–2004 гг., на конец года (данные НЦРМ АМН Украины)

статочным кадровым обеспечением на всех уровнях его функционирования, ненадлежащим дозиметрическим, научно-методическим и информационно-аналитическим сопровождением вследствие нестабильного и недостаточного финансирования.

Другие специализированные реестры – это Клинико-эпидемиологический реестр НЦРМ АМН Украины (репрезентативные выборки из ГРУ по группам учета и контрольные группы общей численностью 42 000 чел.); Национальный канцер-реестр на базе Института онкологии АМН Украины, который функционирует с 1996 г., Клинико-морфологический реестр рака щитовидной железы (Институт эндокринологии и обмена веществ им. В. П. Комиссаренко АМН Украины); Украинский гематологический реестр (НЦРМ АМН Украины); Автоматизированная система управления базами данных мониторинга медико-демографических последствий Чернобыльской катастрофы (АСУ БД ДЕМОСМОНИТОР, НЦРМ АМН Украины).

На протяжении 20 лет после Чернобыльской катастрофы среди пострадавших лиц Украины зарегистрированы радиогенные стохастические и детерминированные эффекты, а также другие последствия воздействия на здоровье комплекса факторов аварии и её ликвидации.

5.1.3. Стохастические эффекты

Рак щитовидной железы у детей

Рост заболеваемости детей раком щитовидной железы (РЩЖ) начался в 1989 г. По данным Института эндокринологии и обмена веществ АМН Украины, за 1989–2004 гг. только в Украине прооперировано 3400 лиц, которые были детьми и подростками на момент аварии. *Из числа заболевших умерло 11 лиц.* В 2001 г. было зарегистрировано 369 случаев заболеваний, в 2002 г. – 311, в 2003 г. – 337, в 2004 г. – 374, то есть заболеваемость вышла на определённое плато без ожидаемого снижения (рис. 5.1.2) [3].

Несмотря на почти 99% эффективность ближайших результатов лечения больных РЩЖ, качество их жизни в отдаленный период остается сниженным, в связи с пожизненной необходимостью заместительной терапии тиреоидными гормонами, ограниченными физическими, психологическими возможностями и репродуктивной функцией. Все они будут требовать медицинской поддержки государства в последующий период.

Рак щитовидной железы у облученных во взрослом возрасте

После 2001 г. зарегистрирован прогнозируемый экспертами *избыток тиреоидного рака у УЛПА 1986–1987 гг.* (среди мужчин превышение общенационального уровня в течение 1990–1997 гг. в 4 раза, а в 1998–2004 гг. – в 9 раз, среди женщин – соответственно, в 9,7 и 13 раз).

Зарегистрировано также непрогнозируемое в 2001 г. повышение частоты заболеваемости в других группах учета – у эвакуированных (в 4 раза в 1990–1997 гг. и в 6 раз в 1998–2004 гг.)

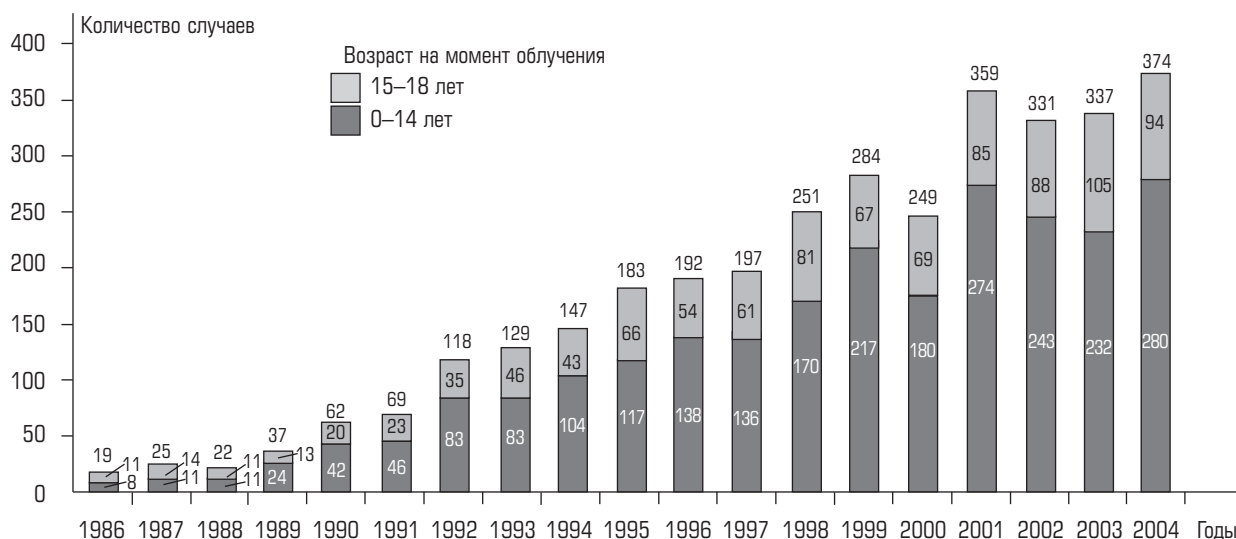


Рис. 5.1.2. Количество случаев рака щитовидной железы у детей и подростков Украины (0–18 лет на момент аварии на ЧАЭС) (данные Института эндокринологии и обмена веществ АМН Украины им. акад. В. П. Комиссаренко)

Таблица 5.1.1

Стандартизированные показатели заболеваемости раком щитовидной железы (МКБ9 193) в разных группах пострадавших в Украине (данные НЦРМ АМН Украины)

Группы и период наблюдения	Количество ожидаемых случаев	Выявленное реальное количество случаев	Стандартизированный показатель риска SIR (%)	95% доверительный интервал
Участники ликвидации последствий аварии (1990–2004)	28,1	156	554,3	467,3–641,3
Эвакуированные из 30-километровой зоны (1990–2004)	31,1	175	563,5	480,0–647,0
Жители радиоактивно загрязненных территорий (1990–2004)	151,5	247	163,1	142,7–183,4

и взрослого населения радиоактивно загрязненных территорий (в 4,1 раза в течение 1990–2004 гг. по сравнению с 1980–1989 гг., и в 1,6 раза по отношению к национальному уровню) (таблица 5.1.1) [4]. Впервые показана зависимость между уровнями выпадения радиойода и заболеваемостью РЩЖ не только у детей, но и у подростков и взрослых. Прогнозируется увеличение числа случаев РЩЖ в последующие годы.

Лейкемия

Через 15 лет после аварии появилась тенденция к возрастанию числа случаев лейкемии среди УЛПА, получивших значительные дозы облучения: среди 134 реконвалесцентов острой лучевой болезни (ОЛБ) 5 случаев онкогематологических заболеваний закончились смертью за короткий промежуток времени от начала болезни.

В когорте из 110 645 УЛПА в Украине за период 1986–2000 гг. международной группой экспертов в рамках проекта сотрудничества Украины и США в области минимизации последствий Чернобыльской катастрофы был подтвержден 101 случай заболеваний, в том числе 49 случаев хронической лимфобластной лейкемии, 15 – хронической мелоидной лейкемии, 18 – острых лейкемий и 4 случая лейкемии из больших гранулярных лимфоцитов [5]. Исследование рисков показало возможное возрастание частоты лейкемии (таблица 5.1.2).

Исследование заболеваемости лейкемиями в рамках Франко-германской чернобыльской инициативы не показало эксцесса этого заболевания среди жителей загрязненных радионуклидами территорий.

Данные относительно лейкемий среди детей, облученных внутриутробно, противоречивы, они требуют дальнейшей верификации.

**Риски лейкемии среди участников ликвидации последствий аварии за 15 лет после облучения
(по данным общего Украинско-американского проекта по исследованию лейкемии, ноябрь 2005 г.)**

Вид лейкемии	Относительный избыточный риск, ERR*	95% доверительный интервал	Степень достоверности, <i>p</i>
Все лейкемии (УЛПА)	2,41	0,11–7,54	0,03
Все лейкемии (за исключением хронической лимфатической лейкемии) – УЛПА	3,22	–0,61–12,89	0,041
Хроническая лимфатическая лейкемия – УЛПА	1,55	–0,67–7,93	0,306
Все лейкемии (при отсутствии хронической лимфатической лейкемии) среди выживших после атомной бомбардировки	4,55	2,83–7,07	0,01

* Показатель стандартизирован по году рождения и области проживания.

Заболеваемость другими злокачественными новообразованиями

По результатам 18-летнего анализа, возможное возрастание показателей частоты рака установлено лишь для УЛПА, тогда как в других группах пострадавших они являются значительно ниже, чем по Украине в целом (таблица 5.1.3). Эти данные отвечают ранее сделанным прогнозам. Вместе с тем, нельзя отвергнуть возможных изменений заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований на протяжении 40 лет после облучения.

Таблица 5.1.3

**Стандартизированные показатели заболеваемости для всех форм рака (МКБ9 140-208)
в разных группах пострадавших в Украине (данные НЦРМ АМН Украины)**

Группы и период наблюдения	Количество ожидаемых случаев	Выявленное реальное количество случаев	Стандартизированный показатель риска SIR (%)	95% доверительный интервал
Участники ликвидации последствий аварии (1990–2004)	4529	4922	108,70	105,6–111,7
Эвакуированные из 30-километровой зоны (1990–2004)	2615	2182	83,40	79,9–86,9
Жители радиоактивно загрязненных территорий (1990–2004)	13 211,6	11 221	84,90	83,4–86,5

Вызывает тревогу возрастание в 1,9 раза в течение 1990–2004 гг. частоты рака молочной железы у женщин-УЛПА 1986–1987 гг. по сравнению с показателями соответствующих возрастных групп женского населения Украины (таблица 5.1.4).

Таблица 5.1.4

Стандартизированные показатели заболеваемости раком молочной железы (МКБ9 174) в разных группах пострадавшего женского населения в Украине (данные НЦРМ АМН Украины)

Группы и период наблюдения	Количество ожидаемых случаев	Выявленное реальное количество случаев	Стандартизированный показатель риска SIR (%)	95% доверительный интервал
Женщины – участницы ликвидации последствий аварии (1990–2004)	100,2	279	278,5	245,8–311,2
Эвакуированные из 30-километровой зоны (1990–2004)	254,1	198	77,9	67,1–88,8
Жительницы радиоактивно загрязненных территорий (1990–2004)	1153,1	756	65,6	60,9–70,2

Заболеваемость эвакуированных женщин раком молочной железы выросла в 1,6 раза, хотя она еще не превышает национальных показателей.

Молекулярно-генетические исследования, выполненные в Институте урологии АМН Укра-

ины в сотрудничестве с Медицинским Университетом г. Осака (Япония), свидетельствуют о том, что в 53% случаев происходит мутационная инактивация опухоле-супрессорного гена *p53* и в 96% случаев – развитие предраковых изменений в уротелии мочевого пузыря среди больных – жителей загрязненных территорий вследствие хронического долгосрочного действия малых доз ионизирующего облучения (свыше 14 лет), что приводит к генетической нестабильности с возможным развитием преимущественно инвазивных форм рака мочевого пузыря [6].

Генетические повреждения

Селективный цитогенетический мониторинг критических групп пострадавшего населения Украины проводился на протяжении двадцати послеаварийных лет.

Показано, что во всех обследованных группах в разные сроки после аварии частота aberrаций хромосом в лимфоцитах периферической крови (как интегральных, так и специфических для действия ионизирующего облучения *in vivo*) достоверно превышала доаварийные показатели, характерные для спонтанного хромосомного мутагенеза [7]. Повышенная частота хромосомных aberrаций, выявлена у детей, которые подверглись комбинированному облучению ¹³¹I и ¹³⁷Cs, особенно на территориях, эндемичных по йоду. Показано влияние тиреоидной патологии на индукцию хромосомной нестабильности в соматических клетках человека [8]. Выявлен задержанный цитогенетический эффект в последовательных клеточных генерациях у потомков облученных родителей, что свидетельствует о реальности трансмиссии хромосомной нестабильности [9].

В отдаленные сроки после аварии выявлена неадекватная реакция хромосомного аппарата на тестирующую мутагенную нагрузку *in vitro* – адаптивный отклик у детского населения загрязненных территорий и нестабильность генома у УЛПА со значительными индивидуальными колебаниями [9].

Выявлено статистически достоверное возрастание в 1,6 раза частоты мутаций в минисателлитных локусах ДНК вследствие облучения родителей до зачатия, в то время как облучение матерей не сопровождалось повышением мутаций минисателлитных локусов ДНК половых клеток [10].

5.1.4. Детерминированные эффекты

Острая лучевая болезнь

Острая лучевая болезнь (ОЛБ) – общепризнанное детерминированное последствие аварии на Чернобыльской АЭС. После тщательного ретроспективного анализа (в 1989 г.) историй болезней 237 лиц, которым был установлен диагноз ОЛБ в 1986 г., реальное количество пострадавших с таким диагнозом уменьшилась до 134 лиц. Из них 28 пациентов умерли на протяжении первых трех месяцев после аварии, 14 – на протяжении первых 15 лет и еще 16 – в последующие годы (данные на 1 января 2006 г.), несмотря на постоянный медицинский контроль, систематическое лечение и реабилитационные мероприятия (рис. 5.1.3).

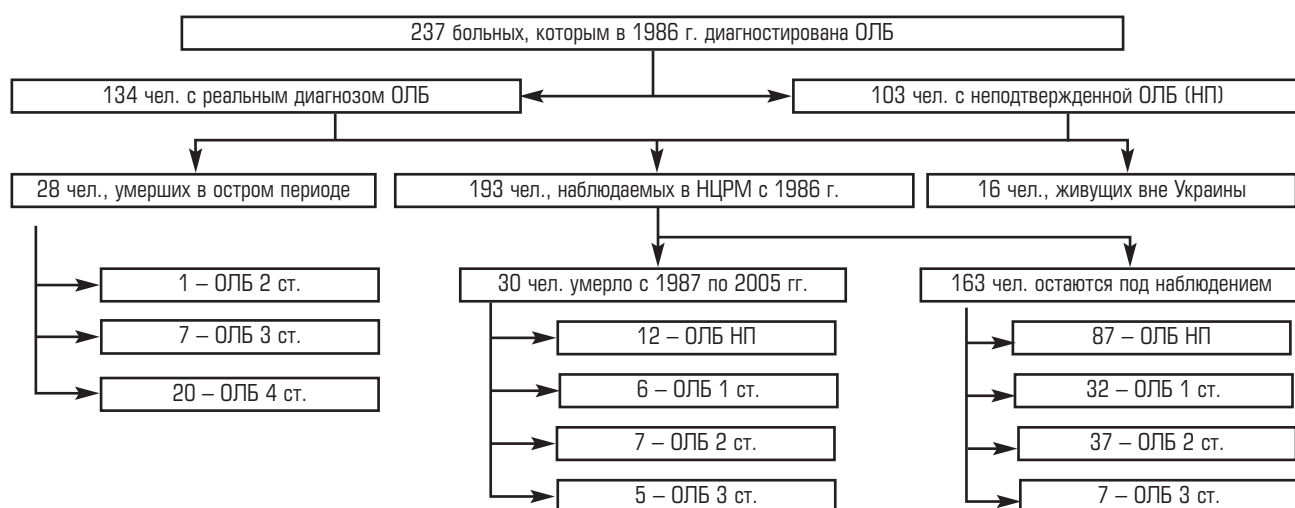


Рис. 5.1.3. Динамика количества лиц, которые заболели острой лучевой болезнью вследствие аварии на Чернобыльской АЭС (ОЛБ – острая лучевая болезнь; ОЛБ НП – неподтвержденная острая лучевая болезнь), по данным НЦРМ АМН Украины.

Перенесшие ОЛБ и оставшиеся живыми, страдают хроническими заболеваниями внутренних органов и систем (от 5–7 до 10–12 диагнозов одновременно), возникшими от совместного действия различных отрицательных факторов Чернобыльской аварии, прежде всего радиационного. Соматическая патология у таких пострадавших характеризуется изначально высоким и стабильным уровнем заболеваний нервной системы, значительным удельным весом воспалительных и эрозивно-язвенных процессов в желудочно-кишечном тракте, постепенным возрастанием частоты болезней гепато-билиарной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

У значительной части из них типично радиационными проблемами остаются развитие лучевых катаракт, частота возникновения которых зависит от поглощенной дозы облучения, и последствия лучевых ожогов кожи разной степени тяжести (у 1/3 пострадавших) – от небольших по площади и глубине поражений лучевых дерматитов вплоть до ампутации конечности у одного больного.

Практически все лица, которые пострадали от ОЛБ, независимо от степени ее тяжести, получили вторую группу инвалидности в связи со стойкой потерей трудоспособности как вследствие низких показателей здоровья, так и в связи с невозможностью работать по специальности профессионалами-атомщиками или пожарниками. Основная часть таких людей ежегодно, а в зависимости от состояния здоровья – и чаще, проходит стационарное обследование и лечение в клинике НЦРМ АМН Украины.

Результаты продолжительного наблюдения и интегральной оценки состояния здоровья этой когорты людей свидетельствуют о неблагоприятном прогнозе относительно эффективности поддерживающей терапии, реабилитационных мероприятий, направленных на предотвращение осложнений хода болезней и увеличение продолжительности жизни [11].

Катаракта

Зафиксировано 165 случаев **радиационной (лучевой) катаракты** – глазной патологии, которая считается детерминированным специфическим эффектом радиационного облучения. Установлено, что радиационная катаракта может развиваться вследствие влияния не только высоких доз радиационного облучения, но и доз облучения значительно меньше чем 1 Гр (таблица 5.1.5). Имеющиеся данные (обследован 14 731 УЛПА) свидетельствуют в пользу взгляда на радиационную катаракту как на стохастический эффект радиационного облучения [12].

Таблица 5.1.5

Зависимость доза-эффект для радиационной катаракты у участников ликвидации последствий аварии (данные НЦРМ АМН Украины)

Зависимость аддитивно-относительного риска возникновения катаракты от:	Уровень риска	p
дозы облучения	3,451 (1,347; 5,555) на 1 Гр	< 0,05
продолжительности участия в ЛПА	1,095 (1,017; 1,173) на 1 log (1/tdn)*	< 0,05

* tdn – количество суток участия в ликвидации последствий аварии.

Доказано наличие дозозависимого возрастания распространенности инволюционной катаракты, хориоретинальных макулярных дистрофий, патологии стекловидного тела у УЛПА. У жителей зоны гарантированного добровольного отселения по сравнению с менее загрязненными территориями инволюционная катаракта, макулярные дистрофии, патология сосудов сетчатки наблюдаются с большей частотой.

Иммунологические эффекты

Исследования на протяжении 20 лет после аварии подтвердили, что иммунная система по радиочувствительности относится к критическим системам организма. Иммунологическое обследование в НЦРМ АМН Украины свыше 120 000 лиц различных групп учета позволило обнаружить основные типы радиационного повреждения и восстановления иммунной системы, определить ее значение в формировании отдаленных эффектов облучения. Изучение дозовых зависимостей и времени облучения показало, что у 23,2% участников ликвидации последствий аварии через 11–13 лет после облучения сохраняются проявления комбинированного иммунологического дефицита: депрессии Т-звена с высокой степенью корреляции числа CD3+HLA-DR⁻ клеток и дозы облучения [13].

Выявлены HLA-антигены (HLA-A10; HLA-A28; HLA-B38) и их комбинации, ассоциированные с повышенной радиочувствительностью организма человека. Наличие в фенотипе пациента

антигенов HLA-B5, Cw2, Cw5 дает возможность прогнозировать высокую стойкость и низкий риск развития заболевания при действии ионизирующего излучения [14].

Среди лиц с разным диапазоном дозовых нагрузок выявлена значительная распространенность носительства цитомегаловирусных инфекций вирусов гепатита С и В [15].

В отдаленном периоде, через 15–18 лет после облучения, установлены пороги сохранения радиационно-индуцированных иммунных нарушений на уровне доз 200–350 мЗв. Взаимодействие иммунной и нервной систем может углублять иммунологические расстройства. Реакции адаптивного и активационного типа у лиц, облученных подпороговыми дозами, вероятно, связаны с психологическим стрессом и другими побочными факторами [16].

Дозозависимые эффекты в иммунной системе наблюдаются даже через 15 и более лет как на индивидуальном, так и на групповом уровне. В отдаленном периоде количество клеток с мутацией TCR прямо коррелировало со снижением иммунитета у лиц, перенесших ОЛБ (рис. 5.1.4).

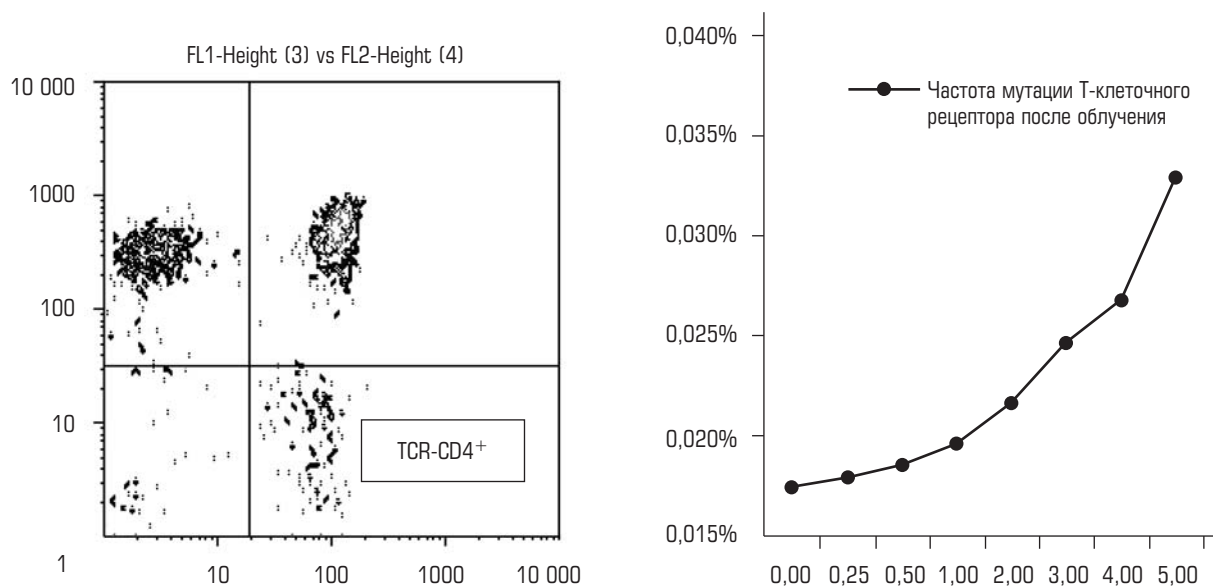


Рис. 5.1.4. Частота определения мутаций Т-клеточного рецептора в зависимости от дозы облучения (данные НЦРМ АМН Украины)

Высокая пролиферативная активность и аккумуляция CD34⁺ клеток после облучения в больших дозах отражает процессы адаптации, а в сочетании со сниженным апоптозом становится основой для формирования поздних радиационно индуцированных эффектов, в частности лейкемии [17].

Неопухолевые заболевания. Общая заболеваемость и инвалидность

Результаты проведенных эпидемиологических исследований показывают, что в период 1988–2003 гг. доля здоровых среди УЛПА 1986–1987 гг. уменьшилась с 67,6% до 7,2%, а доля больных хроническими болезнями увеличилась с 12,8% (1988 г.) до 81,4% (2003 г.). В структуре неопухолевой заболеваемости ведущими являются классы болезней систем кровообращения, пищеварения и нервной (таблица 5.1.6).

Дозы внешнего облучения всего тела в пределах 0,1–1,0 Гр является фактором риска развития широкого спектра неопухолевых заболеваний УЛПА 1986–1987 гг. Частота заболеваемости больше среди УЛПА, которые получили дозу облучения свыше 250 мЗв [18] (рис. 5.1.5).

Среди УЛПА 1986–1987 гг. отмечается высокий уровень и быстрое возрастание **инвалидности**: с 2,71‰ до 208,3‰ на протяжении 1988–2003 гг. По данным ГРУ, при дозах внешнего облучения всего тела свыше 0,25 Гр высокий уровень инвалидности формируется за счет УЛПА старших возрастных групп (40–59 лет на момент обследования).

Установлены отрицательные тенденции изменений состояния **здоровья взрослого населения, эвакуированного из г. Припяти и 30-км зоны ЧАЭС** (рис. 5.1.6). С 1988 по 2002 гг. количество здоровых лиц среди обследованных уменьшилось с 67,7% до 22%, тогда как хронически больных увеличилось с 31,5% до 77%, распространенность неопухолевых болезней выросла с 631,5 до 3037,2 ‰, впервые выявленных болезней – с 377,4 до 1104,5‰. С 1991–1992 гг. заболеваемость взрослых эвакуированных превышает аналогичные показатели взрослого населения Украины.

Распространенность (%) и структура (%) неопухолевых заболеваний среди ликвидаторов 1986–1987 гг. (мужчин) по годам наблюдения (данные НЦРМ АМН Украины)

Классы заболеваний	1988		1999		2003	
	‰	%	‰	%	‰	%
Все заболевания	420,0	100	3012,1	100	3530,7	100
Болезни системы кровообращения	95,6	22,8	676,2	17,3	932,6	26,4
Болезни системы пищеварения	96,8	23,1	733,0	24,3	887,9	25,1
Болезни нервной системы и органов чувств	85,3	20,3	555,5	18,4	563,8	16,0
Болезни дыхательной системы	47,0	11,2	340,3	11,3	334,2	9,5
Болезни костно-мышечной системы	35,3	8,3	270,7	8,99	295,7	8,4
Болезни эндокринной системы	41,3	9,8	168,0	5,6	218,8	6,2
Болезни мочеполовой системы	9,8	2,3	77,4	2,6	98,4	2,8
Психические расстройства	5,8	1,4	29,8	1,0	24,9	0,7
Болезни кожи и подкожной клетчатки	2,0	0,5	16,1	0,5	13,0	0,4
Гематологические заболевания	1,1	0,3	6,9	0,23	8,2	0,2

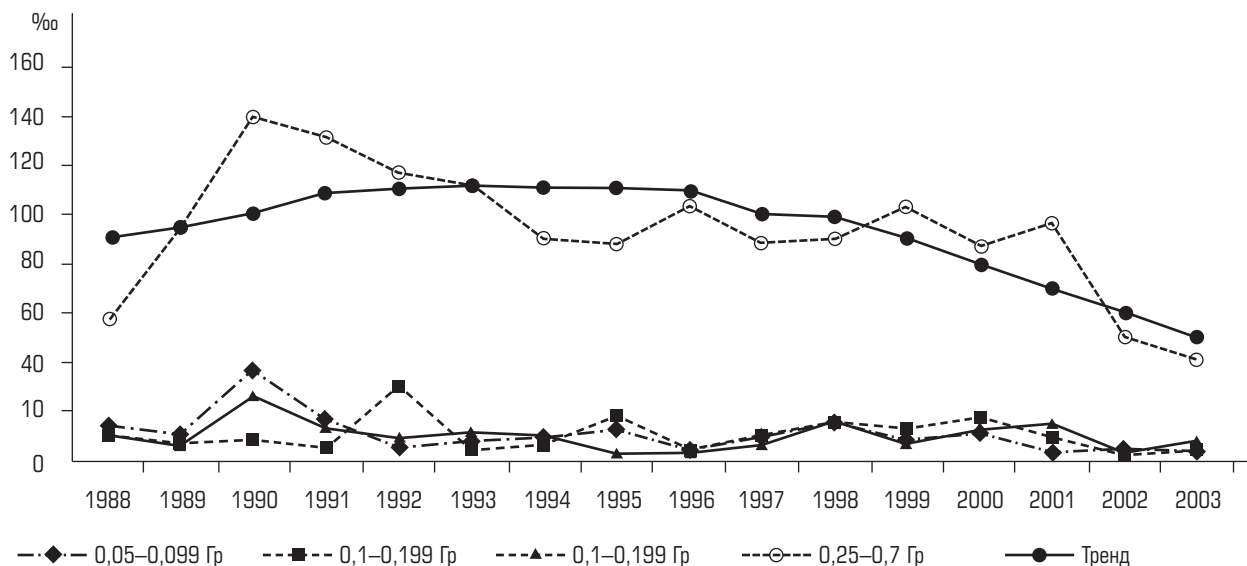


Рис. 5.1.5. Частота неопухолевых заболеваний у участников ликвидации последствий аварии 1986/87 гг. за период 1988–2003 гг. достоверно выше при дозах облучения более 0,25 Гр (данные НЦРМ АМН Украины)

В динамике исследования выявлен достоверно более высокий общий уровень заболеваемости и распространенности болезней в когортах эвакуированных, которые проживают после эвакуации на радиоактивно загрязненных территориях, по сравнению с эвакуированными – жителями условно чистых территорий [19].

Отрицательное состояние здоровья, по данным исследования, не является результатом влияния лишь радиационного фактора. Значительную роль в его ухудшении в послеаварийном периоде играет влияние комплекса нерадиационных факторов социально-экономического, бытового, поведенческого характера и других факторов. Среди взрослого эвакуированного населения показатели инвалидности с 1988 по 2002 гг. возросли с 4,6 до 103,4‰.

Среди населения, которое проживает на радиоактивно загрязненных территориях, за период 1988–1999 гг. распространенность болезней и первичная заболеваемость выросла более чем в 2 раза (соответственно, с 620,9 до 1275,6‰ и с 309,5 до 746,0‰); с 1993–1994 гг. показатели заболеваемости пострадавших превышают популяционные.

Заболеваемость жителей радиоактивно загрязненных территорий зависит от зоны проживания.

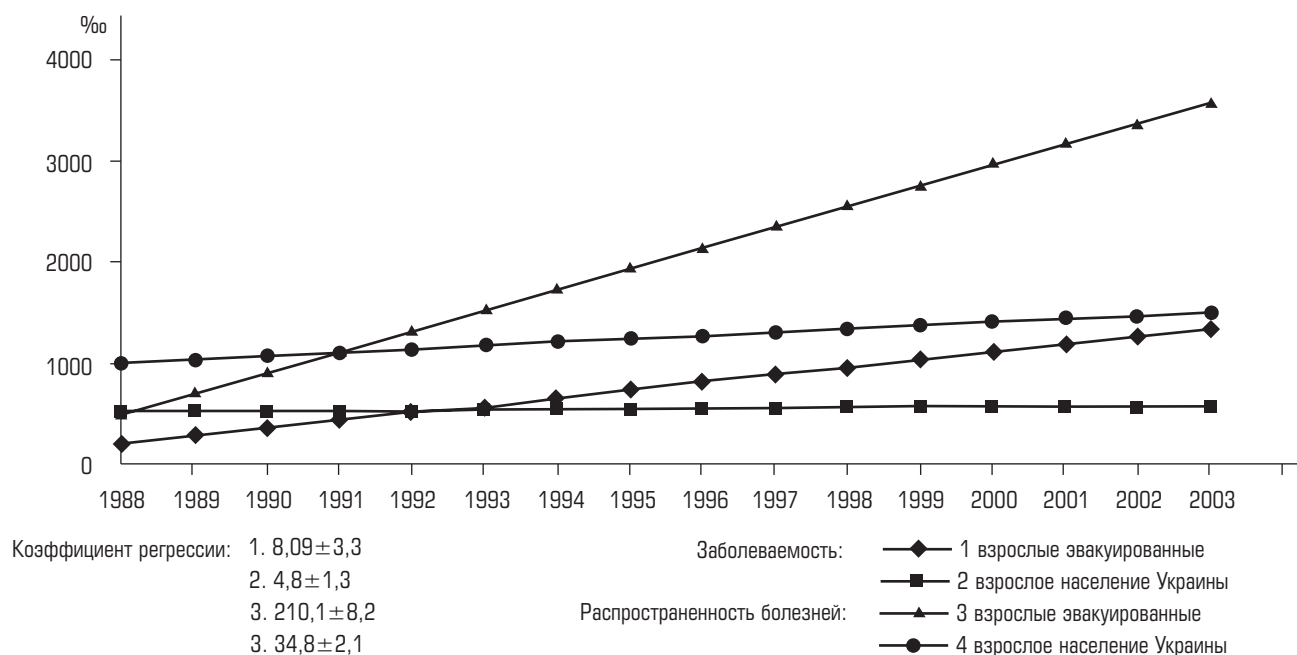


Рис. 5.6. Заболеваемость и распространенность неопухолевых заболеваний у эвакуированных из г. Припяти, по сравнению с населением Украины за 1988–2003 гг. (данные НЦРМ АМН Украины)

В специальном когортном исследовании жителей радиоактивно загрязненных территорий установлено, что у лиц с дозой на щитовидную железу свыше 200 сГр, по сравнению с теми, у кого эта доза составляет менее 30 сГр, отмечается высокий относительный риск развития заболеваний органов кровообращения, особенно цереброваскулярной патологии, а также более высокий риск формирования эндокринной патологии и болезней костно-мышечной системы.

Сердечно-сосудистые заболевания

Сердечно-сосудистые заболевания пострадавших лиц имеют связь с радиационным влиянием. Для УЛПА определены минимальные дозы облучения, вызывающие возрастание частоты сердечно-сосудистых заболеваний (таблица 5.1.7).

Таблица 5.1.7

Минимальные дозы облучения, вызывающие возрастание частоты сердечно-сосудистой патологии у участников ликвидации последствий аварии (данные НЦРМ АМН Украины)

Нозологические формы	Код по ICD-10	Код по ICD-9	Доза внешнего облучения, Гр; $p < 0,05$
Ангиопатия и ангиосклероз сетчатки	H 35,0	362,1	$\geq 0,5$
Гипертоническая болезнь	I 10 – I 15	401 – 405	$\geq 1,0$
Ишемическая болезнь сердца	I 20 – I 25	410 – 414	$\geq 0,25$
Эндомиокардиальный фиброз	I 42,0	425,0	$\geq 0,1$
Цереброваскулярные болезни	I 60 – I 69	430 – 438	$\geq 0,25$

Выявлена зависимость от дозы облучения для цереброваскулярной патологии УЛПА (рис. 5.1.7). Риск развития этих заболеваний выше для облученных с дозами 0,5–0,99 Гр и 1 Гр по сравнению с облученными в дозах менее 0,1 Гр [20].

Установлено, что формирование отдельных классов и нозологических форм неопухолевых болезней среди эвакуированных достоверно зависит от дозы внешнего гамма-облучения всего тела (свыше 0,05 Гр) и дозы облучения щитовидной железы (0,3 Гр).

Нейропсихиатрические эффекты

Расстройства нервно-психической сферы у пострадавших лиц продолжают оставаться актуальной проблемой и в настоящее время [20].

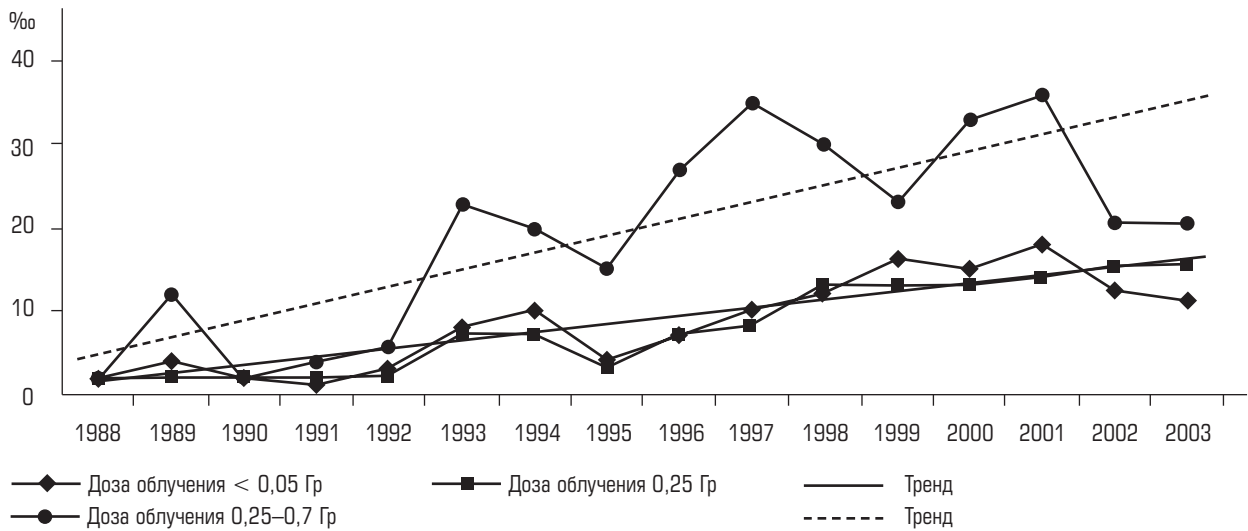


Рис. 5.1.7. Частота цереброваскулярных заболеваний участников ликвидации последствий аварии 1986/1987 гг. за период 1988–2003 гг. достоверно возрастает при дозах облучения свыше 0,25 Гр (данные НЦРМ АМН Украины)

Нервно-психическим расстройствам в отдаленный период ОЛБ свойственно прогрессирующее течение с последовательным изменением этапов с вегето-сосудистого и вегето-висцерального на церебрально-органический и соматогенной патологии (рис. 5.1.8).

Пострадиационные органические психические расстройства наблюдаются у 62% больных с дозами облучения свыше 1 Зв. Нейропсихологические исследования обнаружили дозозависимые признаки поражения левой височной области, глубоких церебральных структур и лобных формаций преимущественно левой гемисферы. Количественной нейровизуализационной особенностью отдаленного периода ОЛБ является атрофия коры гемисфер головного мозга и дозозависимое поражение проводниковых путей доминантного полушария.

Исследование репрезентативной когорты УЛПА с помощью стандартизированного психиатрического интервью в рамках Франко-германской чернобыльской инициативы свидетельствует об увеличении распространенности психических расстройств до 36% среди УЛПА по сравнению с украинской популяцией (20,5%), а также о возрастании депрессии до 24,5% по сравнению с популяцией (9,1%).

Начиная с 1990 года зарегистрировано повышение заболеваемости шизофренией персонала Чернобыльской Зоны отчуждения – до 5,4 на 10 000, по сравнению с 1,1 на 10 000 в Украине.

Характерными психическими расстройствами в отдаленный период после аварии для обследованных УЛПА являются варианты органического расстройства личности. Дозозависимые

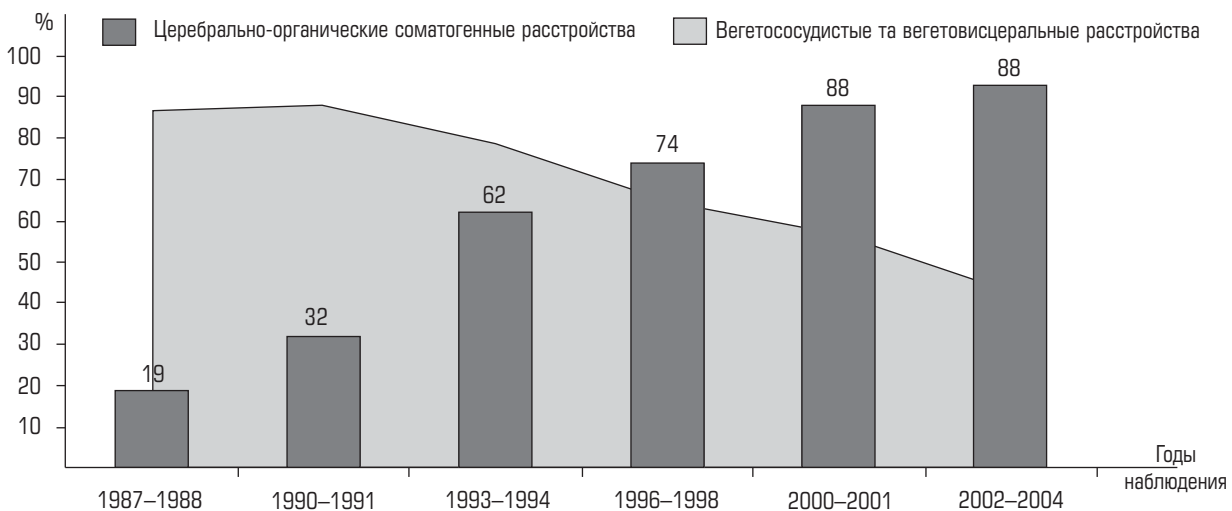


Рис. 5.1.8. Динамика вегетативных и органических психических расстройств после острой лучевой болезни

нейропсихиатрические, нейрофизиологические, нейропсихологические и нейровизуализационные нарушения выявлены при дозах общего облучения свыше 0,3 Зв.

Психическое здоровье женщин, эвакуированных из г. Припяти, ухудшено вследствие посттравматических стрессовых расстройств, депрессии, соматоформных расстройств, тревоги и социальной дисфункции.

Бронхолегочная система

По данным Минздрава Украины, заболеваемость взрослых и подростков, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС, бронхитом хроническим и неуточненным, эмфиземой в 2004 году по сравнению с 1990 г. выросла с 316,4 до 528,47 на 10 000 чел., а бронхиальной астмой – с 25,7 до 55,44 на 10 000 чел.

При комбинированном действии внешнего облучения и ингаляции осколочной смеси радионуклидов бронхолегочная система становится одной из основных тканей-мишеней, которая в дальнейшем клинически реализуется в хронические обструктивные заболевания легких (ХОЗЛ). Об этом свидетельствуют результаты клинико-морфологического обследования на протяжении 1987–2005 гг. 2736 облученных больных ХОЗЛ и 309 больных ХОЗЛ без радиационного влияния в анамнезе.

По данным клинико-эпидемиологического реестра НЦРМ АМН Украины (16 133 обследованных УЛПА), наблюдается возрастание показателей заболеваемости ХОЗЛ. В группе из 7665 УЛПА 1986–1987 гг. с дозами облучения 250 мЗв и выше выявлены достоверные относительные риски заболевания хроническим обструктивным бронхитом; связь хронического бронхита с облучением была дозозависимой (рис. 5.1.9).

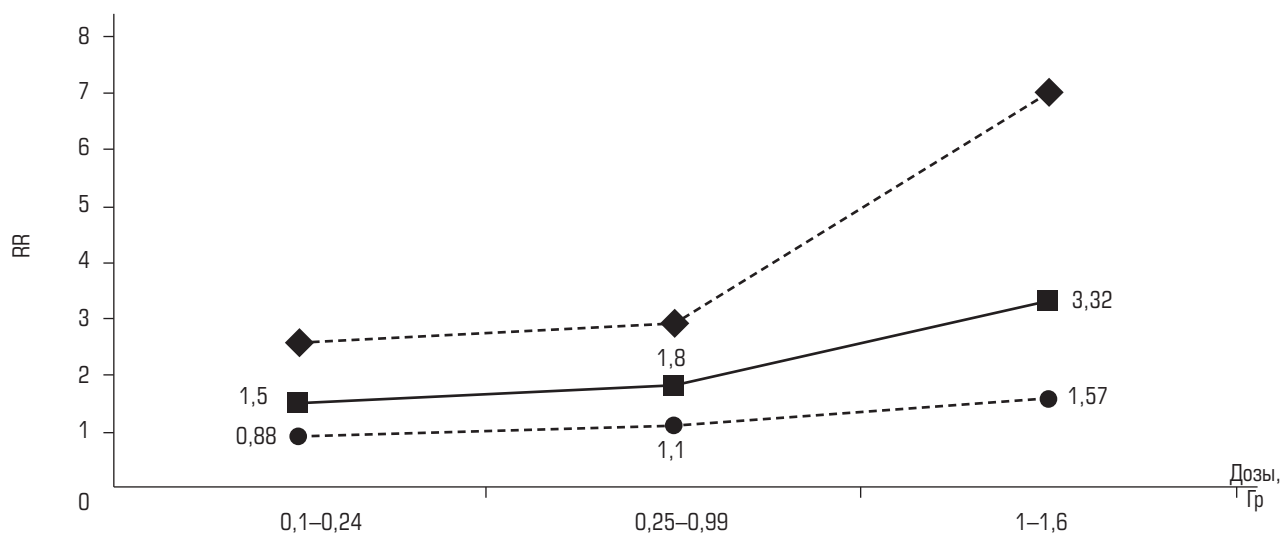


Рис. 5.1.9. Относительные риски (RR) и 95% доверительный интервал распространенности хронического обструктивного бронхита (491,2, МКБ-9) среди мужчин, УЛПА 1986–1987 гг. с разными дозами облучения всего тела (данные клинико-эпидемиологических исследований НЦРМ АМН Украины с 09.1992 г. по 04.2004 г.)

Патоморфоз ХОЗЛ при действии радиационно-пылевого и других повреждающих факторов у УЛПА 1986 года характеризуется изменением минимальной клинической симптоматики раннего периода на быстрое развитие фибротических изменений в легких и слизистой оболочке бронхов, прогрессирующую их деформацию, сопровождающуюся углублением вентиляционных нарушений [21].

Заболевания системы пищеварения

В первые послеаварийные годы патология системы пищеварения была обусловлена нарушениями вегетативной регуляции моторной и секреторной функции желудка, которые в дальнейшем привели к развитию эрозивного гастродуоденита и язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки.

На этапе первого десятилетия среди УЛПА и жителей загрязненных территорий уровень заболеваемости язвенной болезнью значительно превышал таковой для населения Украины. Увеличение случаев язвенной болезни и тяжести ее течения были индуцированы факторами Чернобыльской катастрофы.

Исследования последних лет по изучению клинико-морфологических аспектов язвенной болезни у лиц, которые были эвакуированы из территорий с высоким уровнем радиоактивного загрязнения, свидетельствуют о прогрессивном течении воспаления в желудке, которое совпадает по времени возникновения с периодом аварии на ЧАЭС и реализуется уже в наше время возникновением язвенной болезни [22].

Наблюдается развитие хронических гепатитов и циррозов печени как отдаленных последствий Чернобыльской катастрофы, которые на первом этапе после аварии на ЧАЭС определялись как диффузные изменения печени, имеющие черты адаптивно-компенсаторной гепатопатии [23].

Состояние гемопоэтической системы

Результаты мониторинга состояния гемопоэтической системы пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской АЭС на протяжении 20 лет показали, что у части обследованных наблюдались отклонения в анализах периферической крови. В периферической крови 25% УЛПА в первые 1–2 года отмечалась лейкопения, у незначительного числа лиц – повышение содержания эритроцитов и уровня гемоглобина (9,5%), увеличение числа лейкоцитов (12%), снижение числа тромбоцитов (9%), повышение количества эозинофилов (10,5%), лимфоцитов (14,5%) и моноцитов (10,5%).

Такие нестабильные отклонения регистрировались и в отдаленные периоды после аварии: лейкоцитоз и лейкопения у 24% и 19,7% обследованных, у 7,6% – тромбоцитопения, у 2,4% – тромбоцитоз. В 15% случаев встречалась комбинация различных синдромов, например – лейкопения и тромбоцитопения, лейкопения, анемия и тромбоцитопения.

Для всего периода наблюдения характерными были качественные нарушения в ядре и цитоплазме гранулоцитов, лимфоцитов, эритроцитов. Среди мегакариоцитов регистрировалось увеличение числа «старых» клеток, с наличием тромбоцитов гигантской формы, клеток с полиморфной зернистостью, а у части обследованных – агрегаты тромбоцитов, скопления микро- и макроформ.

Пострадавшие вследствие аварии на ЧАЭС с различными количественными и качественными нарушениями элементов всех ростков гемопоэза составляют группу риска онкогематологических заболеваний: из группы риска 4200 лиц, отобранных после обследования гематологами НЦРМ АМН Украины, 46 000 пострадавших детей, до настоящего времени реализовалось 11 случаев лейкоемий.

Неопухолеватая тиреоидная патология

Актуальной проблемой для всех категорий пострадавших является хронический тиреодит (рис. 5.1.10) и другая неопухолеватая тиреоидная патология. С особой остротой эта проблема стоит перед жителями эндемичных по йоду территорий украинского Полесья.

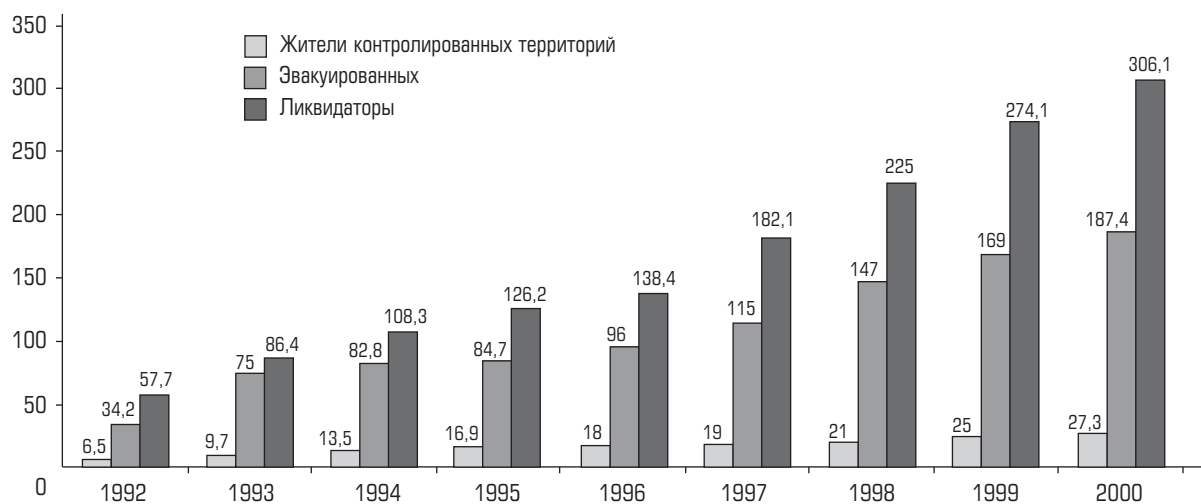


Рис. 5.1.10. Распространенность хронического тиреодита в Украине в группах пострадавших (взрослых и подростков, на 10 000)

Состояние здоровья детского населения

Стойкие негативные изменения в состоянии здоровья детского населения относятся к медицинским последствиям Чернобыльской катастрофы.

Статистические данные о состоянии здоровья детей в возрасте 0–14 лет, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС, свидетельствуют о том, что на протяжении всех послеаварийных лет их заболеваемость имеет тенденцию к постепенному возрастанию: с 455,4‰ в 1987 году до 1367,2‰ в 2003 году. Возрастает и распространенность неопухолевых болезней (рис. 5.1.11).

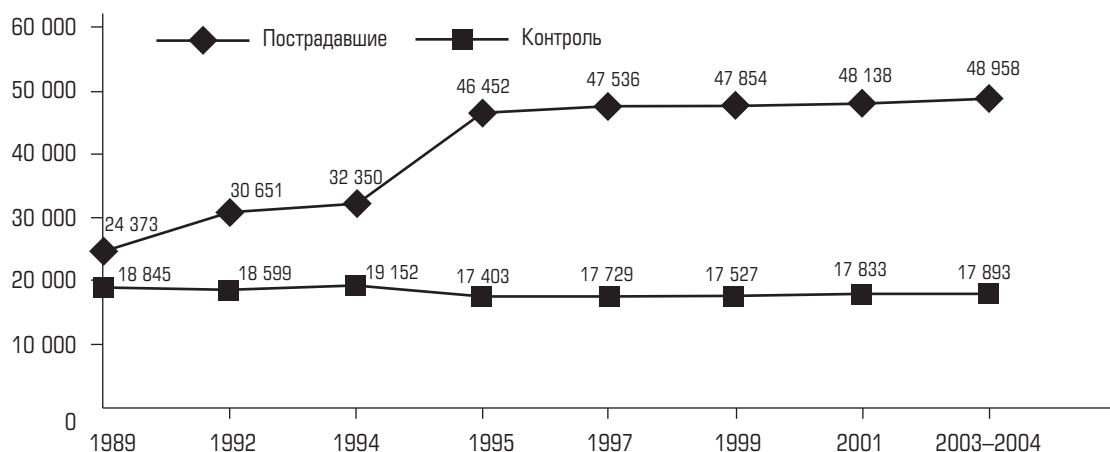


Рис. 5.1.11. Динамика общего уровня распространенности неопухолевых болезней (‰) среди пострадавшего детского и подросткового населения

В настоящее время в структуре заболеваемости детей 0–14 лет ведущими являются болезни органов дыхания; нервной системы; органов пищеварения; кожи и подкожной клетчатки; инфекционные и паразитарные болезни; болезни крови и кроветворных органов.

Наблюдается снижение удельного веса практически здоровых детей (с 27,5% в 1986–1987 гг. до 7,2% в 2003 г.), увеличение числа детей с хроническими заболеваниями (с 8,4% в 1986–1987 гг. до 77,8% в 2003 г.), а количество детей-инвалидов среди пострадавших в 4 раза превышает среднепопуляционный уровень в Украине. Наиболее неблагоприятные сдвиги отмечены у подростков с высокими дозами облучения щитовидной железы и подростков, облученных внутриутробно. Среди них доля практически здоровых не превышает 2,8%.

Существенные изменения касаются показателей заболеваемости органов пищеварения (23,9‰ в 1988 г. и 72,5‰ в 2003 г.). Имеет место повышение частоты сочетанных поражений желудочно-кишечного тракта и их омоложение – эти заболевания диагностируются уже в дошкольном возрасте.

Ощущается значительное влияние последствий Чернобыльской катастрофы на иммунную систему детей. У 82,5% из них (в контроле 39,5%, $p < 0,05$) регистрируется иммунный дисбаланс, который лежит в основе повышения частоты аллергических поражений кожи, заболеваний ЛОР-органов, бронхолегочной системы, а также иммунодефицитных состояний [24].

Особенностями развития соматической патологии являются полисистемный, полиорганный характер поражений, рецидивирующее течение с относительной резистентностью к терапии [25, 26].

Оценка радиационных рисков для подростков, проживающих на загрязненных территориях, показала, что 92,8% радиационных эффектов будет связано с облучением щитовидной железы; 4,8% – с внешним гамма-облучением; 2,3% – с внутренним облучением за счет ^{137}Cs и 0,1% – за счет ^{90}Sr . Эти риски могут реализовываться до 2055 года [24].

Динамические наблюдения за детьми, подвергшимися влиянию ионизирующей радиации в период внутриутробного развития, показали, что облучение щитовидной железы и центральных органов иммуногенеза плода в диапазоне доз, характерных для Чернобыльской аварии, может вызвать повреждения, которые проявятся после рождения: нарушением роста и развития, возрастанием частоты стабильных повреждений хромосомного аппарата, нарушением функционирования иммунной системы и повышением риска развития мультифакториальной патологии [27, 28].

В рамках Франко-германской чернобыльской инициативы у пренатально облученных детей выявлено больше заболеваний нервной системы и психических расстройств, чем у необлученных. Облученные дети имели низкий общий IQ, обусловленный более низким вербальным IQ и, соответственно, имели повышенную частоту дисгармоничного интеллекта. Если эта дисгармония у пренатально облученных детей превышала 25 баллов, то она коррелировала с дозой облучения плода. Матери детей обеих групп не имели расхождений в вербальном интеллекте [30].

Выявлен радионейроэмбриологический эффект в виде дисгармонии интеллектуального раз-

вития ребенка за счет уменьшения вербального IQ при внутриутробном облучении на 8-й и более поздних неделях гестации в дозах на эмбрион и плод > 20 мЗв, дозах на щитовидную железу *in utero* > 300 мЗв, что отражает дисфункцию кортико-лимбической системы преимущественно доминантного (левого) полушария. Показано, что в условиях радиационной аварии с выбросом в окружающую среду радионуклидов йода при малых дозах внешнего облучения плода, поражение головного мозга возможно не только в наиболее критическом периоде цереброгенеза (8–15-я недели гестации), но и в более поздние сроки беременности, когда дозы облучения щитовидной железы *in utero* достигают наиболее высоких значений.

Дети, родившиеся от облученных родителей, имеют также низкий уровень здоровья. На это указывают высокие показатели общей заболеваемости, которые на протяжении последних 5 лет колеблются в пределах 1134,9–1367,2‰ (по Украине в целом 960,0–1200,3‰).

По данным комплексного обследования, доля практически здоровых среди них составляет 2,56–9,2% (в контроле – 18,61–24,6%), а индекс патологической пораженности равняется 5,43–5,97. Эту категорию детей характеризуют снижение возможности адаптироваться к условиям внешней среды, отставание биологического возраста от календарного, наличие нарушений иммунитета с наибольшей выраженностью всех изменений у детей, которые родились у участников ликвидации последствий аварии 1986–1987 гг. с дозой облучения 25 мЗв и более.

У детей, родившихся от облученных родителей, формируется феномен генетической нестабильности. У них чаще регистрируются внешние стигмы дизэмбриогенеза, малые аномалии развития внутренних органов и врожденные пороки, наблюдается усиление мутационного процесса не только в индикаторных клетках, но и клетках-мишенях, которое может привести к нарушениям их функционирования и быть основанием для возникновения стохастических, а возможно, и некоторых нестохастических эффектов радиационного влияния.

Психический статус пострадавшего детского населения всех категорий значительно ниже по сравнению с ровесниками контрольных групп. Среди наиболее важных психологических отклонений определены такие: ощущение себя жертвой, состояние социальной отчужденности и дискриминации, особенно относительно получения образования, трудоустройства, создания семьи, отсутствие инициативности, рентные установки, ощущение фатальности в восприятии состояния своего здоровья, ожидание неминуемых последствий облучения для себя и своих близких, нездорового потомства. Болезненное эмоциональное состояние является сильнодействующим фактором инициации психосоматических нарушений, а в дальнейшем – и психосоматической заболеваемости.

При обследовании эвакуированных подростков выявлены статистически значимые связи психоэмоционального напряжения с такими нозологическими группами, как невротические расстройства, психопатии и прочие психические расстройства непсихотического характера; неопухолевые заболевания щитовидной железы (гипофункция, гиперфункция железы, тиреоидит); гастродуоденальная патология (гастриты, гастродуодениты, язвы желудка и двенадцатиперстной кишки); вегетативные нарушения. Это подчеркивает необходимость разработки программ психосоциальной поддержки с включением специфических относительно этих нозологий мероприятий.

Состояние репродуктивной функции у женщин, проживающих на загрязненных радионуклидами территориях

Научным комитетом по действию атомной радиации при ООН (2000) сделан вывод о том, что рост числа врожденных дефектов и репродуктивных потерь, показанный в некоторых исследованиях, невозможно связать с радиационным влиянием последствий аварии. Учитывая величины доз, накопленных населением, такой вывод является закономерным и совпадает с основным массивом научных знаний мировой радиобиологии.

Отсутствие единого взгляда на репродуктивные эффекты облучения в малых дозах обуславливает необходимость определения возможности влияния радиационного фактора на репродуктивные потери у женщин Киевской области, проживающих на загрязненных радионуклидами территориях.

По расчетам, выполненным на основании данных ведомственной статистической отчетности МЗ Украины, не выявлено увеличения риска возникновения репродуктивных потерь в 1992–2003 гг. Относительный риск составляет 0,90 при доверительном интервале (ДИ) 0,87–0,94. Риск самопроизвольных выкидышей, как их основной компоненты – 0,91 при ДИ 0,87–0,95. Риск мертворождений оставляет 0,79 при ДИ 0,71–0,87. Не выявлено также увеличения вероятности возникновения самопроизвольных выкидышей до 12 недель беременности за этот же период. Риск их возникновения составляет 0,95 при ДИ 0,90–1,01 [31].

В рамках выполнения Целевой комплексной программы генетического мониторинга насе-

ления в 1999–2003 гг., утвержденной Указом Президента Украины № 118/99 от 04.02.1999 г., исследованы случаи самопроизвольных выкидышей до 12 недель гестации среди желательных беременностей, зарегистрированных по специальным картам у 1442 женщин, с определенными накопленными дозами общего облучения, рассчитанными по данным «Общедозиметрической паспортизации населенных пунктов Украины» (2000).

Из данной выборки были извлечены карты регистрации, в которых самопроизвольные выкидыши зафиксированы у женщин, проживавших за пределами Киевской области и Украины в целом, а также случаи, когда кто-нибудь из супружеской пары был ликвидатором последствий аварии на ЧАЭС или переселенцем из зоны обязательного отселения. Это связано с невозможностью определения накопленной дозы по данным карт. Не принимались во внимание также случаи самопроизвольных выкидышей среди женщин старше 40 лет с тремя и более детьми, а также наличие в анамнезе медицинских аборт, связанных с повышенной вероятностью индуцирования выкидышей. Для проверки гипотезы о влиянии факторов на уровень патологии в качестве статистического критерия, использовалось соотношение преимуществ (OR), рассчитанное по таблицам объединенных признаков при критической области, определявшейся ДИ приемлемого уровня значимости (5%) с учетом асимптотического распределения по отношению к группе, не подвергавшейся влиянию радиационного фактора.

Установлено, что у женщин, проживающих в радиоактивно загрязненных населенных пунктах и накопивших определенную дозу общего облучения, увеличивается риск возникновения самопроизвольных выкидышей по сравнению с теми, кто живет на «чистой» территории. Риск повышался во всех группах наблюдения. Значения рисков представлены в таблице 5.1.8 [32].

Таблица 5.1.8

Зависимость вероятности возникновения самопроизвольного выкидыша от накопленной женщиной дозы общего облучения, Киевская область, 1999–2003 гг.

Годы	Накопленная доза облучения							
	В целом		До 5 мЗв		5–10 мЗв		Свыше 10 мЗв	
	OR*	ДИ**	OR	ДИ	OR	ДИ	OR	ДИ
1999–2003	1,36	1,14–1,63	1,33	1,09–1,63	1,34	1,01–1,77	1,76	1,05–2,97

* OR – соотношение преимуществ; ** ДИ – доверительный интервал.

На данный момент репродуктивно активными являются женщины, которые на момент аварии пребывали в пре- и пубертатном возрасте, то есть были более чувствительны к внешним влияниям. Облучение, особенно щитовидной железы, в этот период может вызвать гормональные и иммунные изменения, следствием которых может стать нарушение репродуктивной функции. Следует также обратить внимание на то, что отдельные районы Киевской области являются дефицитными по йоду, что усиливает чувствительность организма к негативным влияниям [33].

Для оценки влияния смешанных факторов проведен анализ с определением общего риска по методу Мантела – Ханзела, при котором учитывается разница информативности по потерям. Такому анализу подвергались данные, полученные в группах женщин с накопленной дозой общего облучения свыше 5,0 мЗв и без нее.

Выявлено, что влияние проживания на загрязненных территориях усиливает: наличие у женщин вредной привычки курения; острые инфекционные заболевания в трехмесячный период до беременности, хронические инфекции, частоту лечения бесплодия, употребление лекарственных препаратов в прекоцепционной период (таблица 5.1.9). При этом вероятность выкидышей увеличивается в 2,5–3,0 раза [34].

Таблица 5.1.9

Оценка риска самопроизвольных выкидышей среди женщин Киевской области, накопленная доза общего облучения которых превышала 5,0 мЗв, 1999–2001 гг.

Дополнительный фактор риска	Соотношение преимуществ	Доверительный интервал
Курение	3,81	1,49–10,27
Хронические инфекции	4,63	2,42–9,29
Острые инфекции	3,22	1,48–7,26
Лечения от бесплодия	4,72	1,55–16,15
Употребление лекарств	3,59	1,82–7,55

Таким образом, убедительно установлено повышение риска возникновения спонтанных выкидышей у женщин, проживающих на загрязненных территориях. Одинаковая вероятность возникновения выкидышей в группах с разными дозами облучения свидетельствует о нерадиационной природе увеличения риска. Вне зависимости от механизма развития выявленного эффекта, для рождения ребенка жителям загрязненных территорий необходимо применять не только контрмеры по уменьшению накопления дозы общего облучения, но также проводить санацию для предупреждения хронических заболеваний, в частности эндокринных, и вести здоровый образ жизни еще до планирования беременности [35].

Медицинское и биофизическое сопровождение работ по преобразованию объекта «Укрытие» (ОУ) в экологически безопасную систему

Это является одной из наиболее актуальных проблем современной клинической радиобиологии.

Уникальность этих работ состоит в том, что персонал выполняет производственные задачи в условиях таких высокоактивных открытых источников ионизирующего излучения, которые обычно выполняются в герметических помещениях с применением дистанционных манипуляторов для существенного снижения уровней доз внешнего облучения и исключения возможной инкорпорации радионуклидов.

С учетом многолетнего опыта минимизации медицинских последствий аварии на ЧАЭС, результатов обследования и лечения непосредственно работников ОУ, требований законодательных и нормативных документов Украины, а также лучшей международной практики в НЦРМ АМН Украины разработана программа медицинского и биофизического контроля за состоянием здоровья и профессиональной пригодностью персонала, который принимает участие в работах по плану организационных мероприятий по преобразованию ОУ в безопасную систему с целью адекватного трудоустройства и предупреждения профессиональных и общих заболеваний, а также несчастных случаев на производстве.

Предусмотрена взаимосвязанная технология входного и заключительного, индивидуального, инспекционного, периодического, текущего (предсменного и послесменного), а также специального медицинского контроля, установлен единый регламент медицинского, психофизиологического и профессионального отбора, который состоит в определении экспертной комиссией категории здоровья персонала и соответствие его требованиям, которые продиктованы работами на ОУ.

Параллельно и одновременно с медицинским проводится и биофизический контроль.

По результатам входного медицинского и биофизического контроля, из 2119 работников персонала подрядных организаций ПОМ в течение года, начиная с октября 2004 г., допущены к работам лишь 1059 работников – 49,9%. Не допущены 1060 – 50,1%. Причиной высокого уровня недопуска стали различные хронические заболевания. Допущенный к работам персонал подрядчика ПОМ имеет от 2 до 10 хронических заболеваний (дыхательная, сердечно-сосудистая, пищеварительная, нервная системы). Стадия и протекание этих заболеваний не является противопоказанием для допуска к работам по ПОМ, тем не менее требуют комплекса реабилитационных мероприятий.

Результаты специального биофизического контроля свидетельствуют о том, что значения внутреннего облучения персонала, который работает на ОУ, составляют 0,1–1,1 мЗв. Вместе с тем, после 6 месяцев проведения стабилизационных работ 16 рабочих из 123, которые прошли специальный медицинский и биофизический контроль к тому времени, получили общую дозу (внешнее и внутреннее облучения) свыше 10 мЗв. Для сравнения: общая годовая доза, разрешенная для персонала, который работает с источниками ионизирующего излучения в высокодозовых полях, составляет 20 мЗв, как максимальный предел, установленный на ЧАЭС для обеспечения не превышения облучения рабочих сверх годовой нормы.

Значения эффективных доз внешнего облучения персонала ПОМ, который прошел специальный биофизический контроль, находятся в пределах 0,8–13,8 мЗв.

5.2. Медико-демографические последствия Чернобыльской катастрофы

Накануне 20-й годовщины Чернобыльской катастрофы медико-демографическая ситуация на радиоактивно загрязненных территориях формируется в условиях продолжающегося в Украине демографического кризиса (рис. 5.2.1).

С 1991 г. смертность населения стала превышать рождаемость. В результате среднегодовая численность населения страны с 52 179,2 тыс. в 1993 г. уменьшилась до 47 451,0 тыс. в 2004 г. В радиоактивно загрязненных областях эти отрицательные изменения произошли на год раньше и более выражено [30]. Ухудшению демографической ситуации способствовали социально-эко-



Рис. 5.2.1. Рождаемость населения, смертность населения и смертность грудных детей в Украине в 1985–2004 гг. (данные Госкомстата Украины)

номический кризис, который начался в 1991 г., неудовлетворительное медицинское обслуживание, низкие стандарты жизни, неблагоприятная, в том числе и вследствие Чернобыльской катастрофы, экологическая ситуация, политическая нестабильность.

С 1994 г. стал уменьшаться объем затрат на ликвидацию последствий катастрофы, что отрицательно сказалось на осуществлении мероприятий противорадиационной, социальной и медицинской защиты пострадавших [30]. На сегодня, по сравнению с уже сделанными НЦРМ в предыдущие годы оценками [30], не восстановлена хозяйственная деятельность в зонах отчуждения и обязательного отселения, сохраняется опасность повышенного облучения на наиболее загрязненных территориях. Осуществляемое в последние годы переселение и самовольный выезд в чистые местности жителей из загрязненных территорий продолжают вызывать уменьшение численности, ухудшение семейного, полового и возрастного состава населения, которое еще живет на этих территориях. Эта отрицательная сепарация обусловила формирование когорты людей с худшими показателями здоровья и сниженной способностью к воспроизводству.

Согласно обобщениям НЦРМ, за время после катастрофы радиация превратилась в фактор деформации миграционного поведения населения [36]. По состоянию на 01.01.2005 г., в зоне безусловного (обязательного) отселения проживает 814 семей, которые требуют переселения. Имеют желание выехать в чистые местности и жители других зон загрязнения. То есть, вызванная экологическим неблагополучием миграция еще будет продолжаться.

В отличие от первых послеаварийных, в последние годы на радиоактивно загрязненных территориях стала уменьшаться мертворождаемость и возрастать рождаемость. Доля детей в возрасте до 14 лет в составе всех пострадавших и в зоне гарантированного добровольного отселения превышает популяционные уровни. Согласно результатам исследований по Франко-германской чернобыльской инициативе [37], в загрязненных районах сохраняется повышенная смертность грудных детей, а в ее составе возрастает смертность младенцев в возрасте 0–6 суток. В наиболее радиоактивно загрязненных районах первое и второе места в структуре причин смерти занимают состояния, возникающие в перинатальном периоде, и врожденные аномалии. В неонатальной смертности возрастает удельный вес эндогенных причин. Относительный риск (ОР) смертности грудных детей в радиоактивно загрязненных районах с 1991 г. достоверно превысил 1,0 и был обусловлен возрастанием смертности в неонатальном периоде. В контрольных районах уровень ОР смертности в возрасте 0–27 дней был меньше, чем в загрязненных, и не повлиял на повышение ОР смертности грудных детей. Проведенный эпидемиологический анализ обнаружил слабую корреляционную связь между изменениями мертворождаемости, ранней неонатальной, перинатальной, неонатальной, постнеонатальной смертности и радиационными факторами, а именно: уровнями загрязнения грунтов ^{137}Cs , индивидуальными средними и коллективными дозами облучения щитовидной железы и всего тела населения, проживающего в наиболее пострадавших районах Киевской и Житомирской областей. То есть, полученные данные не дают оснований для исключения действия облучения на плод в утробе матери как фактора, который влияет на уровень смертности грудных детей.

Проведенное НЦРМ обобщение данных жизненной статистики свидетельствует о том, что

за время после катастрофы состоялось повсеместное возрастание смертности населения со среднегодовыми темпами прироста в пределах 0,28–0,43%. На радиоактивно загрязненных территориях уровни смертности дифференцируются по зонам. Наиболее высокие они в зонах 2 с дозовым порогом 5 мЗв/год и более и в зоне 3 – с дозовым порогом 1–5 мЗв/год (рис. 5.2.2). В структуре причин смертности населения радиоактивно загрязненных территорий отмечается статистически возможное возрастание смертности, обусловленной соматическими заболеваниями, в первую очередь болезнями системы кровообращения.

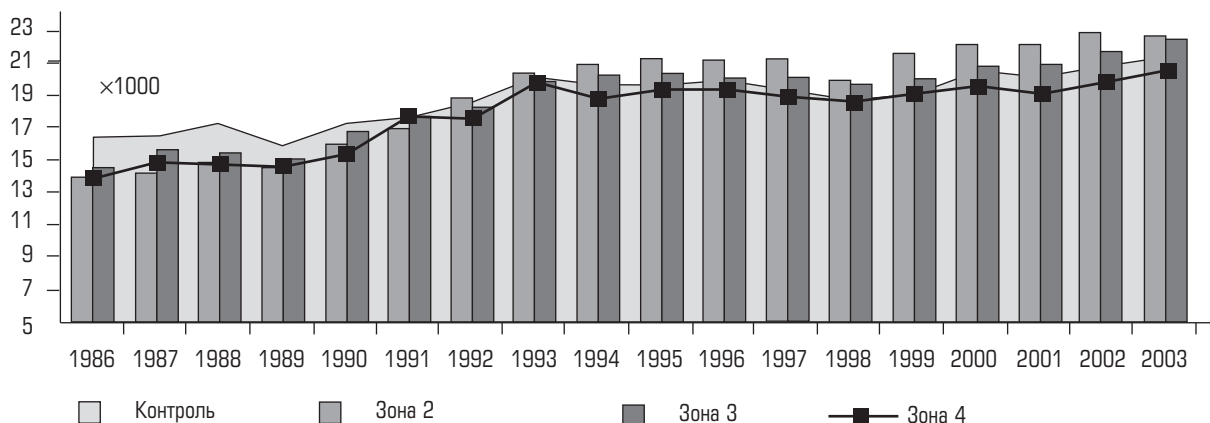


Рис. 5.2.2. Смертность населения в наиболее загрязненных районах, распределенных по зонам радиоактивного загрязнения, в 1986–2003 гг., на 1000 чел. населения (данные НЦРМ АМН Украины)

Среднегодовые темпы увеличения смертности от новообразований значительно выше в радиоактивно загрязненных Киевской, Житомирской и Черниговской областях, чем в контрольной Полтавской – в среднем на 20%. На уровне областей отмечается тенденция к снижению смертности от врожденных аномалий. Для радиоактивно загрязненных районов характерны значительные колебания средних значений этого показателя.

Согласно обобщениям НЦРМ данных Минздрава Украины [36–42], из числа пострадавших, которые находились под медицинским наблюдением в лечебно-профилактических учреждениях системы Минздрава Украины, в 1987–2004 гг. умерло 504 117 лиц, из них 497 348 взрослых и подростков (в т. ч. 34 499 УЛПА) и 6769 детей. По состоянию на конец 2004 г., состав умерших пострадавших имел следующее распределение:

- по группам учета: УЛПА – 9,9%, эвакуированные – 1,5%, жители радиоактивно загрязненных территорий – 87,7%, дети, которые родились от облученных родителей, – 0,9%;
- по возрастным группам: взрослые и подростки – 99,2%, дети – 0,8%.

Проведенный анализ свидетельствует, что между 15-й и 20-й годовщиной после катастрофы произошло существенное возрастание смертности пострадавших 1–3 групп первичного учета (рис. 5.2.3). В 2004 г. впервые смертность всех групп пострадавших (16,1%) превысила смерт-

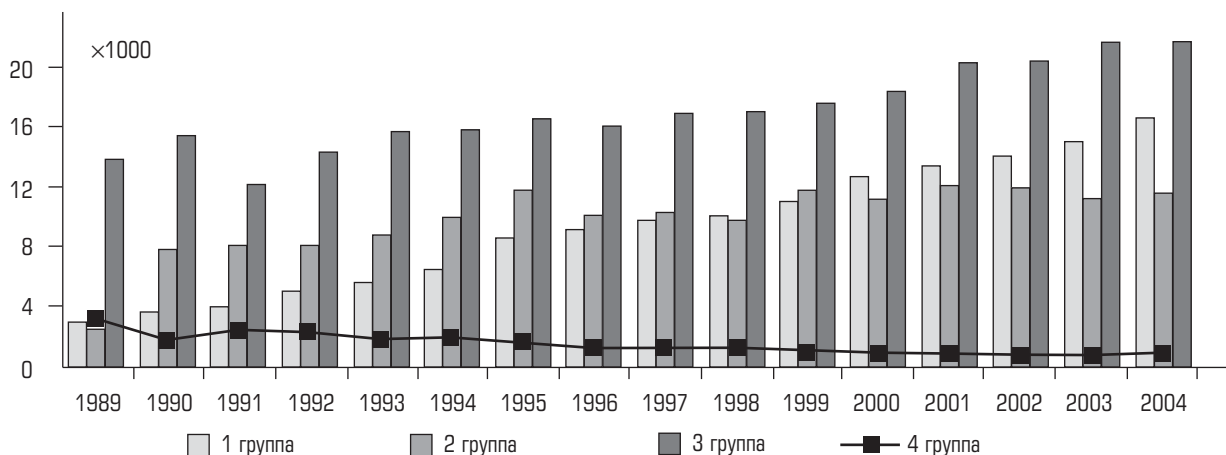


Рис. 5.2.3. Смертность пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы согласно группам первичного учета в 1989–2004 гг., на 1000 лиц соответствующей группы учета (данные МЗ Украины)

ность населения страны (16,0‰). Это возрастание произошло главным образом за счет увеличения смертности УЛПА и населения радиоактивно загрязненных территорий. Смертность первых была 16,6‰, а вторых – 21,7‰ (превысила смертность населения Украины на 5,7‰). В то же время, постепенно снижается смертность пострадавших детей, что можно считать одним из положительных достижений медицинской науки и практики, а также результатом осуществляемых в стране мероприятий противорадиационной, социальной и медицинской защиты пострадавших детей. Вместе с тем возрастает смертность лиц средних и старших возрастов. Это – тревожный симптом, так как ими стали те, кто был облучен в детском и подростковом возрастах. Это поколение постоянно облучалось до перехода в репродуктивный возраст, а теперь становится родителями грядущего поколения.

Смертность УЛПА с 8,5‰ в 1995 г. выросла до 16,6‰ в 2004 г. и стала превышать смертность трудоспособного населения Украины (6,6 и 6,0‰ соответственно). Превышение в 1999–2004 гг. статистически достоверно ($t = 9,6$ при средних значениях $13,97 \pm 0,84$ и $5,87 \pm 0,7$, соответственно). С 1998 г. их смертность (10,0–16,6‰) постоянно превышала смертность трудоспособных мужчин населения Украины (8,5–9,5‰). За 1999–2004 гг. различие между показателями смертности статистически достоверно ($t = 5,62$ при средних значениях $13,97 \pm 0,84$ и $9,20 \pm 0,11$ соответственно).

За последнее пятилетие в структуре умерших взрослых и подростков с 65,5% (116,5‰) до 67,9% (131,3‰) возросла смертность от болезней системы кровообращения и с 12,6% до 11,7% уменьшилась смертность от новообразований (при практически одинаковых уровнях, около 22,6‰), возрос уровень смертности от болезней органов дыхания и уменьшился – от болезней эндокринной системы и органов пищеварения. На протяжении 1992–2000 гг. от новообразований умерло 3823 УЛПА. Смертность с 9,6‰ в 1992 г. выросла до 25,2‰, при смертности в 2004 г. взрослых и подростков из населения 9,9‰. Однако в структуре причин смерти детей существенных изменений не произошло.

В связи с отсутствием объективных сведений об уровнях доз облучения пострадавших по группам первичного учета ныне невозможно определить зависимость смертности от действия радиации и определить риски. В то же время высшие уровни смертности имеют УЛПА, которые подверглись острому облучению при ликвидации последствий аварии, и жители радиоактивно загрязненных территорий, которые испытывают хроническое облучение. К тому же, свыше 74 тыс. пострадавших из числа УЛПА и эвакуированных со времени катастрофы живут на радиоактивно загрязненных территориях и, таким образом, после острого облучения испытывают еще и хроническое, что увеличивает риски отрицательного влияния на них радиации.

По результатам исследований НЦРМ относительно определения демографических потерь на радиоактивно загрязненных территориях [43, 44], установлено, что в наиболее радиоактивно загрязненных областях убывание населения началось с 1990 г., а в контроле и в Украине в целом – в более позднее время после катастрофы и с меньшей интенсивностью. В радиоактивно загрязненных районах первое существенное временное уменьшение численности населения имело место в 1987 г. В последующие годы демографические потери возрастали более выразительно и превышают контрольные уровни (таблица 5.2.4). По полученным данным, признано, что катастрофа стала фактором демографических потерь населения наиболее радиоактивно загрязненных областей и районов в результате комплексного действия социально-экономических и радиационного факторов.

Таблица 5.2.4

Демографические потери радиоактивно загрязненных и контрольного районов в 1986–2003 гг. (при условии сохранения числа рождений и смертей на уровне 1979 г.), тыс. человек

Демографические потери	Радиоактивно загрязненные районы	Лохвицкий район (контроль)
Прямые	–23,6	–10,0
Чистые, в т. ч.:		
дефицит рождений	–25,2	–3,2
избыток смертей	+6,9	+2,7
Полные	–48,8	–13,2

Наиболее радиоактивно загрязненные области имеют меньшие уровни индекса человеческого развития, который рассчитывается с учетом показателей валового внутреннего продукта, демографического развития, средней ожидаемой продолжительности жизни и т. п. (таблица 5.2.5).

**Динамика регионального человеческого развития по регионам в 2000–2003 гг.
(данные Госкомстата Украины, [45])**

Области	Индекс человеческого развития				Ранг региона			
	2000	2001	2002	2003	2000	2001	2002	2003
Волынская	0,485	0,496	0,490	0,488	21	17	15	19
Житомирская	0,496	0,481	0,470	0,474	19	22	21	21
Киевская	0,539	0,538	0,503	0,518	10	7	12	9
Ровенская	0,482	0,520	0,499	0,514	22	13	13	13
Черниговская	0,523	0,509	0,489	0,489	13	16	16	18
Полтавская (контроль)	0,576	0,599	0,563	0,530	4	4	3	7

Приведенная совокупность изменений демографических показателей в многомиллионной популяции людей, в том числе пострадавших, дает достаточно оснований заключить, что Чернобыльская катастрофа и ее последствия отрицательно влияют на популяционное здоровье. Несмотря на то, что происходит снижение радиоактивного загрязнения окружающей среды и уровней облучения населения, следует признать, что последствия катастрофы за 20 лет ликвидированы не в полном объеме. Поэтому в основу мероприятий по улучшению медико-демографической ситуации и здоровья пострадавших должно быть положено, в первую очередь, радиационного фактора, вызванного катастрофой.

5.3. Стратегия медицинской защиты населения

Анализ и обобщение основных результатов научных исследований, выполненных за последние 5 лет, подтвердили выводы, сделанные в 2001 г. украинскими учеными совместно со специалистами ВОЗ, НКДАР ООН, МАГАТЭ и других организаций по результатам 15-летнего наблюдения за различными группами пострадавших. На данном этапе отдаленного периода после Чернобыльской аварии основной вклад в ее медицинские последствия вносят нестохастические эффекты в виде широкого спектра неопухолевых форм соматических и психосоматических заболеваний. Они в большинстве случаев являются главными причинами потери трудоспособности и смертности, выступают объектом преобладающего потребления фондов, необходимых для лечения и профилактики.

Среди стохастических последствий продолжается реализация раков щитовидной железы у детей и пострадавших взрослых всех категорий, возрастает заболеваемость другими солидными опухолями, усматривается тенденция к увеличению заболеваемости лейкомиями УЛПА, повышается нестабильность генома облученных лиц и их потомков.

Эффективная медицинская защита пострадавших в последующие годы и десятилетия требует разработки и утверждения четкой национальной программы ликвидации медицинских последствий катастрофы, проект которой до сих пор не утвержден Кабинетом Министров и Верховной Радой Украины.

Правительству Украины целесообразно продолжить усовершенствование системы медико-санитарного обеспечения и социальной защиты населения, пострадавшего вследствие Чернобыльской аварии, уделяя особое внимание контингентам приоритетного медицинского наблюдения.

Государственный реестр Украины лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, должен быть в корне изменен, он должен превратиться из банка пассивного однонаправленного накопления данных в инструмент для оперативного анализа верифицированной информации, необходимой для принятия стратегических и тактических управленческих решений как на государственном, так и на областном и районном уровнях. Такие изменения возможны при условии стабильного и достаточного финансирования, обновления технической базы реестра и кадрового обеспечения на всех уровнях его функционирования, научно-методического, дозиметрического и информационно-аналитического сопровождения.

Необходимо продолжать мониторинг медицинских и демографических последствий, особенностей биологического старения пострадавшего населения, учитывая ожидаемое сохранение тенденций к увеличению заболеваемости по многим классам болезней, которые определяют высокий уровень инвалидности и смертности.

Поскольку определенные виды солидных опухолей после радиационного облучения имеют разный латентный период возникновения (от 10 до 30 лет), существует необходимость дальней-

шего мониторинга этой патологии, при этом особое внимание следует уделить таким заболеваниям, как рак молочной железы, пищевода, желудка, легких, ободочной кишки, яичников, почек, мочевого пузыря. Особое внимание следует уделять тем группам населения, которые во время Чернобыльской аварии имели возраст 0–9, 10–19 лет.

В ближайшее десятилетие приоритетными группами исследования частоты рака щитовидной железы будут взрослые, которые были облучены в детском возрасте, а также участники ликвидации последствий аварии 1986 года.

Для предупреждения заболеваний облученного населения и УЛПА раком щитовидной железы необходимо осуществлять научно обоснованные мероприятия, направленные на своевременное выявление и лечение передраковой патологии.

Необходимо проведение исследований риска лейкемии и других опухолевых заболеваний по стандартизированным эпидемиологическим программам с обязательной международной экспертизой всех случаев в трех государствах – в Украине, Беларуси, России.

В последующие 10 лет, в связи с прогрессированием уже имеющейся патологии глаза, а также прогнозируемым появлением новых случаев катаракт и сосудистых заболеваний, можно ожидать увеличения потребности в оперативном лечении катаракты в 4–5 раз. Дополнительная потребность в оперативном лечении катаракты может составлять $25,6 \pm 14,3$ на 1000 участников ЛПА. Прогноз не учитывает возможного сокращения продолжительности жизни ликвидаторов. Возрастет потребность в интраокулярных линзах, медикаментах для консервативного лечения болезней глаза, прежде всего сосудосуживающих препаратах, антиоксидантах и витаминных комплексах.

Необходимо усилить исследование состояния здоровья детей, обратив особое внимание на родившихся от УЛПА, и детей из наиболее загрязненных территорий, которые получили облучение в период внутриутробного развития.

Необходимо продолжить исследование по оценке того, как дозы облучения и другие факторы сказываются на показателях смертности и неопухолевой соматической заболеваемости УЛПА и жителей загрязненных радионуклидами территорий, особое внимание следует уделить предпатологическим состояниям и ранним этапам заболеваний.

Необходимо расширение молекулярно-генетических и иммуно-гематологических исследований развития радиационно обусловленных или ассоциированных заболеваний. Оценка вышеупомянутых нарушений даст возможность в последующие годы, наряду с показателями биологической дозиметрии, развивать молекулярную эпидемиологию влияния Чернобыльской катастрофы на здоровье пострадавших лиц.

На национальном и международном (Беларусь, Россия и Украина) уровнях существует необходимость развития и углубления научных и прикладных программ долгосрочных исследований в отдаленный период.

Потерпевшие от острой лучевой болезни, чтобы минимизировать отдаленные стохастические эффекты должны быть полностью обеспечены всеми медикаментозными средствами, диагностическими лечебными услугами на протяжении всей жизни.

Нейропсихические расстройства остаются приоритетной медицинской и социальной проблемой пострадавших в условиях несовершенной системы охраны психического здоровья и психореабилитации.

Необходимы исследования нейропсихиатрических расстройств, включая органическое поражение мозга, синдром хронической усталости, расстройства спектра шизофрении, суициды и парасуициды, которые имеют немаловажное клиническое и социальное значение, а также разработка рекомендаций по охране психического здоровья тех, кто может пострадать при возможных радиационных авариях в будущем.

Опыт первых месяцев работ по преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему свидетельствует, что в уникальных радиационно-гигиенических условиях, в которых они проводятся, *наиболее актуальными становятся не инженерно-технические проблемы, а ключевой вопрос – как сохранить здоровье людей, а также не допустить неадекватных действий персонала, обусловленных отклонениями в состоянии его здоровья.*

Входной и заключительный медицинский контроль работников, которые принимают участие в осуществлении мероприятий по преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, должен проводиться исключительно в высокоспециализированных, адекватно оснащенных медицинских учреждениях, которые имеют практический опыт оказания медпомощи и проведения медицинского контроля лицам, подвергшимся действию ионизирующего излучения и, в особенности, инкорпорации радионуклидов.

Специальный биофизический и медицинский контроль, необходим для верификации путей

поступления радионуклидов в организм, уточнения дозы внутреннего облучения, а также для проведения организационных мероприятий по технической и радиационной безопасности подрядных организаций ПОМ и ГСП ЧАЭС, направленных на предупреждение инкорпорации радионуклидов в организм работников. Для сохранности здоровья и трудоспособности персонала необходимы комплексы оздоровительных и реабилитационных мероприятий, которые должны реализовываться в рамках индивидуальных программ лечения в высокоспециализированных лечебных учреждениях.

Пути минимизации влияния радиационных и эндемических факторов на состояние здоровья населения

Загрязнение пищевых продуктов радионуклидами, недостаточное количество привозных продуктов, бедность химического состава местных продуктов питания, самоограничения населения в потреблении некоторых продуктов, значительное снижение покупательной способности граждан привели к существенной деформации рационов питания, которое на фоне действия токсических веществ (пестициды, нитраты, нитриты, промышленные и транспортные яды и т. п.), ионизирующего облучения и психоэмоционального стресса привело к росту общей заболеваемости населения пострадавших регионов [45, 46].

Среди пищевых факторов, которые имеют особое значение для поддержания здоровья, трудоспособности и активного долголетия человека, важная роль принадлежит микронутриентам – витаминам и минеральным веществам.

Заболевания, обусловленные дефицитом йода и других микроэлементов – это наиболее распространенные неинфекционные недуги человечества. По данным ВОЗ, в мире свыше 200 млн больных с патологией щитовидной железы [45, 46].

Опасность возникновения йоддефицитных заболеваний выросла в связи с облучением щитовидной железы радионуклидами йода вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. Значительную нагрузку на щитовидную железу испытало детское население, так как существует прямая связь между дозой радиоактивного йода, поглощенного железой, ее массой и функциональной активностью и обратная – с возрастом ребенка.

Трагедия обострилась тем, что большинство территорий Украины, Беларуси и России, которые подверглись радиоактивному загрязнению, являются эндемическими по йоду. В Украине более 15 млн населения проживает на таких территориях. При совместном действии на щитовидную железу радиации и эндемии тиреоидная патология выявляется чаще, в более ранние сроки и в значительно более тяжелых формах, чем только при облучении [47].

Базовым, универсальным, эффективным и наиболее экономическим методом профилактики йоддефицитных заболеваний считается употребление йодированных продуктов [46, 47] и бурых морских водорослей (ламинарии, цистозиры, фукуса) в виде салатов, гарниров вторых блюд, кулинарных изделий. Эти водоросли содержат все микроэлементы, которые принимают участие в синтезе гормонов щитовидной железы – йод, селен, медь, цинк, железо, молибден, кобальт и другие. Оптимальным путем является обогащение продуктов питания, по меньшей мере, несколькими микроэлементами [48].

6. ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Экологические последствия Чернобыльской катастрофы определяются двумя основными факторами – облучением природных объектов и радиоактивным загрязнением окружающей среды. Следует выделять два главных источника облучения – внешнее и внутреннее.

Внешнее облучение обусловлено излучением всех радионуклидов, прошедших над территорией в составе радиоактивного облака, осевших на поверхность почвы, растений и водную поверхность, кожные покровы людей и животных.

Внутреннее облучение обусловлено излучением тех радионуклидов, которые способны инкорпорировать организмы.

Во время аварии внешнее облучение достигало биологически опасных уровней практически только в границах 30-км зоны, где наблюдали сложный спектр биологических эффектов разного уровня. Значительная часть радиоактивного выброса из разрушенного 4-го блока осела в ближней зоне. Сегодня она условно определена на местности границами Зоны отчуждения (радиус 10 и 30 км). В острый период аварии уровни облучения в Зоне отчуждения достигали сотен рентген в час только по гамма-излучению. Мощность дозы бета-излучения была в 10–100 раз больше. Это привело к проявлению острых эффектов, вплоть до гибели, некоторых наиболее радиочувствительных организмов (хвойные) или тех, которые наиболее подвержены облучению (беспозвоночные). Сообщений о выявлении эффектов острого облучения за пределами 30-км зоны не поступало.

За прошедшие 20 лет после аварии полностью распались не только короткоживущие, но и среднеживущие радионуклиды. Мощность дозы внешнего облучения значительно, на несколько порядков, уменьшилась. В окружающей среде остались практически только долгоживущие радионуклиды цезия, стронция и трансурановых элементов. Излучение этих элементов сегодня определяет *хроническое облучение биологических объектов практически с постоянной мощностью дозы – хроническое облучение*. Эффекты хронического облучения с умеренной или низкой мощностью дозы формируются сегодня в Зоне отчуждения на фоне последствий острого облучения с ниспадающей во времени мощностью в 1986–1989 годах.

Главным источником опасности на загрязненных радионуклидами территориях (западный и южный следы на территории Украины) в первые дни и недели после аварии было облучение щитовидной железы человека (особенно детей) и животных. Радионуклиды йода поступают в организм с продуктами питания, в первую очередь, с молоком и листовыми овощами. Факт аварии и наличие радионуклидов йода в окружающей среде преступно замалчивались на протяжении наиболее решающих дней, поэтому своевременно запретить использование этих продуктов не удалось. Коровы находились на пастбище, а дети потребляли свежее молоко с высоким содержанием ^{131}I . Впоследствии это привело к заболеванию людей раком щитовидной железы, количество которых только в Украине за период до 2005 года превысило 2700. У крупного рогатого скота несколько лет после аварии наблюдали угнетение функции щитовидной железы – гипотериоз.

В г. Киеве, благодаря оперативному мониторингу молока, доза облучения щитовидной железы была снижена в 7–10 раз путем переработки загрязненного молока на масло и сыры с последующей выдержкой в холодильниках. Через 30–45 дней после аварии радиоактивный йод распался и в продуктах питания не обнаруживался.

С июля 1986 года главным источником опасности на загрязненных территориях является внутреннее облучение от долгоживущих радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr , которые поступают в организм с продуктами питания. Этот фактор опасности будет существовать еще не одно десятилетие.

Главные объекты окружающей среды, определяющие поступление радионуклидов в организм человека – сельскохозяйственные продукты, дары леса и вода. Громадные масштабы загрязнения сельскохозяйственных угодий и большое число населенных пунктов, подвергшихся загрязнению, дали основание определить аварию на ЧАЭС как сельскохозяйственную. В прошедшие 20 лет и на долгий период в будущем главным путем предотвращения дополнительной (к уже сформированной) дозы внутреннего облучения человека является проведение контрмер, направленных на уменьшение уровня загрязнения продуктов питания.

Особенности Украинского Полесья – это широкое распространение природных ландшафтов и использование получаемой из них продукции, поэтому им должно быть уделено первоочередное внимание радиоэкологов и производителей продукции.

Загрязнение бассейна р. Днепра и его притоков диктует необходимость постоянного внимания к проблеме поступления радионуклидов в организм человека с питьевой водой, рыбой и продукцией, получаемой на орошаемых землях.

В последующих разделах приведены данные о состоянии биоты в зоне влияния аварии, радиационной обстановке на загрязненных после аварии на ЧАЭС территориях, определяемой

миграцией радионуклидов по пищевым сельскохозяйственным, лесным и водным цепям. Рассмотрены прогнозные оценки, эффективность проведения контрмер и обоснование путей улучшения радиационной обстановки.

6.1. Отдаленные радиобиологические последствия воздействия ионизирующего излучения на биоту

На территории 30-км зоны отчуждения ЧАЭС, которая в ходе аварии подверглась интенсивному загрязнению радионуклидами, объекты биоты – растения, грибы, низшие и высшие животные, микроорганизмы и вирусы – с первых же дней после аварии и поныне испытывают влияние хронического облучения. В зависимости от плотности радиоактивных выпадений, физико-химического состояния радионуклидов, их биогеохимических превращений и миграции в трофических сетях экосистем, дозы облучения организмов варьировали в очень широких пределах: от летальных, для более радиочувствительных видов, до уровней, присущих естественной радиоактивности. С течением времени мощность дозы облучения уменьшалась за счет естественного распада радионуклидов и углубления их в почву. Тем не менее даже в это время в границах 10-км зоны имеются заросшие естественной растительностью участки, где мощность экспозиционной дозы облучения превышает несколько сотен мР в час [1].

Крайним проявлением действия облучения на биоту стала гибель соснового леса. По реакции сосны на облучение в Зоне отчуждения выделяют четыре зоны: летального, сублетального, среднего проявления радиационного повреждения и слабого поражения деревьев [2].

В зоне летального повреждения наблюдалась полная гибель деревьев сосны всех возрастов. Общая площадь, на которой полностью погибли деревья сосны, превышает 600 га. На отдельных участках «рыжего леса» оказались погибшими и более радиостойчивые виды деревьев, в частности, березы и ольхи черной, что свидетельствует о том, что поглощенные дозы для древесных пород, произрастающих на этих участках леса, превышали 200–300 Гр.

В зоне сублетального повреждения сосны, начиная со второго года после аварии, наблюдали массовое нарушение формообразовательных процессов, проявлявшееся в появлении гигантских размеров листьев, фасциацией стеблей, во внеплановом ветвлении, потере геотропической ориентации органов. Средние значения доз облучения биоты в этой зоне к 1991 году достигали 50 Гр [3].

Зоны среднего и слабого повреждения сосны занимают территорию свыше сотни тысяч га. В этой зоне демонстрируется заметное угнетение роста деревьев, несвоевременное опадение хвои, частое образование радиоморфоз и усиленное ветвление.

Радиация индуцировала гибель разных видов и растений, и животных. В местах с очень высоким уровнем поверхностного загрязнения оставались лишь очень радиостойчивые виды, среди которых выделялись лишайники и некоторые виды мхов.

Гибель сосны в «рыжем лесу» сопровождалась существенными изменениями видового состава биоты, так как выпадение из биоценоза этого доминантного вида нарушает трофические связи, начинаются сукцессии, формируются новые трофические цепочки, что существенно изменяет структуру биоценозов.

Значительное влияние на состояние биоты оказало прекращение хозяйственной деятельности, а также отселение жителей из ряда населенных пунктов. На ранее пахотных землях началось восстановление естественной растительности путем соответствующих фаз смены типов растительности, которая приводит к постепенному восстановлению лесной формации. В соответствии с этими изменениями растительности, которая представляет кормовую базу травоядных, формируется и новый видовой состав животного мира. Уход людей из населенных пунктов сопровождался резким уменьшением численности так называемых синантропных видов животных и постепенным исчезновением растений синантропной флоры. Вместе с тем наблюдалось возрастание биологического разнообразия за счет увеличения численности тех видов, нормальному развитию которых мешала хозяйственная деятельность человека, в частности охота. Поэтому в последние годы увеличилась численность прежде редко встречающихся видов растений и животных.

В настоящее время в Зоне отчуждения насчитывается не меньше 17 видов растений и 19 видов животных, занесенных в Красную книгу Украины. Резко возросла численность ряда млекопитающих, которых в целом насчитывается 66 видов. Почти в 10 раз стало больше диких кабанов, популяция которых насчитывает более 7000 особей. Размножились лисицы, которых теперь насчитывают до 1200. Существенным образом увеличилось количество бобров – около 1500, а также травоядных – лосей и косуль. Возрастает также численность хищников, в частности, волков.

На территориях, характеризующихся радионуклидным загрязнением, наибольшая актив-

ность радиоактивных веществ, главным образом фитоценозов, сосредоточена в остатках опавших листьев и поверхностном слое почвы, поэтому наиболее интенсивному облучению подвергаются организмы, которые обитают в поверхностном слое почвенного покрова. Именно в этом слое сосредоточиваются многочисленные виды почвенной мезофауны, грибов и микроорганизмов. Именно эти виды испытывают наибольшее влияние ионизирующего облучения. С уменьшением мощности дозы облучения происходит восстановление почвенной фауны, мико- и микробиоты, однако, видовой состав новых сообществ отличается от тех, которые были до аварии. Особенно существенные изменения претерпели некоторые виды насекомых и клещей. Завезенная из заповедника Аскания Нова группа лошадей Пржевальского гармонично вписалась в биоту Зоны отчуждения и за последние годы поголовье этого вида значительно возросло.

Таким образом, на первый взгляд биота в Зоне отчуждения пребывает как бы в состоянии расцвета, обусловленного ослабленным антропогенным давлением. Тем не менее, специальные радиобиологические исследования на клеточном и субклеточном уровнях организации биологических систем выявляют существенные нарушения ряда процессов. Так, у многих видов животных и растительных организмов четко обнаруживаются цитогенетические повреждения клеток [4, 5]. Среди реакций на облучение прослеживается ослабление защитных, иммунных систем. В связи с этим в биоценозах, которые испытали радионуклидное загрязнение, возрастает степень повреждения растений различными видами грибковых заболеваний, чаще обычного образуются разной этиологии наросты и галлы, проявляется бактериальный рак.

Описанные выше явления имеют временный характер, и постепенно со спадом радиоактивности среды нормальное состояние биоты постепенно восстанавливается. Тем не менее, пока еще нет оснований считать, что достигнуто ее полное восстановление, так как действие облучения на генетические структуры клеток сопровождается такими их структурно-функциональными изменениями, которые сохраняются в многочисленных поколениях клеток и, спустя продолжительное время, реализуются в форме разного рода отрицательных эффектов, среди которых ведущую роль играют: потеря способности клеток к делению, появление мутаций, стерильность и т. п. С первого года аварии по настоящее время за видимым внешним благополучием скрываются генетические дефекты: существенное увеличение частоты хромосомных aberrаций в клетках меристем растений, лимфоцитах крови и образовательных тканей животных [6].

Многочисленные эксперименты доказывают, что в условиях хронического облучения организмов постепенно накапливаются необратимые молекулярные повреждения генетического аппарата клеток, происходит своеобразное запоминание дозы, кумулятивный эффект облучения. Кроме того, растительные и животные организмы накапливают в тканях своих органов радионуклиды, прежде всего цезия и стронция, которые весьма неравномерно распределяются по ультраструктурным компонентам клеток, благодаря чему обусловленное ими «внутреннее облучение» отличается повышенной эффективностью действия **за счет эффекта трансмутации**. Вследствие того, что облучению подвержены очень крупные популяции, отрицательные эффекты неизменно должны будут проявляться на протяжении многих десятилетий.

Отдаленные эффекты облучения обуславливаются рядом радиобиологических явлений, среди которых: индукция геномной нестабильности, потеря способности облученных клеток адекватно воспринимать позиционную информацию, кумулятивность доз хронического действия излучений, наличие латентных повреждений ДНК и радиационный мутагенез [6, 7].

Вследствие геномной нестабильности у облученных организмов возрастают частоты появления генетических повреждений в форме хромосомных aberrаций, микроядер, возрастания спонтанной изменчивости. Геномная нестабильность выявлена у многих видов растений и животных, которые испытывают хроническое облучение [8]. Индуцированная геномная нестабильность опасна для биоты, поскольку она может приводить к потере эволюционно стабилизированного генофонда, обеспечивающего надежные позиции видов в экосистемах. У культурных растений индукция геномной нестабильности может быть причиной потери сортовых качеств.

Многочисленные морфологические аномалии в виде гигантизма или карликовости органов, которые наблюдались у растений в первые годы после аварии, проявляются и поныне в местах обитаниях, характеризующихся высокой плотностью радионуклидного загрязнения.

На сегодня известно много экспериментальных данных, которые свидетельствуют о том, что внутреннее облучение в той же дозе, что и внешнее, приводит к большим радиобиологическим эффектам. В связи с этим понятие относительной биологической эффективности (ОБЭ) касается не только разных типов радиации, но и внутреннего и внешнего облучения. Одной из причин отличия значений ОБЭ внешнего и внутреннего облучения является отличие микродозиметрических характеристик внутреннего облучения, причиной которого является неравномерное распределение радионуклидов между ультраструктурами клетки.

Отсроченная реализация латентных, скрытых радиационных повреждений ДНК в ряду клеточных поколений убедительно доказана для ряда видов в Зоне отчуждения. Новые поколения любых видов формируются из клеток, которые в своем генетическом аппарате содержат накопленные в прошлом дефекты, благодаря чему в зонах повышенного уровня облучения усилился мутационный процесс. Мутантные формы, в особенности у животных, обнаружить в дикой природе довольно трудно. Тем не менее, сообщалось, что в Зоне отчуждения распространилась мутантная форма ласточки с признаками частичного альбинизма.

Значительно более опасным является появление мутаций у микроорганизмов, вирусов и патогенных микромицетов. Если вид имеет короткий жизненный цикл, то мутировавший ген быстро осваивает популяцию, что приводит к образованию новой расы или формы. Доказано, что у повреждающих злаки фитопатогенных грибов под влиянием хронического облучения в Зоне отчуждения уже появились новые расы повышенной вирулентности, что может быть очень опасным, т. к. споры этих грибов переносятся ветром на большие расстояния далеко за границы Зоны отчуждения.

В формировании отдаленных последствий облучения биоты большое значение имеют популяционные эффекты, связанные с микроэволюционными процессами. Возрастающая с течением времени дивергенция в структуре генома свидетельствует об интенсивно происходящей микроэволюции, которая за длительное время может привести к изменениям биоразнообразия на территориях, загрязненных радионуклидами.

Таким образом, в биоте на загрязненных радионуклидами территориях комбинируются процессы формирования разнообразных генетических повреждений и противодействующие им восстановительные функции.

6.2. Сельскохозяйственные аспекты реабилитации радиоактивно загрязненных территорий и радиационной защиты населения

В случае аварии на ЧАЭС реализовался наиболее тяжелый сценарий для сельского хозяйства Украины: загрязнено более 5 млн га сельскохозяйственных угодий, на которых производится продукция и проживает более 3 млн людей, значительно уменьшилось количество крупного рогатого скота (КРС). В первые годы после аварии в Украинском Полесье практически прекращено ведение овцеводства, хмелеводства, льноводства, выведено из землепользования территорию Зоны отчуждения. Ученые были подключены к планированию и организации соответствующих контрмер с большим опозданием, что существенно снизило эффективность запретительных и организационных решений в первом периоде.

На почвах с высокими значениями коэффициента перехода ^{137}Cs из почвы в растения доза облучения жителей Полесья на 70–95% обусловлена внутренним облучением за счет поступления радионуклидов с продуктами питания. Внешнее облучение, поступление радиоактивных аэрозолей в легкие, контактное облучение за счет загрязнения кожных покровов, одежды и рабочих поверхностей не превышают 20% от суммарной дозы [9].

Стронций-90 имеет существенное радиологическое значение только на территориях, граничащих с Зоной отчуждения – южная часть Киевской и западная часть Черниговской областей. ^{90}Sr выпал в составе топливных частиц, которые постепенно разрушаются в почве. На кислых дерново-подзолистых грунтах ^{90}Sr на 80–90% перешел в обменную форму, на нейтральных почвах эта часть сейчас составляет приблизительно 40–80% [10]. ^{90}Sr может вносить весомый вклад в суммарную дозу облучения человека только в следующих населенных пунктах: Киевская область: Губин, Страховесье, Горностайполь, Медвин, Дитятки, Зорин, Лапутьки; Черниговская область: Мнёв, Днепровское, Васильева Гута, Тужар, Михайло Коцюбинский, Лошакова Гута.

Радиационная обстановка на загрязненных территориях определяется прежде всего интенсивностью включения радионуклидов в пищевую цепь «почва – растение – животные – продукты животноводства», которая сильно различается в зависимости от почвенно-экологических условий. Особо важное значение имеет прогноз развития радиационной обстановки со временем. Её изменение в растениеводстве определяется прежде всего плотностью загрязнения первого звена пищевой цепи – почв Ag ($\text{кБк}/\text{м}^2$), их агрохимическими свойствами, степенью доступности радионуклидов для усвоения корневыми системами растений, составом севооборотов и технологиями выращивания растений. В животноводстве определяющими показателями служат суточное поступление радионуклидов с кормами, которое определяется составом рациона, технологиями содержания и кормления животных. Конечный результат в значительной мере определяется технологиями переработки сельскохозяйственной продукции, в первую очередь молока, и степенью проведения контрмер.

6.2.1. Уровни загрязнения почв

Главным показателем, на основе которого принимаются решения о выведении или о включении земель в производственную деятельность, является плотность загрязнения. Уже в 1986 году была разработана методика и при участии существующих агрономической и агрохимической служб Госагропрома УССР и санитарно-эпидемиологической службы МЗО Украины выполнен мониторинг почв сельхозугодий [11, 12]. Это дало возможность оперативно, уже летом 1986 года, без создания специализированных подразделений выявить критические административные районы Украины и сосредоточить на них внимание властей и специалистов. В последующие годы проведена авиационная гамма-съемка всей территории Украины. В связи с существенной неравномерностью пространственного распределения радиоактивных чернобыльских выпадений интерполяция данных авиационных съемок приводила к большой неопределенности данных, поэтому карты масштаба 1:100 000 оказались непригодными для обоснования конкретных контрмер в населенных пунктах, на сельскохозяйственных угодьях или в естественных ландшафтах.

С целью обеспечения оперативной и детальной оценки радиационного состояния сельскохозяйственных угодий в 1987 году службами Госагропрома Украины при методическом сопровождении ученых Южного отделения ВАСХНИЛ и УФНИИ сельскохозяйственной радиологии реализована комбинированная шаговая гамма-съемка полевыми радиометрами [13]. Созданы и переданы государственным и местным органам власти картограммы загрязнения ^{137}Cs и ^{90}Sr всех пахотных угодий приблизительно 800 хозяйств Украины. Обобщенные карты в масштабе районов опубликованы в районных газетах в 1994 году. Данные о загрязнении сельскохозяйственных угодий 12 областей Украины содержатся в Национальном докладе за 2001 год.

Естественно, что съемки, проведенные в таком большом объеме, как в первые годы после аварии, не могли быть достаточно детализированными. В то же время анализ многолетних данных радиационного контроля качества продукции, проведенный в очень больших объемах (сотни тысяч проб за каждый год), дает возможность выделить наиболее критические хозяйства, и даже отдельные поля и угодья.

Через разные промежутки времени после аварии, в зависимости от процессов самоочистки и плотности загрязнения угодий, возникает проблема постепенного изменения их радиологического статуса, определения путей использования и последующей реабилитации. В критических населенных пунктах, где проведение контрмер и в последующем обязательно, необходимо провести дополнительную съемку загрязнения почв с отбором представительных проб на каждом поле, уделив особое внимание лугам и пастбищам. Силами областей без помощи специализированных организаций эту работу выполнить невозможно. Работа начата, но централизованным финансированием она не обеспечена.

За 20 прошлых лет радиоактивный распад обусловил уменьшение плотности загрязнения почв примерно на 35% от года выпадений. Там, где плотность загрязнения земель ^{137}Cs составляла в 1986 году 555 кБк/м^2 (15 Ки/км^2), сегодня она снизилась до 370 кБк/м^2 (10 Ки/км^2). Изменение величины Ag за счет распада должно быть учтено при составлении новых карт.

Вертикальная миграция на лугах и пастбищах приводит к заглублению нуклидов, но вынос их за пределы корневого слоя небольшой. Прямые наблюдения за содержанием ^{137}Cs в пахотном слое показывают, что фактически этот показатель уменьшился не более чем на 15–20 процентов. Очевидно, это связано с ежегодным перемешиванием пахотного слоя при вспашке и культивациях. *Вынос радионуклидов* стронция и цезия с урожаем растений не превышает долей процента за год и не может рассматриваться как значимый фактор изменения радиационной обстановки во времени. *Скорость самоочищения* территорий от радиоактивного загрязнения за счет эрозионных процессов оценена в диапазоне от 0,1% до 1,0% для ^{90}Sr и от 0,01% до 0,1% для ^{137}Cs ежегодно от запаса их в почве [14]. Доказано, что ветровой перенос не влияет на вторичное загрязнение населенных пунктов, а также, что эффективные дозы от ингаляции радионуклидов на 1–3 порядка ниже, чем дозы внешнего облучения даже для механизаторов во время работы на прицепных агрегатах.

Сравнительная оценка значимости естественных процессов в автореабилитации загрязненных почв показывает, что самоочищение территории за 20 лет после ее загрязнения в результате процессов дефляции, поверхностного водного стока, диффузионного и конвективного переноса вглубь почвенного профиля обуславливает меньший вклад в улучшение радиационной обстановки, чем иммобилизация в результате физико-химической фиксации ^{90}Sr и ^{137}Cs почвой и уменьшение их доступности для растений [9].

6.2.2. Научное сопровождение

Сразу же после аварии на ЧАЭС в Украине была сформирована развитая инфраструктура научного сопровождения работ для мониторинга и сельскохозяйственной реабилитации загрязненных территорий. На базе научного потенциала УААН, НАНУ, специально созданного УкрНИИ сельскохозяйственной радиологии (УНИИСХР), при активном участии ученых и специалистов МЗО Украины, Украинского научного центра радиационной медицины и Укргидромета в сжатые сроки в Украине сформирована научная радиоэкологическая школа, которая методически обеспечила мониторинг загрязненных земель, своевременную объективную оценку радиационного состояния, разработала и адаптировала к конкретным экологическим условиям рекомендации по ведению сельского, лесного и водного хозяйства, обосновала радиационные нормативы и контрольные уровни загрязнения почвы и воды, а также сельскохозяйственной и лесной продукции.

Программа научного сопровождения объединила около 50 научных учреждений (НАНУ, УААН, УНИИСХР и др.), что дало возможность комплексно прорабатывать и решать широкий спектр научных радиологических проблем. Работами ученых доказано, что радиационное состояние на загрязненной территории определяется не только плотностью ее загрязнения, но в значительной мере ландшафтно-экологическими условиями и, при одинаковой плотности радионуклидного загрязнения, содержание радионуклидов в продукции может отличаться в 100 и более раз.

Отработаны и внедрены контрмеры во всех отраслях сельскохозяйственного производства. В земледелии – это специальные технологии рекультивации загрязненных земель: обработка почвы, внесение известковых материалов и минеральных удобрений в нетрадиционных соотношениях и дозах, использование местных полезных ископаемых и др. Снижение радиоактивности продукции при этом составляет 1,5–3 раза. Особенно высокая эффективность достигается улучшением лугов и пастбищ – радиоактивность кормов и животноводческой продукции уменьшается в 4–16 раз.

В животноводстве высокой эффективностью характеризуется введение в рацион животных сорбентов (фероцинов, цеолитов), что приводит к уменьшению радиоактивности продукции в 2–10 раз, а также дооткорм мясного скота на чистых кормах (содержание радиоцезия в мышечной ткани уменьшается в 5–8 раз). Дооткорм КРС чистыми кормами на заключительной стадии откорма дает возможность использовать корма с естественных пастбищ практически без ограничения.

Разработаны технологии переработки молока и другой сельскохозяйственной продукции, благодаря которым уменьшается содержание радионуклидов в пищевых продуктах. В острый период аварии переработка молока с высоким содержанием радиоактивного йода по соответствующим технологиям на перерабатывающих предприятиях позволила в 7–10 раз снизить загрязнение молочной продукции в г. Киеве и пригороде. В Украине не зафиксировано уничтожение загрязненного молока. Переработка молока даже при использовании обычных технологий и сегодня обеспечивает удаление около 65% радиоцезия.

Для различных послеварийных периодов разработаны две редакции концепции ведения сельского хозяйства на загрязненных радионуклидами территориях [15]. На основе научных разработок УНИИСХР, УААН и НАНУ каждые 2–3 года издавались «Рекомендации по ведению сельского и лесного хозяйства в условиях радиационного загрязнения», внедрение которых позволило существенно улучшить ситуацию, уменьшить уровни загрязнения продукции и дозы внутреннего облучения населения. К сожалению, последняя редакция выдана в 1998 году на период 1999–2002 г. [16] и больше разработка таких рекомендаций не заказывалась.

Благодаря внедрению кормовых добавок, дооткорма мясного скота на чистых кормах, поверхностному и коренному улучшению пастбищ и др. прекращено производство молока и мяса с уровнем содержания радиоцезия выше норматива в коллективных хозяйствах. Для научного сопровождения внедрения контрмер в пяти наиболее пострадавших областях – Волынской, Ровенской, Житомирской, Киевской и Черниговской – созданы областные радиоэкологические центры УААН [17]. В центрах сосредоточена информация о радиационном состоянии, проведена адаптация контрмер к конкретным условиям областей, они предоставляли консультации производителям сельскохозяйственной продукции. Финансирование областных центров осуществляется в последние годы в таких малых объемах, что не позволяет им выполнять главные функции. Результаты исследований радиологической школы освещены в многочисленных публикациях и методических материалах, монографиях и докладах на международных и отечественных научных конференциях. Признанием авторитета украинской школы сельскохозяйственной радиоэко-

логии следует считать Международные программы КЕС, Инкокоперникус и другие, которые научные сотрудники НАНУ, УААН и УНИИСХР выполнили совместно с ведущими научными учреждениями Европы, США и Канады.

С распадом СССР научные работы по направлению «Сельхозрадиология» финансировались Минчернобылем Украины через НАНУ, УААН и Минагрополитики Украины в пределах программы научного сопровождения работ по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. Управление и контроль за выполнением программы осуществляли соответствующие отделения НАНУ, УААН и управления Минагрополитики и МНС Украины. Научное руководство обеспечивал Научно-технический Совет при Президиуме УААН. Были созданы секции Научно-технических советов Минагрополитики и МНС Украины, которые с 1998 года фактически не функционируют из-за отсутствия целевой программы и финансирования.

С 1996 года научные разработки финансируются лишь как часть научной программы МНС Украины. С 1997 года избирательно финансируется практически лишь их внедрение, а научные учреждения вообще не получают базового бюджетного финансирования и не имеют возможности проводить перспективные исследования, не говоря уже о поисковых.

В последние годы методическая связь УНИИСХР и других научных учреждений с радиологическими службами практически не осуществляется, а приобретенный опыт не обобщается.

В первые годы после аварии благодаря значительным усилиям со стороны Минчернобыля и заинтересованных отраслевых министерств была создана система подготовки и переподготовки кадров. К подготовке кадров привлекли специалистов и научных сотрудников высшей квалификации НАНУ, УААН и УНИИСХР. Было подготовлено более 5 тысяч специалистов, которые являются настоящим достоянием государства. Сокращение финансирования привело к практически полному прекращению этой работы. Специалисты, которые приобрели опыт практической работы, не взяты на специальный учет.

6.2.3. Динамика включения радионуклидов в пищевые цепи

Усвоение радионуклидов корневыми системами растений является главным фактором, который определяет радиационную опасность на загрязненной территории. В качестве главного параметра, который характеризует поведение радионуклидов в системе «почва–растение», используют коэффициент перехода (TF , кг/м²). Исследования в послеварийный период в Украине и России показали, что со временем происходит селективная фиксация ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в почвах, которая сопровождается уменьшением содержания легкообменных форм нуклидов и, как следствие, – биологической доступности их для усвоения растениями.

На радиоактивных следах доказана линейная зависимость между удельной активностью растения и почвы. Это позволяет сделать вывод об отсутствии «чернобыльского» феномена и дает возможность распространять данные на другие ситуации [18].

В первые 5–6 лет после аварии наблюдалось значительное уменьшение удельной активности ¹³⁷Cs в растениях на всех типах почв, которые изучались. В следующие 12 лет она уменьшилась только в 1,5–2,5 раза [9]. Динамика уменьшения коэффициента перехода (TF) ¹³⁷Cs во времени после попадания ¹³⁷Cs в почву для всех без исключения исследуемых культур, независимо от типа почвы, может быть надежно аппроксимирована суммой 2-х экспонент.

«Хвостовая» составляющая кривой представляет собой экспоненту, которая характеризует медленное (*slowly*) уменьшение «нулевого» коэффициента перехода (TF_0^s) с экологическим периодом полууменьшения T_e^s . Экстраполяция «начальной» составляющей до 1986 года (на время $t = 0$) позволяет выделить быструю (*quickly*) компоненту с периодом полууменьшения T_e^q . На время выпадений вклад в TF_0 форм ¹³⁷Cs с разной скоростью уменьшения их количества в почве оценивается параметрами a_0^q и $a_0^s = 1 - a_0^q$. Снижение $TF(t)$ ¹³⁷Cs из почвы в растения за счет почвенных процессов превращения форм радионуклида во времени описывали с помощью уравнения

$$TF(t) = TF_0 \cdot \left\{ a_0^q \cdot \exp\left(-\frac{0,693 \cdot t}{T_e^q}\right) + a_0^s \cdot \exp\left(-\frac{0,693 \cdot t}{T_e^s}\right) \right\}, \quad (1)$$

$$TF_0 = TF_0^q + TF_0^s.$$

Биологические особенности сельскохозяйственных культур характеризует значение «нулевого» коэффициента перехода ¹³⁷Cs, который отображает способность данной культуры накапливать элемент при одинаковом общем количестве доступных для растений форм радиоцезия в почве (таблица 6.2.1).

Значение коэффициентов перехода TF форм ^{137}Cs , которые сорбируются почвой быстро TF_0^q и медленно TF_0^s [18]

Группа культур	Торфяно-болотная		Дерново-подзолистая		Серая лесная		Чернозем	
	TF_0^q	TF_0^s	TF_0^q	TF_0^s	TF_0^q	TF_0^s	TF_0^q	TF_0^s
Сено естественных трав	218	22	25	0,78	10	0,49	–	–
Сено сеяных злаковых трав	89	4,7	6,0	0,38	4,8	0,11	3,7	0,019
Зеленые корма (кукуруза, люцерна, клевер)	35	1,4	3,4	0,37	1,5	0,18	1,9	0,039
Овощи (капуста, помидор, огурец)	–	–	3,3	0,17	2,0	0,031	1,4	0,014
Корнеплоды, клубни (свекла, картофель), лук	11	0,84	1,5	0,10	0,55	0,064	0,56	0,017
Зерновые (озимая пшеница, ячмень, рожь)	6,6	0,81	0,80	0,10	0,57	0,048	0,35	0,019
Кратность различий	33	27	31	7,8	18	10	11	2,8

По уровню уменьшения TF ^{137}Cs сельскохозяйственные культуры, независимо от типа почвы, на которой они выращиваются, можно разместить в последовательности: сено естественных трав, сено сеяных злаковых трав, зеленая масса кормовых культур, овощные культуры, корнеплоды свеклы, лук, клубни картофеля, зерно зерновых культур. Независимо от времени после аварии по доступности ^{137}Cs для усвоения сельскохозяйственными растениями почвы образуют нисходящий ряд: торфяно-болотные, дерново-подзолистые, серые лесные, чернозем.

В год радиоактивных выпадений более 90% радионуклида находится в форме обменного физико-химического поглощения, из которой в дальнейшем он постепенно переходит в прочно поглощенные, тяжело доступные для усвоения растениями формы. Значения TF ^{137}Cs быстрее всего уменьшаются во времени на органических торфяно-болотистых почвах (0,89 года). Этот процесс замедляется в ряду минеральных почв: на черноземе – 1,3 года, на сером оподзоленном – 1,7 года и на дерново-подзолистой почве – 1,8 года.

Различия величины T_e^s для разных почв более существенны. Наибольшая скорость фиксации доступных для растений форм ^{137}Cs характерна для торфяно-болотистой почвы – $T_e^s = 6,6$ лет. Для дерново-подзолистой почвы среднее значение $T_e^s = 20$ лет, для серой оподзоленной – 44 года и для чернозема – 112 лет.

Загрязнение молока. В критических населенных пунктах, где годовая эффективная эквивалентная доза облучения населения приближена или превышает 1 мЗв, проживает около 600 тысяч человек, из них 180 тысяч детей до 17 лет. В современных условиях сельскохозяйственного производства более 90% картофеля и 60% молока производится в личных частных хозяйствах и доставляется на потребительский рынок Украины. В этих населенных пунктах реально ежегодно реализуется коллективная доза 200–400 человеко-Зиверт. Это связано с использованием большинством населения под огороды, выпасы и сенокосы, особенно после разделения на паи земель, торфяно-болотистых почв с аномально высокими коэффициентами перехода радиоцезия из почвы в растения.

Динамика загрязнения растений коррелирует с динамикой содержания ^{137}Cs в молоке коров. По данным измерений концентрации ^{137}Cs в молоке в пределах программы паспортизации сельских населенных пунктов Житомирской, Киевской и Ровенской областей Украины в период 1987–1997 гг. «короткий» и «длинный» периоды полуочистки молока от нуклида были оценены как 3 и 15 лет [19]. Эти оценки усреднены для разных почвенных условий и можно признать, что они удовлетворительно совпадают со средними значениями параметров T_e^q и T_e^s как для естественных, так и сеяных трав на торфяной и дерново-подзолистых почвах, найденных для системы «почва – растение» [18].

Приведенные данные свидетельствуют, что в последующие годы коэффициент перехода радиоцезия по цепи «почва – растения – молоко» будет уменьшаться очень медленно – в 2 раза за 6–20 лет. Под распадение попали торфяно-болотистые критические почвы, для которых коэффициент перехода радиоцезия в растения в 30–100 раз больший, чем для минеральных почв. В то же время пункт 3.22 «Концепции ведения агропромышленного производства на загрязненных территориях и их комплексной реабилитации на период 2000–2010 годы» определяет, что «безопасное пользование такими участками может быть гарантировано только при условии, что они находятся во владении КСП или в государственном резерве» [15].

К сожалению, еще до сих пор населению выделяют для выпаса скота пастбища и сенокосы с высокими коэффициентами перехода ^{137}Cs в траву. Из-за заболоченности нельзя провести мелиоративные работы на многих из них, и они еще на длительный период останутся критическими. Если проведение коренного или поверхностного улучшения на таких угодьях и в дальнейшем не будет проведено, то нужно обеспечить использование сена из них только для откорма молочного и мясного молодняка. В крайних случаях, когда владелец скота не имеет возможности заготовить достаточно чистое сено для коров, на период их лактации нужно организовать замену сена на чистое или отправлять собранное молоко на переработку.

Влияние распаивания критических земель на радиационную обстановку подтверждено исследованием уровней загрязнения сельскохозяйственной продукции в 50 подсобных хозяйствах (20% дворов) села Ельне Рокитновского района Ровенской области на протяжении сентября-октября 2003 года. Оказалось, что все молоко, мясо КРС и капуста, которые производятся в селе Ельне, превышают допустимые государственные нормативы ДР-97 содержания ^{137}Cs . Превышение ДР-97 содержания радиоцезия наблюдается в 85% случаев для мяса телят, 88% – мяса свиней, 86% – картофеля, 50% – свеклы, 70% – моркови и 40% тыквы [20]. Таких высоких уровней загрязнения растениеводческой продукции не наблюдали даже в первые годы после Чернобыльской катастрофы. Высокий уровень загрязнения молока обусловлен, в первую очередь, выпасом скота на разделенных на паи неулучшенных пастбищах на торфяных почвах. Высокие уровни загрязнения свинины связаны с тем, что основным кормом для свиней являются радиоактивно загрязненные молоко и картофель. Можно ожидать значительного повышения загрязнения молока и мяса, так как недостаток кормов фермеры будут компенсировать использованием сена с болот и лесов.

6.2.4. Контрмеры, направленные на улучшение радиационной обстановки

В условиях частных фермерских хозяйств, как правило, не придерживаются рекомендуемых технологий содержания КРС. Вследствие этого производительность коров уменьшается и все большая часть загрязненного молока используется для питания детей. В то же время исследования показали, что в 2004–2005 гг. в селах Ровенской области 44% детей в возрасте до трех лет питаются дома. Достигнутые в первое 10-летие после аварии результаты «Программы минимизации последствий аварии на ЧАЭС» практически сведены на нет.

В 2005 году в 15 населенных пунктах индивидуальная доза облучения населения приближается или превышает 5 мЗв/год. Содержание ^{137}Cs в молоке коров в таких селах лежит в пределах 413–827 Бк/л (таблица 6.2.2). Четко просматривается тенденция к снижению уровня загрязнения молока во времени, которая отвечает скорости фиксации нуклида торфяными почвами. Такая же динамика наблюдается и по количеству населенных пунктов, где возможное превышение уровней загрязнения молока и мяса выше ДР-97 (таблица 6.2.3). В 45 населенных пунктах уровни радиоактивного загрязнения молока продолжают стойко превышать ДР-97, а во многих случаях и прежние ТДР-87, что является грубым нарушением законов Украины, однако потребность наиболее критических населенных пунктов в контрмерах не обеспечена.

Почвы Полесья преимущественно недостаточно обеспечены питательными веществами, в частности калием. Очень кислые почвы с $\text{pH} < 5$ составляют около 9% загрязненных угодий. В результате проведения контрмер в 1986–1999 гг. в Украине было мелиорировано более 1,5 млн га загрязненных почв. Внесение извести на загрязненной территории в сочетании с удобрениями позволило в первые годы после аварии снизить содержание радионуклидов в продукции в 2,5–5 раз. В период 1994–2000 гг., невзирая на достаточную обоснованность необходимости

Таблица 6.2.2

Содержание ^{137}Cs в молоке в селах Ровенской области с индивидуальной дозой облучения населения 4–6 мЗв/год в период 2001–2004 гг. [21]

Район, село	Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs , кБк/м ²	Содержание ^{137}Cs в молоке, Бк/л			
		2001	2002	2003	2004
Рокитновский, Вежица	95	827	704	671	584
Рокитновский, Дроздынь	53	772	704	719	628
Заричнянский, Серньки	81	766	633	427	604
Рокитновский, Ельне	95	745	657	555	568
Дубровицкий, Великий Черемель	144	701	526	495	413

Динамика количества населенных пунктов с уровнями загрязнения молока ^{137}Cs выше ДР-97 [15]

Области	2001	2003	2004
Волынская	166	166	166
Житомирская	90	57	61
Ровенская	156	111	89
Черниговская	3	0	0
Киевская	4	0	1
Всего	419	334	317

контрмер, в пострадавших от аварии регионах в среднем за год удобряли лишь десятую часть земель, известковали – двадцатую и улучшали – четвертую часть пастбищ от потребности.

После 2000 года продолжающееся сокращение объемов финансирования привело к непомерно низким масштабам внедрения контрмер. Из таблицы 6.2.4 видно, что в период с 1999 по 2004 гг. ежегодно залужение и перезалужение проводили на площади всего 1,5–5,7 тыс. га, производство комбикормов с примесями сорбентов составляло от 0,15 до 3,9 тыс. т. Объемы мелиоративных работ настолько сокращены, что уже отмечен отрицательный баланс азота, фосфора и калия в почвах. Это неминуемо приведет к повышению уровня радиоактивного загрязнения продукции растениеводства.

Таблица 6.2.4

Объемы основных контрмер на радиоактивно загрязненных территориях, которые предотвращают попадание радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию, тыс. га/тыс. грн.

Мероприятия	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Залужение и перезалужение лугов и пастбищ	12,7 / 3586	3,5 / 1829	4,4 / 1810	1,5 / 576,6	5,7/2360,3	4,0/2810
Известкование кислых почв	4,2 / 539	2,1 / 293	3,8 / 335	0,06 / 6,7	6,0/655,7	6,2/840,0
Внесение повышенных доз минеральных удобрений	6,6 / 920	–	–	–	–	/ 473,7
Внесение сапропелей и торфокомпостов	2,4 / 610	1,5 / 566	2,8 / 735,0	0,3 / 221,3	2,9/907,5	–
Производство и внедрение комбикормов с радиопротекторными добавками, тыс. тонн	2,9 / 1190	1,2 / 960	2,5 / 1301	0,15 / 110	3,9/1586,8	1,2/805,0

Каким контрмерам необходимо предоставить приоритет в будущем? Коренное улучшение естественных кормовых угодий позволяет существенно снизить поступление радионуклидов из почвы в луговые травы и обеспечивает на практике снижение коэффициента перехода радиоцезия в 4–10 раз [22]. Опыты в разных регионах зоны загрязнения показали, что повторное коренное улучшение лугов позволяет снизить поступление радионуклидов из почвы в луговые травы только в 2–3 раза [22].

Обобщенные данные относительно эффективности мероприятий на лугопастбищных угодьях приведены в таблице 6.2.5.

В большой мере загрязнение продукции животноводства радионуклидами зависит от состояния пастбищ и лугов. При выпасе крупного и мелкого рогатого скота на бедных естественных пастбищах, где слаборазвитый или выбитый травостой, уровень радионуклидного загрязнения молока и мяса может быть в несколько раз выше, чем на лугах с хорошим травостоем. Мелиорацию, поверхностное и коренное улучшение пастбищ и сенокосов необходимо провести на всех критических угодьях.

Подтвержден значительный эффект введения в корма сорбентов и откорма на чистых кормах перед убоем. На заключительной стадии откорма загрязненные корма можно заменить чистыми. Содержание ^{137}Cs в мышечной ткани на протяжении 2,0–3,0 месяцев уменьшается в 6–10 раз благодаря высокой скорости выведения ^{137}Cs из организма животных [23].

Внедрение технологии откорма на чистых кормах под прижизненным контролем содержания ^{137}Cs в теле животных позволяет использовать корма практически без ограничения по

Эффективность контрмер на лугопастбищных угодьях [22]

Радиозащитные мероприятия	Кратность снижения концентрации ^{137}Cs в растениях, раз	
	Минеральные почвы (песчаные, суглинистые)	Органические почвы (торфяные)
Осушение	–	2–4
Дискование или фрезерование	1,2–1,5	1,8–3,5
Вспашка	1,8–2,5	2,0–3,2
Вспашка с оборотом пласта и размещением его на глубине 35–40 см	8–12	10–16
Известкование	1,3–1,8	1,5–2,0
Азотные и повышенные дозы фосфорно-калийных удобрений	1,2–3,0	1,5–3,0
Поверхностное улучшение	1,6–2,9	1,8–14,0
Коренное улучшение	3,0–12,0	4,0–16,0

уровню загрязнения на протяжении 12–16 месяцев [16]. В 1996 году в Житомирской и Киевской областях было переведено на дооткорм 1600 голов КРС с содержанием ^{137}Cs в мышцах 3000 Бк/кг, что обеспечило снижение его через 2–3 месяца до 130 Бк/кг, то есть более, чем в 20 раз. В комбинации с введением сорбентов эффективность этого способа повышается. В Ровенской области хорошо зарекомендовали себя брикеты-лизунцы с минеральными элементами питания и фероцином [23].

В качестве сорбентов после аварии на Полесье были широко испытаны цеолиты – природные минералы с высокой способностью связывать цезий – вермикулит (Запорожская область), палыгорскит (Черкасская область) и клиноптилолит (г. Хуст, Закарпатская область). Минералы позволяют уменьшить переход радиоцезия в молоко в 3–9,7 раз и по эффективности энтеросорбции образуют убывающий ряд: палыгорскит, вермикулит, клиноптилолит. Эффективность цеолитов повышается с увеличением дозы препарата и степени дисперсности. Модифицирование цеолитов фероцинами и другими соединениями позволяет повысить эффективность связывания радиоцезия. Использование цеолита в период дооткорма перед убоем дает возможность в 2,0–2,4 раза уменьшить накопление ^{137}Cs в мышечных тканях животных [23].

Сокирницким цеолитовым заводом МЧС Украины произведено и поставлено на комбикормовые заводы трех областей 1362 тонны цеолитовой муки. Осуществлены мероприятия по переспециализации хозяйств пяти областей на «мясное скотоводство» и «репродуктивное свиноводство». За этот период обновлено и пополнено маточное стадо мясного поголовья, укреплен материально-техническая база хозяйств, оказана научно-методическая помощь. Но масштабы этих высокоэффективных мер крайне недостаточны – за период 2001–2004 гг. на эти мероприятия были направлены средства в объеме всего около 1,5 млн грн.

После аварии случаев значительного загрязнения мяса гусей и уток выше нормативов не отмечали. В последние годы обеспечение населения фуражным зерном стало проблемой, поэтому летом в Волынской и Ровенской областях стада гусей выпасают на поймах рек – на наиболее критических естественных ландшафтах. Естественно, что концентрация радиоактивного цезия в мясе гусей превышает концентрацию нуклида в говядине. Семья в Полесье использует за зиму несколько десятков гусей. Мясо птицы стало критическим продуктом для значительного контингента населения. Доказано, что разрешить эту проблему позволяет дооткорм птицы чистыми кормами за 2–2,5 месяца перед забоем.

Развитие кормовой базы должно стать основой для производства чистого молока и мяса. Молочное скотоводство необходимо обеспечить комбикормами с примесью фероцинов и цеолитов. Выполнение проекта «Обеспечение радиационной защиты детей Украины на территориях, которые пострадали от аварии на ЧАЭС...» в рамках программы «Дети Украины» показало, что комплексные контрмеры в кормопроизводстве и животноводстве обеспечивают производство молока и мяса с содержанием радиоцезия ниже ДР-97 практически во всех критических хозяйствах и населенных пунктах Украинского Полесья.

Система радиационного контроля. На загрязненных территориях создана и функционирует развитая система радиационного контроля. В 2139 населенных пунктах проводится отбор и анализ проб молока и картофеля на содержание в них цезия-137 и стронция-90. В населенных

пунктах, где паспортные дозы облучения населения составляют свыше 3 мЗв в год, и в некоторых населенных пунктах зоны безусловного (обязательного) отселения ежегодно проводится шестиразовый отбор и анализ проб молока, а в населенных пунктах зоны гарантированного добровольного отселения – двухразовый. В населенных пунктах зоны усиленного радиоэкологического контроля – одноразовый. На протяжении 2001–2004 гг. было отобрано и проанализировано более 63,5 тысяч проб молока и картофеля.

С каждым годом уменьшается количество населенных пунктов, в которых доза облучения человека может превысить 1 мЗв за год. В 1991 году таких населенных пунктов было 826, в 2004 – 207. Необходимо проведение радикальных мероприятий для изменения радиационной обстановки в этих пунктах.

Лаборатории и посты центральных органов исполнительной власти реализуют широкомащтабную программу радиационного контроля продуктов питания на всех этапах их производства. Всего радиологическими службами ежегодно выполняется больше 800 тысяч измерений содержания радионуклидов в процессе производства и переработки продукции. Превышение допустимых уровней фиксируется в 1,5–2% проб.

Основной объем измерений выполняют радиологические лаборатории Минагрополитики, которые обеспечены оборудованием и финансированием не в полном объеме, службе контроля не придан статус государственной службы.

Эффективность контрмер. При планировании системы контрмер нужно руководствоваться не только конечным уровнем загрязнения продукции, но и количеством радионуклидов, которое будет находиться в данном виде продукции в целом (поток радионуклидов). Например, количество радиоцезия, выносимое из почвы урожаем зерновых в условиях Полесья, не превышает 1–2% от общего выноса с растениями. Использование зерновых для откорма скота и для изготовления хлебопродуктов определяет коллективную дозу порядка 1–20 человеко-Зиверта (чел.-Зв), в то время как использование для откорма большого рогатого скота загрязненного сена обуславливает дозу в 50–70 раз большую. Поэтому, какой бы высокой ни была эффективность контрмер при выращивании зерновых культур, они не смогут обеспечить снижение общей коллективной дозы больше, чем на несколько процентов.

Для оценки эффективности и принятия решений о проведении контрмер были определены три ее составляющие [24]. Первая – это *радиоэкологическая эффективность*, которая показывает во сколько раз может снизиться уровень загрязнения продукции в случае проведения контрмеры. Однако главным критерием эффективности сельскохозяйственных контрмер следует считать не кратность снижения концентрации радионуклида в произведенной продукции, а полную (суммарную) дозу, формирование которой предотвращено благодаря проведению контрмер. Она была названа *дозовой эффективностью*.

Очевидно, что вторая составляющая (дозовая эффективность) определяется многими факторами – количеством произведенной продукции, временем и способом ее использования, и тому подобное. Например, если благодаря улучшению лугов было получено сено с низким содержанием ^{137}Cs и оно использовано для откорма молодняка крупного рогатого скота, а не дойных коров, дозовая эффективность такого мероприятия будет нулевой. Общую стратегию контрмер определяет дозовая эффективность, однако, радиоэкологическая эффективность может играть главную роль при принятии решений о проведении контрмер в случае, когда концентрация радионуклида в продукции выше норматива.

Одна и та же доза облучения может быть предотвращена разными контрмерами, стоимость которых может существенно отличаться. Поэтому третьей составляющей общей эффективности выступает *экономическая эффективность*, количественной мерой которой является стоимость единицы предотвращенной благодаря контрмерам дозы – гривень дополнительных расходов на один предотвращенный человеко-Зиверт (грн./чел.-Зв).

Анализ показал, что при приблизительно одинаковой радиоэкологической эффективности за счет проведения всех рассмотренных контрмер, которые, например, обеспечивают снижение уровня загрязнения продукции в два раза, их дозовая эффективность в животноводстве значительно выше, чем в растениеводстве, а экономическая – вообще отличается в 1000 раз. То есть, эффективность контрмеры возрастает по ходу повышения трофического уровня, на котором он осуществляется в цепи «почва – растение (вегетативные органы – продуктивные органы) – животные (мясо и молоко) – переработка». В следующие 5–10 лет жестко возрастет требование обоснованно определять приоритеты.

Проведенные контрмеры и фиксация ^{137}Cs в почве способствовали значительному улучшению радиационно-гигиенических условий проживания населения на загрязненных вследствие аварии на ЧАЭС территориях. На большей части загрязненных территорий КСП, фермерские

хозяйства и население на приусадебных участках производят продукцию, которая по содержанию ^{137}Cs отвечает жестким национальным нормативам – допустимым уровням ДР-97. Во многих лесхозах дары леса также отвечают соответственным требованиям радиационной гигиены.

Для осуществления мониторинга радиационной ситуации в агропромышленном комплексе Украины, разработки рекомендаций по ее улучшению, научно-методического обеспечения структур МЧС Украины и Минагрополитики, которые отвечают за радиационную обстановку, необходимо разработать и реализовать на практике государственную программу внедрения противорадиационных контрмер и научного сопровождения в агропромышленном производстве.

Международный форум «Наследие Чернобыля: Медицинские, экологические и социально-экономические последствия» в Вене (5–6 сентября 2005 года) определил, что мероприятия, принятые правительствами пострадавших государств СНГ для преодоления последствий аварии, были в целом своевременны и адекватны. Современные исследования показывают, что направление усилий в дальнейшем нужно изменить, предоставив приоритеты экономическому и социальному развитию.

6.3. Миграция радионуклидов чернобыльского выброса на орошаемых землях

Вследствие аварии на Чернобыльской АЭС значительная часть аэральных радиоактивных выбросов попала в р. Днепр и ее притоки. Кроме того, и сегодня происходит ежегодный вынос в водную систему долгоживущих радионуклидов с водосборного бассейна.

С первых дней после аварии интенсивно проводились мониторинговые наблюдения на основных водных объектах Украины. Уже в мае 1986 года Украинской гидрометеослужбой проводилась гамма-съемка всех водохранилищ Днепровского каскада, которую повторили в июне и сентябре.

Поступление ^{137}Cs и ^{90}Sr аварийного выброса ЧАЭС в воду Днепра и дальше на орошаемые угодья обусловило необходимость разработки на длительную перспективу прогнозов:

1) динамики процесса поступления ^{90}Sr и ^{137}Cs с поливной водой на орошаемые земли (особенно на рисовые чеки). Важность такого прогноза заключается в том, что поступление радионуклидов с водой на орошаемые угодья (особенно на рисовые чеки) приводит к значительному дополнительному загрязнению почвы [25];

2) загрязнения продуктов питания, которые получают на орошаемых землях, путем количественной оценки параметров радиоактивного загрязнения урожая сельскохозяйственных культур и изучения динамики этого процесса.

Основные закономерности поступления радионуклидов в сельскохозяйственные растения, которые выращиваются на орошаемых землях, получены еще до Чернобыльской аварии. Так, известно, что при поливе дождеванием радиоактивные элементы, которые попали с водой на листья, стебли, цветы и плоды, ими непосредственно и поглощаются. То есть, происходит некорневое (аэральное) поступление радионуклидов в растения, которое имеет свои закономерности. Этот путь исключает сорбцию радиоактивных веществ твердой фазой почвы, другими словами, отсутствует барьер на пути их поступления в растения.

Параллельно с некорневым происходит и корневое усвоение радионуклидов растениями. Однако, доля ^{137}Cs , усваиваемого вторым путем, несоизмеримо мала (на 2–3 порядка ниже), поэтому на практике (например, при существующей после аварии динамике изменений этого радионуклида в воде Днепра) некорневое поступление радионуклида ^{137}Cs для всех культур при орошении будет преобладающим. Вклад корневого пути в поступление ^{90}Sr (при постоянной концентрации радионуклида в воде) уже через 2–16 лет (в зависимости от вида культуры и режима ее орошения) будет сравнимым с его поступлением через наземные органы растений.

Роль качества поливной воды. Форма нахождения радионуклидов в воде, ионный состав и рН воды, существование конкурирующих ионов и состав суспензий влияют на подвижность радионуклидов в воде и на их последующее поступление в урожай. При этом меньше радионуклида накапливается в урожае культур, которые выращиваются при поливе наиболее минерализованной водой (к примеру, смесь: вода реки Ингулец – 80% + вода реки Днепр – 20%, минерализация 590 мг/л).

Режим орошения сельскохозяйственных культур (норма и количество поливов). В зависимости от погодно-климатических условий и биологических особенностей культур нужно разное количество влаги для формирования урожая. Орошающую норму за вегетативный период дождеванием выливают в несколько приемов, поливная норма составляет 400–600 м³/га. Известно, что при поливе дождеванием с увеличением количества поливов водой, содержащей радионуклиды, увеличивается и их содержание в урожае орошаемых культур. Однако такая зависимость не имеет прямо пропорционального характера.

Способы орошения. В Украине более распространены такие способы, как дождевание и затопление чеков. Капельное и подпочвенное орошение только внедряется и используется на незначительных площадях.

Наиболее загрязняющим способом орошения является дождевание. При этом способе радионуклиды контактируют с растениями, адсорбируются на поверхности фитомассы и абсорбируются биологическими тканями. Это приводит к тому, что при дождевании содержание радионуклидов в урожае в 4–33 раза больше, чем при подпочвенном орошении, в 2–8 раз больше, чем при орошении по бороздам и в 2–14 раз больше, чем при капельном орошении [26].

В 1987–1988 гг., поступление ^{137}Cs в урожай сельскохозяйственных культур было тем выше, чем ближе был источник полива (водоем) к месту аварии [26]. Так, его содержание в урожае культур, орошаемых водой из Каневского водохранилища, было в 2–3 раза выше, чем при орошении водой Каховского водохранилища, и до 6 раз выше, чем при орошении водой источников, не связанных с р. Днепр (таблица 6.3.1). Такая закономерность объясняется прямо пропорциональной зависимостью содержания радионуклидов в урожае от концентрации радионуклида в поливной воде. Содержание радионуклидов в воде Каневского водохранилища было также в 2–3 раза выше, чем в воде Каховского водохранилища [27].

Таблица 6.3.1

Содержание ^{137}Cs в хозяйственно ценной части урожая сельскохозяйственных культур при орошении водой разных источников, Бк/кг воздушно-сухой массы

Культура	Год	Вода водохранилищ Днепровского каскада				Вода других источников	
		Каневское	Кременчугское	Днепровское	Каховское	Харьковская обл.	Донецкая обл.
Озимая пшеница	1987	11,85	1,85	0,92	1,11	0,29	0,37
	1988	21,11	1,48	0,37	1,11	0,37	0,37
Кукуруза	1987	0,37	0,37	0,18	0,22	0,07	0,07
	1988	0,37	0,18	0,22	0,11	0,04	0,07
Люцерна, сено	1987	22,2	22,2	13,7	11,8	2,96	3,70
	1988	14,8	14,8	11,1	7,40	3,33	3,33
Капуста	1987	0,22	0,26	0,11	0,11	0,04	0,04
	1988	0,22	0,22	0,07	0,11	0,04	0,04
Томаты	1987	0,74	0,74	0,37	0,37	0,22	0,18
	1988	0,74	0,37	0,37	0,74	0,22	0,18
Огурцы	1987	1,48	1,48	0,74	0,74	0,37	0,37
	1988	1,11	1,48	0,74	0,37	0,37	0,74

За 10 лет, которые прошли после аварии, поступление ^{137}Cs в урожай сельскохозяйственных культур существенно не изменилось (за счет иммобилизации той его части, которая поступила раньше в почву, а загрязнение осуществлялось исключительно водным путем) и в 1996 году оставалось практически на уровне 1988 года (таблица 6.3.2). Для ^{90}Sr характерно увеличение поступления с годами корневым путем [26].

Со временем отмечалось существенное увеличение содержания ^{90}Sr в урожае риса за счет корневого поступления. Его содержание в зерне риса в 1996 г. (через 10 лет после аварии) увеличилось по сравнению с 1986 годом в 18 раз. Величина содержания ^{137}Cs в зерне риса стабилизировалась к 1996 году на уровне 1 Бк/кг. Последующее увеличение этого радионуклида в зерне риса будет коррелировать с его содержанием в воде (таблица 6.3.3).

На основании обобщения большого массива данных доаварийных и послеаварийных исследований по накоплению радионуклидов в урожае основных сельскохозяйственных культур, выращенных на орошаемых землях, были рассчитаны средние значения коэффициентов, которые характеризуют величину перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в урожай культур, которые можно использовать для прогнозных расчетов (таблица 6.3.4).

Корневое поступление радионуклидов в сельскохозяйственные культуры при орошении. Анализ полученных нами данных показал, что уже через 8–10 лет после начала орошения загрязненной водой начинает превалировать почвенный путь поступления ^{90}Sr в овощи и некоторые другие культуры, в то время как поступление ^{137}Cs на протяжении очень длительного времени

Таблица 6.3.2

Динамика содержания радионуклидов в урожае основных сельскохозяйственных культур, выращенных при орошении водой Каховского водохранилища, Бк/кг воздушно-сухой массы

Культура	¹³⁷ Cs		⁹⁰ Sr	
	1988	1996	1988	1996
Озимая пшеница, зерно	1,10–1,91	0,50	0,12–0,31	0,90
Кукуруза, зерно	0,13–0,42	0,30	0,07–0,19	0,11
Люцерна, сено	11,1–22,8	12,0	3,70–11,10	3,10
Капуста, качаны	0,11–0,30	0,16	0,004–0,015	0,19
Томаты, плоды	0,31–0,72	0,89	0,02–0,04	1,92
Огурцы, плоды	0,60–1,51	1,10	0,40–1,50	1,13
Свекла столовая, корнеплоды	0,43–0,71	1,53	0,001–0,004	2,60
Морковь, корнеплоды	0,37–0,74	1,10	0,11–0,22	1,51
Кабачки, плоды	0,19–0,26	0,52	0,07–0,11	2,40
Лук, луковица	0,74–1,11	0,71	0,01–0,11	2,00

Таблица 6.3.3

Динамика накопления радионуклидов в урожае риса

Год исследования	Содержание радионуклидов, Бк/кг воздушно-сухой массы			
	⁹⁰ Sr		¹³⁷ Cs	
	зерно	солома	зерно	солома
1972	0,33	4,1	2,4	5,6
1982	0,30	3,0	0,7	1,6
1985	0,11	1,2	0,6	1,0
1986	0,07	1,1	1,0	1,8
1987	0,15	1,5	1,6	2,9
1988	0,19	2,1	1,5	2,2
1989	0,37	2,8	1,2	2,0
1990	0,56	3,5	0,9	2,2
1991	0,69	4,3	1,1	1,9
1992	0,81	4,9	1,0	2,1
1993	1,12	5,5	0,9	1,5
1994	0,70	3,8	2,0	3,5
1995	1,27	5,2	1,1	2,8
1996	1,30	5,3	0,8	2,3

(до 200 лет) будет определяться преимущественно водным (некорневым) путем. На глинистых типах почв такое соотношение между корневым и некорневым путями поступления для ¹³⁷Cs будет сохраняться до того времени, пока его концентрация в воде не уменьшится по сравнению с начальной на 2–3 порядка.

Для разных видов культур временной промежуток, при котором наблюдается равновесие в поступлении ⁹⁰Sr в растение корневым и некорневым путями, колеблется (от 2-х до 16-ти лет, в зависимости от режима орошения и вида культуры). Это время составляет: у зерновых – 14–16 лет, у овощных – 8–10 лет, у люцерны – 2–6 лет. Для кукурузы это равновесие наступает после 16–20-ти лет.

Поступление ¹³⁷Cs из воды при дождевании на глинистых почвах будет превалировать над почвенным путем до тех пор, пока плотность загрязнения почвы за счет поступления радионуклида с водой будет в тысячу раз выше существующего сегодня загрязнения почвы.

Усредненные коэффициенты перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в урожай сельскохозяйственных культур, выращенных при орошении дождеванием [25–27]

Культура, орган или используемая часть	^{137}Cs		^{90}Sr	
	КП*	Кн**	КП	Кн
Озимая пшеница, зерно	0,11	24	1,33	2,90
солома	0,53	110	4,42	11
Яровая пшеница, зерно	0,15	32	–	–
Ячмень, зерно	0,08	15	–	–
Горох, зерно	0,19	38	1,37	3,1
Просо, зерно	0,05	9	–	–
Кукуруза: зерно	0,25	47	0,42	0,9
силос	1,25	290	1,33	2,7
Рис***: зерно,	0,13	80	0,55	13
солома	0,88	530	2,65	51
Люцерна, сено	3,80	920	21	64
Свекла кормовая, корнеплоды	0,63	170	2,20	5,9
Морковь, корнеплоды	0,18	37	0,39	0,8
Картофель, корнеплоды	0,05	9	0,33	0,7
Огурцы, плоды	0,42	86	0,11	0,3
Томаты, плоды	0,28	39	0,17	0,4
Перец сладкий, плоды	0,13	27	0,22	0,7
Кабачки, плоды	0,02	4	0,17	0,5
Тыква, плоды	0,06	10	0,17	0,5
Капуста, кочаны	0,08	15	0,47	1,6
Лук репка, луковица	0,27	37	1,86	5,8
Баклажаны, плоды	0,11	23	0,25	–
Зелень столовая	0,21	40	1,40	3,3

* КП – коэффициент пропорциональности (Бк/кг массы урожая используемой влажности)/(кБк/м² почвы).

** Кн – коэффициент накопления (Бк/кг массы урожая используемой влажности)/(Бк/л воды).

*** Орошение чеков способом затопления.

Закономерности загрязнения радионуклидами почвы орошаемых угодий. Динамика накопления радионуклидов в орошаемых почвах определяется двумя процессами: поступлением радионуклидов с водой в почву и процессом, связанным с потерями.

Количество радионуклидов, которые поступают, зависит от их концентрации в воде и величины орошающей нормы за вегетативный период. Процессы потерь связаны с физическим распадом радионуклидов и их выносом за границы корнесодержащего слоя почвы в процессе вертикальной миграции, а также за счет отчуждения с урожаем.

Данные наблюдений показали, что при хроническом поступлении ^{137}Cs и ^{90}Sr с поливной водой на орошаемые сельскохозяйственные угодья, которые представлены глинистыми почвами, в верхнем 20-см слое почвы задерживалось от 53 до 85% валового количества радионуклидов, внесенных за один орошаемый сезон [27]. В сельскохозяйственные растения, в этом случае, их поступало менее 10%.

Анализируя величину динамики поступления радионуклидов с поливной водой в почву орошаемых чеков Херсонской области, можно утверждать, что с 1987 по 1997 гг. содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в почве рисовых чеков увеличилось, соответственно, в 1,7 и 2,7 раза.

Проведенные с учетом параметров миграции радионуклидов на орошаемых угодьях расчеты позволили получить долгосрочный прогноз количественных параметров поступления радионуклидов в почву с водой. При постоянной удельной концентрации радионуклидов в воде, процесс накопления ^{90}Sr в почве протекает 70 лет, а ^{137}Cs – 200 лет, после чего процесс поступления радионуклидов с водой и процесс их отчуждения пребывали в состоянии динамического равновесия (сколько поступает, столько и теряется).

При условии стабильного тренда содержания этих радионуклидов в водохранилище – источнике орошения необходимо разработать долгосрочный прогноз дополнительного загрязнения почвы орошаемых угодий радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr , которые поступают с водой. Это связано, прежде всего, с иммобилизацией почвами внесенного с водой ^{137}Cs и высокой подвижностью внесенного с водой ^{90}Sr . Но необходимо подчеркнуть, что с 1996 г. прекращены мониторинговые исследования в регионах орошения, без которых невозможно корректно прогнозировать радиационную ситуацию в этом регионе.

Прогноз доз облучения населения бассейна Днепра. Водой из Днепра пользуются более 8 млн человек. Прогнозные оценки доз от аварийных радионуклидов, которые поступают в воду, для этого контингента населения составляют 3000 чел.-Зв, из них 2500 чел.-Зв – за счет ^{90}Sr и 500 чел.-Зв – за счет ^{137}Cs [27]. Для населения других регионов доза, которая сформируется за счет употребления воды из разных источников, существенно ниже и ее можно не учитывать в дозовых нагрузках. Ожидаемая популяционная доза населения Украины от Чернобыльской аварии через 70 лет достигнет 55–70 тыс. чел.-Зв, водная компонента составит не более 4–5%.

6.4. Ведение лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения

Радиоактивное загрязнение лесов вследствие аварии на ЧАЭС обнаружено в 18 областях Украины. Плотность загрязнения ^{137}Cs свыше 37 кБк/м² в 1991–1992 гг. выявлена на территории 1,23 млн га. Более всего от радиоактивного загрязнения пострадали леса Полесья Украины.

За пределами 30-км зоны ЧАЭС из-за высоких уровней радиоактивного загрязнения лесных насаждений ^{137}Cs были запрещены все виды хозяйственной деятельности на площади свыше 157 тыс. га, а 110 тыс. га лесов Чернобыльского и Ново-Шепелицкого гослесхозов отошли в состав Зоны отчуждения ЧАЭС. Общие прямые убытки, понесенные лесохозяйственными предприятиями вследствие радиоактивного загрязнения, по состоянию на 31.12.1986 г., составили 65 млн долларов США, а ежегодные убытки из-за сокращения объемов лесозаготовок и побочного пользования лесом составляют 7,15 млн долларов США.

За пределами 30-км зоны главным техногенным радионуклидом остается ^{137}Cs , и главное внимание было уделено именно этому радионуклиду. Однако в лесных насаждениях, которые граничат с Зоной отчуждения, а также отдельных «пятен» Житомирской, Киевской, Черкасской и Винницкой областей, в загрязнении компонентов лесной экосистемы возрастает часть ^{90}Sr , поэтому необходимо более детальное изучение его поведения в лесном ценозе. В перспективе, часть лесов Зоны отчуждения будет возвращаться к нормальному режиму хозяйствования. Наличие в составе радиоактивного загрязнения этих лесов трансурановых элементов может создать определенные трудности при уходе за насаждениями и потребует детального изучения ситуации.

После аэриального поступления ^{137}Cs в лесную экосистему от 70 до 90% его суммарной активности было задержано кронами хвойных деревьев. Уже в первый вегетационный период началась интенсивная миграция радиоцезия, что привело к существенному перераспределению его между компонентами лесных экосистем. Через 3–4 месяца до 80–90% ^{137}Cs мигрировало на поверхность мохового покрова и лесной подстилки, откуда началось постепенное корневое поглощение его растительностью. Через 3–4 года наступил период квазиравновесия упомянутого радионуклида в почвенно-растительном покрове лесов, который длится до настоящего времени [28]. Характерными его чертами являются: 1) доминирование корневого пути поступления радионуклида к сосудистым растениям, которое зависит, главным образом, от ландшафтно-геохимических условий территории; 2) медленное перераспределение ^{137}Cs между компонентами лесных экосистем; 3) приблизительное равновесие ежегодного поступления ^{137}Cs из почвы в растительность и возврат радионуклида в почву с растительным опадом и отпадом.

Именно поэтому доля суммарной активности ^{137}Cs , которая задерживается компонентами лесных экосистем, является предсказуемой и характеризует интенсивность биогеохимического круговорота ^{137}Cs в лесных экосистемах (таблица 6.3.5).

Это распределение является своеобразным в каждом из типов лесорастительных условий и зависит от возраста древесного яруса, его породного состава и определяет не только режим ведения лесного хозяйства, но также и возможность использования определенных видов лесохозяйственной продукции [29]. Сейчас основная доля суммарной активности радионуклида (81–96%) сконцентрирована в почве. В зависимости от экологических условий лесная подстилка удерживает 17–46% суммарной активности ^{137}Cs , а минеральная часть почвы – 50–64%. Соответственно, компоненты фитоценоза удерживают от 3,5% запаса ^{137}Cs лесной экосистемы в целом в более богатых условиях влажной судубравы и до 19,3% – в бедных условиях влажного бора [30].

В зависимости от экологических условий древесный ярус может играть разную роль в распределении ^{137}Cs в лесных экосистемах. Его эдификаторная и относительная геохимическая роль

Распределение суммарной активности ^{137}Cs по компонентам лесных экосистем в разных типах лесорастительных условий (% от суммарного загрязнения)

Компоненты экосистем	Доля суммарной активности ^{137}Cs экосистемы, %					
	свежий субор		влажный бор		влажная судубрава	
	1994	2004	1994	2004	1994	2004
Древостой	7,3	8,5	12,1	16,7	1,8	2,9
Древесина	2,7	4,6	4,0	5,8	0,7	1,7
Кора	3,0	2,4	3,0	3,6	0,8	0,9
Ветви	1,4	1,3	4,7	6,9	0,2	0,2
Хвоя	0,2	0,2	0,4	0,4	0,1	0,1
Подрост	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3
Травяно-кустарничковый ярус	1,2	0,7	2,0	0,9	0,3	0,1
Моховой ярус	–	–	3,1	1,1	–	–
Лесная подстилка	52,5	33,7	59,3	46,5	18,8	17,8
Современная	0,4	0,1	3,2	1,9	0,2	0,1
Полуразложившаяся	36,1	12,8	44,1	24,0	7,2	6,1
Разложившаяся	16,0	20,8	12,0	20,6	11,4	11,6
Минеральная почва (30-см слой)	38,9	57,0	23,4	34,6	78,8	78,9
0–2 см	29,6	39,8	11,2	16,7	50,2	47,1
2–10 см	6,9	10,4	10,6	14,8	25,5	27,5
10–20 см	1,6	5,0	1,6	2,2	2,8	3,5
21–30 см	0,8	1,8	0,2	0,9	0,3	0,8

является наибольшей в условиях, близких к оптимальным для произрастания главных лесобразующих пород (сосны, дуба, березы) – свежих и влажных суборах, судубравах и дубравах, уменьшаясь в неблагоприятных условиях сухих и мокрых боров, где доля других ярусов растительности в удержании ^{137}Cs превышает таковую для древостоя [31]. Геохимическая роль разных ярусов лесной растительности значительно варьирует и положительно коррелирует с фитомассой на единице площади. За последние десять лет наблюдается увеличение суммарного количества радиоактивных элементов в древесных породах. Это повышает вероятность получения продукции, загрязнение которой превышает «Гигиенический норматив удельной активности радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в древесине и продукции из древесины» (ГНУАР-2005) [32].

Радиационный контроль продукции лесного хозяйства в системе Госкомлесхоза Украины ныне осуществляют 8 радиологических производственных лабораторий. По их данным, ситуация с уровнями радиоактивного загрязнения грибов, ягодных и лекарственных растений в лесах регионов Полесья остается напряженной. Большая часть продукции из древесины не превышает гигиенический норматив, но на части загрязненных радионуклидами территорий (северная часть Житомирской и Киевской областей) данное положение может измениться в связи с введением новых нормативов, которые имеют более жесткий характер. Это касается, в первую очередь, дров топливных, строительного леса и продукции бытового назначения.

Существующее распределение радионуклидов в лесных экосистемах указывает на предсказуемость и стабильность радиационной обстановки, которая в свою очередь, требует активно заниматься контрмерами и реабилитацией лесных территорий, загрязненных аварийными выбросами ЧАЭС. Расчеты на основе «Методических рекомендаций по реабилитации лесов на территориях, загрязненных радионуклидами вследствие аварии на ЧАЭС» (2005 г.), показали, что в связи с уменьшением плотности загрязнения почвы ^{137}Cs (по сравнению с 1991 г.) на 105 тыс. га леса снова разрешается вести лесное хозяйство без ограничений [33].

Изучение многолетней динамики содержания ^{137}Cs в компонентах лесных экосистем позволило сделать ряд важных выводов: динамические тенденции в удельной активности радионуклидов в разных компонентах лесных экосистем достаточно четко определены; практически во всех компонентах экосистем наблюдается тесная связь содержания ^{137}Cs со временем после Черно-

быльской аварии [34]. Анализ динамики содержания радионуклида в элементах фитоценоза свидетельствует о том, что для коры сосны, фитомассы черники, живой части мхов, некоторых видов грибов стойкой тенденцией является уменьшение удельной активности ^{137}Cs в послеаварийный период. Увеличение удельной активности отмечено для внутренней части коры и древесины сосны, а также мертвых частей мхов [35].

Таким образом, в лесных экосистемах происходят разнонаправленные процессы миграции техногенного ^{137}Cs в компонентах экосистем – очищение одних и увеличение радиоактивного загрязнения других. Это позволяет прогнозировать содержание ^{137}Cs и других техногенных радионуклидов в компартментах лесных экосистем, а также возможность реабилитации определенных участков леса [36]. В Украине активно разрабатывается автоматизированная модель миграции ^{137}Cs в лесных экосистемах хвойных лесов на лесотипологической основе, которая позволяет прогнозировать радиоактивное загрязнение любого компонента лесной экосистемы с приемлемой точностью [37].

Содержание ^{137}Cs в древесине сосны с момента аварии возросло приблизительно до 2002 года. Сейчас этот показатель находится на «плато», которое будет продолжаться, по подсчетам, до 2007–2008 гг., после чего будет происходить медленное очищение древесины. В плодовых телах съедобных грибов разных видов динамика упомянутого показателя, хотя в целом и подобна, тем не менее пик содержания радионуклида наблюдается в разные периоды. У лисички настоящей пик накопления отмечался в начале 1990-х годов, а в последующие годы происходило медленное уменьшение содержания ^{137}Cs . В плодовых телах белого гриба со времени аварии до 2005 г. происходит увеличение содержания ^{137}Cs , после чего прогнозируется длительная стабильность до 2015 г., а затем будет происходить постепенное уменьшение удельной активности ^{137}Cs . Для удельной активности ^{137}Cs в ягодах черники после аварии на ЧАЭС характерным было монотонное уменьшение загрязнения [37].

Поведение ^{90}Sr существенно отличается от особенностей миграции ^{137}Cs . Этот радионуклид характеризуется повышением мобильности за счет выщелачивания из «горячих частиц», в то время как ^{137}Cs довольно быстро «стареет». В целинных почвах распределение радиостронция в почвенном профиле в целом подобно таковому для радиоцезия, однако наблюдается значительно более быстрое его продвижение вниз по почвенному профилю и основная его часть находится в коренасыщенном 0–10-см слое почвы. Высокая биологическая доступность ^{90}Sr обусловила значительные уровни его аккумуляции представителями лесного ценоза. Величина коэффициентов перехода (КП) в компоненты наземной фитомассы сосновых насаждений в 5–20 раз больше, чем для ^{137}Cs . Наиболее активно радиостронций поглощается корой, листьями, 2–3 летней хвоей и древесиной. Лиственные породы характеризуются повышенным уровнем аккумуляции ^{90}Sr по сравнению со ^{137}Cs [30]. Среди ягодных растений повышенное накопление ^{90}Sr характерно для земляники. Большинство макромицетов не накапливают радиостронций. Исключение составляют лисички и трутовые грибы, из которых в пищу употребляется в основном глива [36].

Для трансурановых элементов характерна низкая биологическая подвижность. КП для этих радионуклидов в основном в пределах 0,01–0,005 и меньше. Исключение составляет ^{241}Am , содержание которого в растительности постепенно возрастает. Однако данный радионуклид практически находится в пределах Зоны отчуждения и имеет значение исключительно для лесных территорий, граничащих с ней [28].

Леса являются критическими ландшафтами с точки зрения формирования доз внутреннего облучения населения, проживающего в лесистых районах, одним из которых, в частности, является Украинское Полесье. В условиях, когда большинство населения использует в пищу продукты леса, вклад последних в формирование дозы внутреннего облучения достигает 50–60% дозы, получаемой от всех пищевых продуктов [33].

Работники лесного хозяйства являются критической группой населения с точки зрения дозообразования. Работы по уходу за лесом и лесопользование часто связаны с повышенным пылеобразованием, лес является начальным звеном многих пищевых цепочек.

Реабилитация лесов после радиоактивного загрязнения определяется исключительно скоростью их автореабилитации. На сегодняшний день в лесах могут быть применены преимущественно пассивные контрмеры – ограничительного, организационного и технологического характера (таблица 6.3.6).

В первую очередь, необходимо разработать критерии и методологические основы реабилитации лесов. Организационной основой мероприятий по реабилитации должен стать план поэтапного перехода соответствующих лесных площадей с ограниченным режимом хозяйствования к площадям с более высоким уровнем лесопользования. На основе этого плана раз в 5 лет, или в другой обоснованный срок, можно осуществлять пересмотр режима ведения лесного хозяйства

Контрмеры в лесном хозяйстве

Типы контрмер	Виды контрмер	Направленность
Ограничительные общегосударственные	Введение государственных гигиенических нормативов на содержание радионуклидов в пищевых продуктах леса, лекарственных растениях, древесине и продукции из древесины (ДР-97; ГНУАР-2005)	Предотвращение производства продукции с содержанием радионуклидов, выше допустимых уровней
Ограничительные отраслевые	Введение радиационного контроля лесной продукции	Предотвращение распространения радиоактивно загрязненной продукции лесного хозяйства
Организационные	Вывод из лесохозяйственного пользования лесных насаждений с плотностью загрязнения > 555 кБк/м ²	Предотвращение переоблучения работников отрасли и местного населения
Радиационно-гигиенические	Внедрение индивидуального дозиметрического контроля работников, дозиметрический контроль рабочих мест, оснащения и техники	Соблюдение допустимого уровня облучения работников
Радиоэкологические	Обеспечение радиационного мониторинга лесов, радиационный контроль мест заготовки пищевых ресурсов леса, лекарственного сырья	Обеспечение радиоэкологической информацией административных органов, руководителей предприятий и местного населения
Технологические	Сортировка древесины по удельной активности радионуклидов, применение специальных технологических приемов переработки древесины	Получение лесопроductии с содержанием радионуклидов, которое не превышает нормативов

в загрязненных насаждениях. Все мероприятия по обеспечению реабилитации радиоактивно загрязненных лесов должны осуществляться в рамках Национальной программы минимизации последствий аварии на ЧАЭС и иметь гарантированную государственную финансовую поддержку.

Выводы

В Зоне отчуждения представлены суходольные и водные экосистемы, отличающиеся широким варьированием мощностей доз облучения биоты вследствие аварии на ЧАЭС, что обуславливает уникальные возможности для изучения действия хронического облучения на разнообразные виды растений, животных, грибов, вирусов и микроорганизмов, их популяции, а также сообщества. Эти исследования имеют большое значение для выяснения потенциальной угрозы для всех биотических объектов, продолжительное время находящихся в полях хронического облучения. Для обеспечения системных исследований биоты, подвергающейся облучению, необходимо в Зоне отчуждения создать Радиобиологический Заповедник с особым статусом его содержания. Такой Заповедник должен обеспечивать долгосрочные исследования процессов на разных уровнях их осуществления: от фундаментальных молекулярно-биологических до микроэволюционных, от динамики радиационно-индуцированного генетического груза в видовых популяциях до сукцессий и механизмов гомеостаза биологического многообразия.

Состояние биоты на загрязненных радионуклидами территориях требует специального мониторинга, цель которого должна состоять в опережающей оценке рисков для биоразнообразия и в разработке методов упреждения отрицательных изменений в генофонде флоры и фауны. Для обеспечения такого мониторинга необходимо разработать соответствующие нормативные правила оценки экологических рисков и безопасности биоты на загрязненных радионуклидами территориях.

Особое внимание следует уделить контролю над расообразованием у фитопатогенных и зоопатогенных микроорганизмов и вирусов, поскольку появились тенденции к образованию особо вирулентных форм микромицентов и вирусов.

Спустя 20 лет после Чернобыльской катастрофы на Полесье еще остается более 40 населенных пунктов, в которых уровни радиоактивного загрязнения молока постоянно превышают допустимые (ДУ-97 – 100 Бк/л) в 5–15 раз, и более 200 населенных пунктов, где в большей части (около 70%) частных хозяйств эти уровни постоянно превышают ДУ-97.

Приведенные факты являются грубым нарушением законов Украины. Особенно остро стоит проблема обеспечения детей чистыми продуктами питания.

Прогноз динамики поведения радионуклидов в системе «почва – растения» показывает, что без проведения комплексных контрмер в сельскохозяйственном производстве такая ситуация сохранится на несколько ближайших десятилетий. В течение минувшего десятилетия контрме-

ры, направленные на получение чистой продукции в сельскохозяйственном производстве, применялись в объемах, составляющих 10% от необходимых, и в значительно меньших объемах по сравнению с Россией и Беларусью. Количество населенных пунктов с годовой дозой облучения населения, превышающей 1 мЗв, начиная с 1994 года, изменяется очень медленно и, в основном, за счет процессов природной реабилитации почв.

Наиболее приоритетными контрмерами на ближайшее время являются:

зоотехнические – применение кормовых добавок (эффективность фероцина в уменьшении радиоактивного загрязнения продукции 2–7 раз), откорм животных «чистыми» кормами (до 10 раз);

агротехнические – проведение поверхностного и коренного улучшения лугов (эффективность 3–5 раз), внесение повышенных доз минеральных удобрений (эффективность 1,5–2 раза), известкование почв (эффективность 1,5–2 раза), мелиорация, изменение землепользования.

Радиационная ситуация на орошаемых землях стабилизировалась, сельскохозяйственная продукция орошаемых угодий содержит на 1–2 порядка величин меньше радионуклидов по сравнению с продукцией северных загрязненных районов Украины. Прогнозные оценки доз от аварийных радионуклидов, поступающих в воду, для населения, использующего воду Днепра, составят 3000 чел.-Зв, из них 2500 чел.-Зв за счет ^{90}Sr и 500 чел.-Зв – за счет ^{137}Cs , однако водная компонента в ожидаемой популяционной дозе населения Украины от Чернобыльской аварии за 70 лет составит только 4–5%. При этом, в последующие годы необходимы мониторинговые исследования динамики поступления с водой радионуклидов в почву орошаемых угодий, поскольку при стабильном содержании радионуклидов в воде их накопление длится десятки и сотни лет.

Радиационная ситуация сегодня в лесах Украины является стабильной, в них происходит медленное перераспределение радионуклидов между компонентами экосистем, интенсивность которых зависит, главным образом, от ландшафтно-геохимических условий.

В наиболее радиоактивно загрязненных областях Украины содержание ^{137}Cs в древесной продукции леса в целом отвечает допустимым уровням (ВДУ-91). В то же время, превышение уровней, предусмотренных ДУ-97, в недревесной продукции леса (дикорастущих грибах и ягодах) наблюдалось в 60% образцов. Отмечается увеличение содержания ^{90}Sr в компонентах лесного ценоза.

Леса остаются критическими ландшафтами с точки зрения формирования доз внутреннего облучения населения Украинского Полесья, обуславливая до 50% дозы облучения от всех пищевых продуктов, что объясняется значительным содержанием ^{137}Cs в пищевых продуктах леса.

Работники лесного хозяйства остаются наиболее критичной профессиональной группой населения загрязненных регионов – с точки зрения дозообразования.

7. ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ЭКОНОМИКИ УКРАИНЫ, СВЯЗАННЫХ С ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЕЙ, И ФИНАНСИРОВАНИЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКИХ ПРОГРАММ

Чернобыльская катастрофа стала причиной серьезных потерь для экономики и социальной сферы как в бывшем СССР, так и за его пределами.

Авария нарушила нормальную жизнедеятельность и производство во многих регионах УССР, БССР и РСФСР, привела к снижению производства электроэнергии для нужд экономики, существенные убытки были нанесены сельскохозяйственным и промышленным объектам, пострадали лесные массивы и водное хозяйство (ограниченное использование 5120 км² сельхозугодий, 4920 км² лесов).

В 1986 году было эвакуировано около 116 000 человек, возникла проблема строительства дополнительного жилья для эвакуированных. В 1986–1987 гг. для переселенцев были построены почти 15 000 квартир, общежитий для более чем тысячи человек, 23 000 зданий, около 800 учреждений социальной и культурной сферы. Вместо отселенного города Припять для персонала ЧАЭС построен город Славутич.

Мероприятия, осуществленные исполнительной властью сразу после аварии, были, в первую очередь, направлены на защиту населения от влияния радиации и минимизацию непосредственной угрозы для жизни и здоровья людей. Наряду с эвакуацией осуществлялись мероприятия по оказанию социальной и экономической помощи населению и предприятиям.

Помощь пострадавшим областям в России, Украине и Беларуси проводилась за счет централизованных общесоюзных (бывшего СССР) финансовых и технических ресурсов и была сосредоточена, главным образом, на мероприятиях по восстановлению жизнедеятельности, производства, проведению дезактивации, социальной поддержке населения, оставшегося проживать в загрязненных областях, обеспечении его экологически чистыми продуктами, медицинским обслуживанием.

Пострадавшему населению был частично компенсирован материальный ущерб, связанный с эвакуацией, за: потерянное личное имущество, посеvy зерновых культур, жилье и т. д. Предприятиям (промышленным и сельскохозяйственным, включая колхозы) были компенсированы потерянные финансовые, материальные и технические ресурсы, созданы условия для организации производственной деятельности и обеспечения занятости эвакуированных людей.

7.1. Оценка потерь, связанных с Чернобыльской катастрофой, для экономики СССР

По поручению правительства бывшего СССР, Министерство финансов СССР проанализировало информацию министерств и ведомств, отраслевых отделов Совета Министров СССР, союзных республик относительно прямого ущерба вследствие аварии на ЧАЭС; для периода 1986–1989 гг. общая сумма прямого ущерба и затрат из всех источников финансирования составляла почти 9200 млн руб.¹ (около 12,6 млрд долларов США).

В 1990 году затраты из Государственного бюджета СССР на финансирование мероприятий по ликвидации последствий аварии составили 3324 млн руб. Кроме того, из республиканских бюджетов РСФСР, УССР и БССР было выделено около 1 млрд руб. В государственном бюджете СССР на 1991 г. было запланировано на эти цели 10 300 млн руб., однако после распада СССР финансирование из союзного бюджета осуществлялось лишь частично, а в конце года – исключительно из государственных бюджетов трех наиболее пострадавших стран, образовавшихся после распада СССР.

Эти затраты и убытки, как отмечалось выше, связаны с потерей основных и оборотных средств промышленного производства и сельского хозяйства, необходимостью выполнения мероприятий по локализации и минимизации последствий аварии, строительными и дезактивационными программами, проведением контрмер в лесном и водном хозяйстве, социальными и компенсационными программами. Они были профинансированы из бюджетов всех видов СССР, УССР, БССР, фондов Госстраха, добровольных вкладов физических лиц и организаций

¹ Данная информация была официально представлена на заседании ЭКОСОС (Экономический и социальный совет ООН) делегациями СССР, Беларуси и Украины (письмо от 06.07.90 в адрес Генерального Секретаря ООН № А/45/342, E/1990/102).

(≈ 544 млн руб.), переведенных на счет № 904920, «Фонда помощи ликвидации последствий аварии на ЧАЭС». В 1988–1989 гг. были также получены и реализованы ресурсы в иностранных валютах. Общая их сумма составляет 2,97 млн руб., в том числе 2,2 млн – в конвертируемых валютах.

7.2. Оценка суммарных экономических потерь Украины

7.2.1. Прямой ущерб. Прямые затраты и косвенные убытки, включая дополнительный ущерб от досрочного выведения ЧАЭС из эксплуатации. Оценка прямого ущерба

При расчетах ущерба от последствий Чернобыльской катастрофы учитываются убытки от потери объектов инфраструктуры, размещенных на прилегающей к ЧАЭС территории и в зоне отчуждения, в том числе в городах Припять, Чернобыль.

Оценка стоимости ущерба от потерь материальных объектов народного хозяйства (объектов экономики) вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в Зоне отчуждения, по оценочным подсчетам, составляет сумму в 1010,6 млн руб. (таблица 7.2.1) [1].

Таблица 7.2.1

Ущерб от потери материальных объектов народного хозяйства (объектов экономики) в Зоне отчуждения на территории Украины, выведенных из эксплуатации вследствие аварии 1986 года

Наименование материального объекта, утраченного вследствие Чернобыльской катастрофы	Год оценки стоимости основных фондов и материальных оборотных средств	Стоимость производственных основных фондов и материальных оборотных средств	
		тыс. руб.	тыс. дол. США
Объекты и расходы по остановленному строительству ЧАЭС (III очередь)	1986*	99,028	136,120
Четвертый блок ЧАЭС	1964**	201,000	223,330
Объект «Чернобыль-2»	1984***	97,700	137,027
Предприятия промышленности средств связи (1)	1986	51,070	70,199
Предприятия металлургической промышленности (1)	1986	44,700	61,443
Предприятия промышленности строительных материалов (1)	1986	7,750	10,653
Предприятия речного транспорта (2)	1986	21,050	28,935
Автомобильные дороги с твердым покрытием (353 км)	1986	60,550	83,230
Предприятия деревообрабатывающей промышленности (1)	1986	4,720	6,488
Предприятия комбикормовой промышленности (1)	1986	4,550	6,254
Предприятия по первичной переработке сельскохозяйственного сырья (1)	1986	4,900	6,735
Предприятия пищевой промышленности	1986	5,010	6,887
Предприятия по ремонту тракторов и сельскохозяйственных машин (1)	1986	760	1,045
Предприятия лесного хозяйства (1)	1986	4,700	6,460
Колхозы (14)	1986	79,693	109,544
Совхозы (2)	1986	18,659	25,648
Межхозяйственные предприятия (3)	1986	18,694	25,696
Объекты сети и водопровода	1986	4,405	6,055
Объекты канализации и сети	1986	3,850	5,292
Электросети освещения	1986	315	433
Объекты и сети теплоснабжения	1986	3,390	4,660
Жилищный фонд:			
– государственный (402)	1986	209,750	288,316
– частный (2,278)		7,101	9,761
– сельские дворы (9,050)		28,200	38,763

Наименование материального объекта, утраченного вследствие Чернобыльской катастрофы	Год оценки стоимости основных фондов и материальных оборотных средств	Стоимость производственных основных фондов и материальных оборотных средств	
		тыс. руб.	тыс. дол. США
Базы отдыха (10); больничные учреждения (фельдшерско-акушерские пункты) (44); учебные заведения системы профобразования (3); общеобразовательные школы (34); музыкальные школы (2); дома культуры (16); кинотеатры (2); клубы (39)	1986	29,104	40,005
Всего		1010,649	

* Курс на апрель 1986 года: 1 дол. США – 72,75 коп.

** Курс на октябрь 1984 года: 1 дол. США – 71,3 коп.

*** Курс на 1964 г.: 1 дол. США – 90 коп.

Кроме существенного ущерба от потери материальных объектов инфраструктуры в Зоне отчуждения, имеет место также и ущерб от потерь техники, средств и механизмов, которые применялись при ликвидации последствий аварии, были загрязнены радионуклидами и захоронены на площадке-отстойнике «Рассоха» и пункте захоронения радиоактивных отходов «Буряковка».

Этот ущерб составляет 33,482 тыс. руб. или 46,024 тыс. долл. США.

Итак, прямой ущерб (потери материально-имущественных комплексов и отдельных объектов экономики) только в Зоне отчуждения на территории Украины составил суммарно 1044,131 тыс. руб., или 1385,003 тыс. долл. США.

Кроме того, следует учитывать и другие потери, связанные с переселением людей и утратой основных производственных фондов в последующий после 1986 г. период. Такие расчеты были выполнены после уточнения радиационной обстановки на территории Зоны обязательного отселения в 90-е годы XX века.

Стоимость утраченного жилья и частной собственности за пределами чернобыльской Зоны отчуждения оценивается в 0,2 млрд руб. (в ценах 1984 года). Потери основных производственных фондов за пределами Зоны отчуждения составляют около 0,4 млрд руб. (в ценах 1984 года).

Итак, суммарные прямые потери материальных объектов и объектов экономики за пределами Зоны отчуждения составляют 0,6 млрд руб., или 0,84 млрд дол. США.

7.2.2. Оценка прямых затрат

Стоимость аварийных мер установлена, исходя из общих объемов финансирования на:

- работы по непосредственной ликвидации аварии в Зоне отчуждения;
- затраты на социальную защиту пострадавшего населения и соответствующие медицинские программы;
- затраты на осуществление программы научных исследований;
- затраты на осуществление программ радиационного мониторинга окружающей среды;
- затраты на проведение дезактивационных работ и обращение с РАО.

Сводные данные о фактических объемах финансирования приведены в таблице 7.2.2 [1].

Таблица 7.2.2

Сводные данные о фактических объемах финансирования работ и мероприятий, связанных с ликвидацией последствий Чернобыльской катастрофы и социальной защитой населения, за 1986–1996 годы (1986 – 01.09.1991 г. за счет средств Госбюджета СССР; с 01.09.1991 г. – за счет средств Госбюджета УССР (Украины))/млн дол. США

№ п/п	Наименование разделов	Годы						
		1986–1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
1	Затраты на социальную защиту граждан (всего)	6606,55	197,33	196,51	478,07	383,97	545,65	639,93
2	Затраты на спецмедпомощь	53,62	6,32	2,99	8,83	22,81	19,02	8,21
3	Затраты на обеспечение научных исследований	57,76	3,23	4,45	4,99	5,92	7,04	10,54
4	Затраты на обеспечение радиационного контроля	63,79	1,99	1,64	2,28	3,15	4,44	5,4

№ п/п	Наименование разделов	Годы						
		1986–1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
5	Затраты на экологическое оздоровление среды	–	–	0,01	0,37	0,36	0,19	0,23
6	Затраты на проведение реабилитации и захоронение радиоактивных отходов	0,17	0,27	0,08	0,20	0,13	0,16	0,29
7	Капитальные вложения. Затраты на переселение и создание надлежащих условий для проживания населения на загрязненных территориях	3173,62	276,07	197,78	205,28	167,44	194,10	89,87
8	Затраты на проведение работ в Зоне отчуждения	8923,75	19,70	25,84	46,45	44,95	52,08	56,1
9	Другие затраты	228,97	17,72	15,88	25,91	41,94	43,36	37,0
10	Всего, в том числе Украины*	19 108,23 5732,47	510,81	436,01	755,72	638,30	835,19	844,6

* Учитывая, что в 1986–1991 гг. доля Украины в затратной части общесоюзного бюджета составляла 30%, затраты Украины вследствие аварии можно оценить в той же пропорции.

Начиная с 1998 г., из Государственного бюджета Украины примерно в той же пропорции по статьям расходов на решение проблем минимизации Чернобыльской катастрофы было профинансировано:

Годы	Финансирование, млн дол. США
1998	584,72
1999	371,76
2000	332,64
2001	358,34
2002	376,00
2003	259,09
2004	450,11
2005	343,55, или 1 734 905 тыс. грн.

Следует отметить, что начиная с 2001 г., вследствие досрочной остановки Чернобыльской АЭС, Украина дополнительно несет расходы по поддержанию в безопасном состоянии остановленных энергоблоков Чернобыльской АЭС и преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему. Сумма ежегодных затрат составляет ≈ 50 млн дол. США.

Государственным бюджетом Украины на 2005 год на мероприятия по минимизации последствий аварии на Чернобыльской АЭС выделены средства на следующие программы:

«Поддержание в безопасном состоянии энергоблоков и объекта «Укрытие» Чернобыльской АЭС и выведение ее из эксплуатации» в сумме 283 400,0 тыс. грн.;

«Вклад Украины в Чернобыльский фонд «Укрытие» на реализацию программы SIP» в сумме 34 687,0 тыс. грн.

Сумма затрат за 2005 год составила 318 087 тыс. грн., или 63 млн дол. США.

В проекте Комплексной и Общегосударственной программ по снятию с эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему на 2006–2010 гг. отмечается, что для завершения деятельности по снятию с эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему требуется период времени примерно в 100 лет. Поэтому эти программы содержат первоочередные мероприятия, которые необходимо осуществить на протяжении 2006–2010 гг. на этапе прекращения эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему. Из государственного бюджета предусмотрено финансирование следующих основных задач:

- прекращение эксплуатации, подготовка к снятию и снятие с эксплуатации Чернобыльской АЭС;
- преобразование объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему;
- обращение с радиоактивными отходами Чернобыльской АЭС, которые накоплены за период эксплуатации и будут образованы во время выполнения работ по снятию с эксплуатации энергоблоков и преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему;
- обращение с отработанным ядерным топливом Чернобыльской АЭС;
- социальная защита работников Чернобыльской АЭС и жителей города Славутич в связи с досрочным снятием Чернобыльской АЭС с эксплуатации.

На эти цели предусмотрено с 2006 по 2010 гг. около 3,5 млрд грн., с учетом того, что объем и финансирование работ по направлениям определяются в границах бюджетных назначений, предусмотренных государственным бюджетом на каждый год.

Как видим, бюджетное финансирование по снятию Чернобыльской АЭС с эксплуатации и преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему в значительных объемах предстоит осуществлять еще десятки лет.

7.2.3. Анализ косвенного ущерба. Ущерб от неиспользования загрязненных сельхозугодий, водных и лесных ресурсов

Хозяйственная деятельность была приостановлена полностью на землях с плотностью загрязнения более 555 кБк/м² (15 Ки/км²) и частично – на территории с плотностью загрязнения от 185–555 кБк/м² (5–15 Ки/км²). Восстановление прежней радиационной обстановки на этой площади возможно только через десятки лет. Лесное хозяйство также испытало значительный ущерб. Ограничено использование около 5000 км² лесных угодий. Первичный ущерб от потерь древесины достигает почти 100 млн руб. Общий ущерб лесному хозяйству и связанному с ним деревообрабатывающему производству за 1986–1991 гг. составляет ориентировочно 1,8–2,0 млрд руб. (в ценах 1984 года).

В лесном хозяйстве Украины загрязненные территории – это наиболее богатые леса, где кроме древесины, заготавливались десятки тысяч тонн сена, много грибов, ягод. Так, при наличии 0,6% сосны от общесоюзного количества тут заготавливалось 50% от общего количества живицы, которая собиралась в бывшем СССР, ежегодно около 60 тыс. тонн хвойной муки на сумму 15 млн руб.

Экономический ущерб в водном и рыбном хозяйстве бассейнов Днестра и Черного моря от загрязнения водоемов радиоактивными изотопами в первые годы после аварии составляет 2,3–3,1 млрд руб.

Итак, средняя оценка по ущербу от неиспользования загрязненных сельхозугодий, водных и лесных ресурсов за период 1986–1991 гг. (6 лет) составляет $8,6 + 10,9 = 19,5 : 2 = 9,75$ млрд руб.

Этот косвенный ущерб в пересчете на 1 год составляет $9,75 : 6 = 1,625$ млрд руб.

За 30 лет (на период до 2015 года) косвенный ущерб по этим видам деятельности составит $1,625 \times 30 = 48,75$ млрд руб.

7.2.4. Ущерб от сокращения производства электроэнергии и связанного с этим производства товаров и услуг, а также другие косвенные потери

Среди всех видов ущерба, который связан с аварией на ЧАЭС, особое место занимает ущерб от сокращения производства электроэнергии и связанного с этим спада производства товаров и услуг. Объем невыработанной электроэнергии за время недоиспользования ресурса 4-го блока и простоя других блоков ЧАЭС в 1986 г. составил 62 млрд кВт/час. При средней стоимости электроэнергии, которую вырабатывала ЧАЭС, в 1,5 коп./кВт/час прямой ущерб составил около 1 млрд руб. По подсчетам экономистов, единица стоимости электроэнергии, которая поступает другим областям народного хозяйства, обеспечивает прирост 20 единиц национального дохода. Недопоставка электроэнергии существенно влияет на сокращение объемов производства в таких областях, как машиностроение, легкая, пищевая и другие области перерабатывающей промышленности.

Электроэнергия, которая вырабатывалась на Чернобыльской АЭС, распределялась именно по такой структуре потребления. Общая стоимость ущерба от недоснабжения электроэнергией, если ее скорректировать на вышеизложенный прирост, ориентировочно может быть оценена в 20 млрд руб. (в ценах 1984 г.).

Вследствие моратория и принятия решения о замораживании введения в действие новых мощностей атомных электростанций, народное хозяйство не получило почти 6 млн кВт установленных мощностей. По экспертным оценкам, запоздание с введением в действие электромощностей в 1 млн кВт только на 1 год ведет к сокращению национального дохода на 2 млрд руб. При

условии, что срок этой задержки затягивался на значительное время, стоимость ущерба от моратория на введение в действие новых атомных энергоблоков на существующих электростанциях за 4 года составляет более 48 млрд руб. (в ценах 1984 г.).

Таким образом, подводя итог косвенному ущербу, можем сказать, что общая сумма необратимых потерь народного хозяйства Украины от катастрофы на Чернобыльской АЭС – в пределах 116,75 млрд руб. (в ценах 1984 г.). Структура косвенного ущерба приведена в таблице 7.2.3.

Таблица 7.2.3

Структура косвенного ущерба Украины от аварии на ЧАЭС

пп	Виды убытков	млрд руб.
а)	Потери от неиспользования сельхозугодий, водных и лесных ресурсов	48,75
б)	Стоимость недополученной электроэнергии	20,0
в)	Стоимость убытков от моратория на введение в действие новых мощностей на существующих объектах атомной энергетики	48,0
	Всего:	116,75

Учитывая, что курс доллара США к рублю СССР в 1984 году был $\approx 71,3$ коп., можно оценить косвенный ущерб от аварии на ЧАЭС в объеме 163,74 млрд дол. США, или 3,4 годовых объема ВВП Украины, произведенных за 1997 год. Следует отметить, что при этом приведены оценки косвенного ущерба по наиболее «пострадавшим» отраслям народного хозяйства.

7.2.5. Оценка суммарных экономических потерь Украины

Прямой ущерб (потери материально-имущественных комплексов и отдельных объектов экономики) только в Зоне отчуждения на территории Украины составил суммарно 1044 млн руб., или 1385 млн дол. США.

Прямые затраты Украины на смягчение последствий Чернобыльской катастрофы за счет всех источников финансирования за период с 1986 по 1991 гг. составили около 6 млрд долларов США. В течение последних четырнадцати лет, то есть с 1992 по 2005 год включительно, когда Украина самостоятельно финансирует затраты на ликвидацию последствий аварии, затраты составили 7,35 млрд дол. США.

Однако трудно точно определить размеры косвенного ущерба, нанесенного вследствие неиспользования загрязненных сельхозугодий, водных и лесных ресурсов [2], а также сокращения производства электроэнергии и, как следствие, уменьшения производства товаров, предоставления услуг. Как показывают расчеты украинских специалистов, суммарный экономический ущерб для Украины до 2015 года составит около 179 млрд дол. США.

Таким образом, суммарные экономические потери Украины в результате Чернобыльской катастрофы имеют следующие объемы и структуру (таблица 7.2.4).

Таблица 7.2.4

Структура суммарных экономических потерь Украины, по состоянию на 2005 год

№ п/п	Наименование статьи	Стоимость, млн дол. США
1	Прямые потери материальных объектов и объектов экономики:	
1.1	в Зоне отчуждения:	1385
1.2	за пределами Зоны отчуждения:	840
2	Прямые затраты на финансирование работ и мероприятий по ликвидации последствий аварии:	
2.1	– в 1986–1991 гг. (доля Украины в расходной части бюджета СССР)	5732,5
2.2	– в 1992–2005 гг. (затраты Украины после обретения независимости)	7357
3	Косвенный ущерб в соответствии с табл. 7.2.4 (в расчете на 30-летний период до 2015 г.)	163 740
	Итого:	179 054,5

Перечисленные потери не являются исчерпывающими, так как не в полной мере учитывают все косвенные потери экономики Украины, например:

- потери здоровья и трудоспособности ныне живущих и будущих поколений людей;
- будущие затраты на реабилитацию загрязненных территорий и водных бассейнов;
- будущие затраты по выводу ЧАЭС из эксплуатации, переводу объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, на захоронение РАО из объекта «Укрытие».

7.3. Эффективность реализованных контрмер

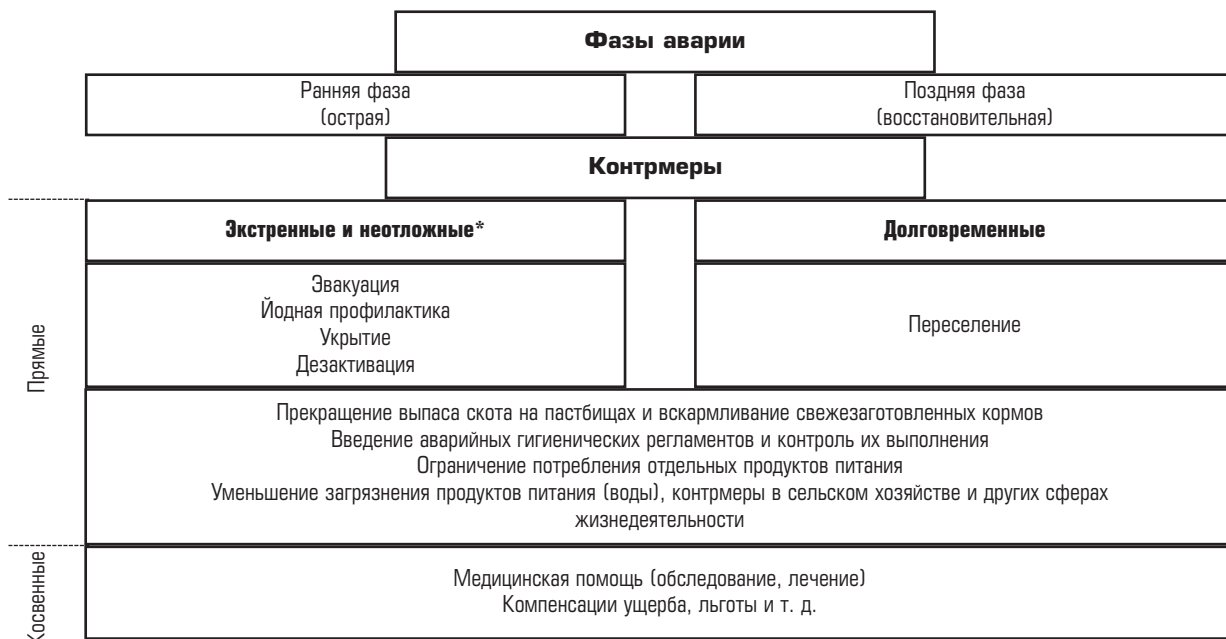
Защита населения в условиях радиационной аварии основывается на системе мероприятий (контрмер), которые практически всегда являются вмешательством в нормальную (привычную) жизнедеятельность людей, а также в сферу нормального, социально-бытового, хозяйственного и культурного функционирования территорий.

В зависимости от масштабов и фаз радиационной аварии – ранняя (острая) фаза, поздняя (фаза восстановления) – а также от уровней прогнозных аварийных доз облучения, контрмеры условно подразделяются на экстренные, неотложные и долговременные.

- К экстренным относятся такие контрмеры, проведение которых имеет целью предотвращение таких уровней доз острого и/или хронического облучения лиц из населения, которые создают угрозу возникновения клинически проявляющихся радиационных эффектов.
- Контрмеры квалифицируются как неотложные, если их реализация направлена на предотвращение детерминированных эффектов.
- К долговременным относятся контрмеры, направленные на предотвращение или уменьшение доз хронического облучения, значения которых обычно лежат ниже порогов индуцирования детерминированных эффектов.

Основой решения о целесообразности (нецелесообразности) проведения той или иной контрмеры является оценка и сравнение ущерба, наносимого вмешательством, вызванным данной контрмерой, с пользой для здоровья за счет дозы, которая может быть предотвращена этим вмешательством.

Поэтому оценка эффективности реализованных защитных мер имеет большое научное и практическое значение. Схематически структура реализованных и реализуемых в настоящее время контрмер по минимизации последствий Чернобыльской аварии представлена на рис. 7.3.1.



* Работы на источнике, находящемся в состоянии аварии, в этой схеме не представлены.

Рис. 7.3.1. Структура контрмер на различных фазах аварии

Выполненные за предыдущий период оценки эффективности принятых контрмер с достаточно большой степенью уверенности позволяют утверждать, что следующие **контрмеры были безусловно эффективны**:

В острый период:

- 1) эвакуация;
- 2) йодная профилактика.

Острый и последующие периоды:

- 1) дезактивация школьных территорий (снятие верхнего слоя почв, устройство твердого покрытия игровых площадок, дезактивация зданий с использованием поверхностно-активных веществ и т. д.);
- 2) дезактивация поверхностей зданий и дорог в городах (ежедневное мытье дорог, тротуаров и дворовых площадок с твердым покрытием и т. п.);
- 3) замена загрязненных радионуклидами продуктов питания на чистые;
- 4) известкование почв: одновременно со снижением накопления радиоактивного цезия привело к уменьшению накопления тяжелых металлов – свинца и кадмия;
- 5) внесение повышенных доз минеральных удобрений;
- 6) коренное улучшение лугов;
- 7) глубокая перепахка почв (там, где это позволяет мощность гумусового горизонта).

Ряд факторов снизили эффективность применения контрмер:

- 1) преимущественное проведение контрмер в коллективном секторе с.-х. производства;
- 2) запоздалое проведение коренного улучшения лугов для частного сектора;
- 3) неполное выполнение рекомендаций по известкованию почв (вместе с известью не вносились микроэлементы).

Следующие контрмеры были менее эффективны:

- 1) переселение – низкая дозовая эффективность (во многих случаях переселение проводили на территории с повышенным естественным радиационным фоном), не учтены социально-психологические факторы;
- 2) обычная перепахка почвы с целью уменьшения дозы облучения (проведение перепахки снизило эффективность применения ряда мелиоративных контрмер).

На современном этапе аварии (поздней фазе) основные дозы внутреннего облучения формируются за счет потребления загрязненных продуктов питания.

В этот период могут быть эффективными такие контрмеры, направленные на снижение доз внутреннего облучения:

- 1) технологическая переработка молока на предприятиях малой мощности;
- 2) использование различных ферроциновых добавок в корм домашних животных;
- 3) коренное улучшение лугов для частного сектора хозяйствования;
- 4) известкование почв;
- 5) внесение повышенных доз калийных удобрений;
- 6) уменьшение бесконтрольного потребления дикорастущих грибов и ягод.

Слабо изученными, но очень важными с позиции реагирования в случае радиационной аварии, являются не прямые контрмеры, которые направлены не только на снижение или предотвращение аварийных доз облучения, а и на сохранение и/или повышение уровня общего здоровья населения, которое проживает на загрязненных в результате аварии территориях. Здесь, прежде всего, должна идти речь об оценке эффективности выведения денежных и материальных компенсаций, различных льгот, мероприятий по улучшению здоровья населения, а также информационного обеспечения, политических решений и законодательной базы.

Важное решение имеют работы по оценке влияния контрмер на психосоциальное настроение проживающего населения. На современном этапе аварии приоритетное значение должны иметь меры, направленные на социально-психологическую реабилитацию пострадавшего населения и восстановление его нормального статуса.

Выводы и предложения

1. Авария убедительно продемонстрировала, что затраты на обеспечение безопасности ядерных установок существенно меньше, чем затраты на ликвидацию последствий возможных аварий – крупные техногенные катастрофы наносят огромный экономический ущерб странам, которые находятся в зоне их влияния.

2. Чернобыльская катастрофа нанесла огромный социально-экономический ущерб прежде всего трем наиболее пострадавшим странам: Украине, Беларуси и Российской Федерации.

Вследствие прямых потерь материальных объектов и объектов экономики, а также финансовых затрат в связи с работами по минимизации последствий аварии общая сумма потерь составила для Украины десятки миллиардов долларов США.

Чернобыльская катастрофа характеризуется также значительным косвенным ущербом, под

которым подразумевается ущерб вследствие недополучения продукции в энергетике, сельском, лесном, водном, рыбном хозяйствах и других потерь.

Прямые потери, финансовые затраты и косвенный ущерб, понесенные вследствие Чернобыльской катастрофы, для Украины составили за прошедшие с момента аварии годы десятки миллиардов долларов США.

3. Размеры социально-экономического ущерба, понесенные Украиной, несоизмеримы с реальными экономическими возможностями страны для его устранения в ближайшие десятки лет, в связи с чем необходима помощь международного сообщества.

4. Бремя на экономику, связанное с ликвидацией Чернобыльской катастрофы, является одним из важнейших последствий аварии на ЧАЭС. Тяжесть затрат, связанных с минимизацией последствий Чернобыльской катастрофы, еще много лет тяжким бременем будет лежать на экономике страны.

8. ЗОНА ОТЧУЖДЕНИЯ И ЗОНА БЕЗУСЛОВНОГО (ОБЯЗАТЕЛЬНОГО) ОТСЕЛЕНИЯ

8.1. Радиологическое состояние Зоны

Законом Украины «О правовом режиме территории, которая подверглась радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» Зона отчуждения определена как территория, на которой в 1986 г. была проведена эвакуация населения. Отмеченная зона и отселенная часть Зоны безусловного (обязательного) отселения (ЗОиЗБ(О)О; далее – Зона) является территорией, земли которой выведены из хозяйственного использования, с особой формой управления, которую осуществляет Государственный департамент – Администрация Зоны отчуждения и Зоны безусловного (обязательного) отселения Министерства Украины по чрезвычайным ситуациям и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы.

Территория Зоны, которая находится под юрисдикцией Администрации ЗОиЗБ(О)О, составляет около 2600 км². До аварии лесные биоценозы занимали примерно 40% территории, богарные агроценозы – до 28%, луга и травяные болота – до 18%. Около 10% территории занимали мелиорируемые земли. В результате эвакуации населения и прекращения хозяйственной деятельности начались процессы изменения растительного покрова территории Зоны за счет лесоразведения, естественного и поддерживаемого специальными мероприятиями залесения территорий, трансформации пахотных земель в залежи и луговые ценозы. В настоящее время земли, занятые лесами, составляют около половины территории Зоны, земли, не покрытые лесами – порядка 30%, водные поверхности (реки, озера, каналы, р. Припять, искусственные водоемы, пруд-охладитель ЧАЭС) занимают до 10% площади Зоны [1]. Почвенный покров Зоны характеризуется выраженной «пестротой», зональные типы почв – дерново-подзолистые различного механического состава и разной степени оглеенности, а также болотные – занимают более 95% площади. Территория Зоны представлена многими типами ландшафтов, флора и фауна Зоны характеризуются высокой степенью разнообразия растений и животных, в том числе, занесенных в Красную книгу [2, 3]. К техногенным объектам Зоны относятся ЧАЭС, Объект «Укрытие», пункты захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО) временной локализации радиоактивных отходов ПВЛРО, Комплекс «Вектор», хранилище отработанного ядерного топлива ЧАЭС (ХОЯТ-2), строящийся завод по переработке жидких (ЗПЖРО), комплекс по переработке твердых радиоактивных отходов (КПТРО), объекты гидромелиоративной сети, пруд-охладитель ЧАЭС и др.

Радиоактивное загрязнение Зоны характеризуется высокой степенью неоднородности пространственного распределения радионуклидов на территории, множественностью физико-химических форм радиоактивных выпадений, существенно различной долгосрочной динамикой биологической доступности и миграционной подвижности радионуклидов в звеньях цепей миграции на различных следах выпадений. Запасы основных радиологически значимых радионуклидов в компонентах наземных экосистем на территории Зоны составляют: ¹³⁷Cs – около 5,5 ПБк, ⁹⁰Sr – около 2,5 ПБк, трансурановых элементов (ТУЭ) – около 0,1 ПБк. В пунктах захоронения радиоактивных отходов (РАО) и пунктах временной локализации РАО сосредоточено ¹³⁷Cs – 4,5 ПБк, ⁹⁰Sr – 3,5 ПБк, ТУЭ – около 0,1 ПБк, локализовано около 340 ПБк радионуклидов (с учетом нуклидов с периодом полураспада более 5 лет). Плотность загрязнения территории Зоны долгоживущими радионуклидами варьирует в широких пределах: ¹³⁷Cs – от 3,7 кБк/м² до 460 МБк/м² и выше, ⁹⁰Sr – от единиц кБк/м² до 185 МБк/м² и выше, ^{239,240}Pu – от долей кБк/м² и выше [1].

Протекающие в природных условиях процессы физической, химической и биологической миграции радионуклидов медленно меняют общий характер загрязнения окружающей среды. Перераспределение радионуклидов в почвенном покрове прослеживается, в основном, в местах антропогенного влияния и на участках регулярного подтопления (до 20–40% от общего запаса). На остальной части территории Зоны основная часть (90–95%) активности всех радионуклидов находится в верхнем 5–10-см слое почвы (включая лесную подстилку) [5].

Оценки запасов радионуклидов в растительных комплексах Зоны приведены в таблице 8.1.1.

Основными путями миграции радионуклидов за пределы Зоны являются: водный речной сток (р. Припять) – 84–96%, воздушный (ветровой) перенос – 3,5–14%, в т. ч. в случае лесных пожаров – до 20%, биогенный вынос – 0,4–1,5%, техногенная миграция – до 0,5% от суммарного выноса радионуклидов за пределы Зоны [1]. За счет прироста биомассы лесных насаждений в древесине ежегодно депонируется почти такое же количество радионуклидов, как выносятся за ее границы водным путем.

Оценки потоков радионуклидов в Зоне и за ее границы приведены в таблице 8.1.2.

Запасы радионуклидов в растительных комплексах Зоны

Группировка	Площадь, км ²	¹³⁷ Cs, ПБк			⁹⁰ Sr, ПБк		
		Почва	Растения	Сумма	Почва	Растения	Сумма
Сосняки высокопродуктивные	137	0,43	0,015	0,44	0,14	0,009	0,15
Сосняки низкопродуктивные	477	0,77	0,022	0,79	0,28	0,012	0,29
Смешанные леса высокопродуктивные	552	1,18	0,038	1,22	0,45	0,037	0,49
Лиственные леса высокопродуктивные	42	0,13	0,005	0,14	0,074	0,007	0,081
Лиственные леса низкопродуктивные	91	0,46	0,019	0,48	0,23	0,021	0,25
Кустарники	22	0,20	0,003	0,20	0,13	0,004	0,14
Луга и залежи	359	1,07	0,010	1,08	0,53	0,010	0,54
Болота	22	0,04	0,001	0,04	0,007	0,001	0,008
Всего	1702	4,28	0,12	4,40	1,84	0,10	1,94

Таблица 8.1.2

Оценка потоков радионуклидов в Зоне отчуждения и за ее границы

Поток	Активность, ТБк/год	% от запаса в Зоне
Водный вынос за пределы Зоны (макс. после 1990 г.)	17,6	0,21
Водный вынос за пределы Зоны (миним.)	4,4	0,05
Биогенный перенос за пределы Зоны (животные)	0,07	0,00086
Биогенный перенос внутри Зоны (леса и луга)	6,15	0,076
Техногенный перенос за пределы Зоны	0,016	0,0002
Ветровой перенос	0,7	0,0086
Депонирование в геологической среде	37	0,46
Выбросы из объекта «Укрытие» (норм. условия)	0,0116	0,000016
Выбросы из объекта «Укрытие» (аварийные)	155	0,02

В настоящее время Зона представляет собой плоскостной открытый источник радиоактивности с собственной структурой распределения, присутствием различных форм и видов депонированных радиоактивных нуклидов. Вследствие этого радиационный фактор продолжает оставаться одним из основных в определении потенциальной опасности как для населения, проживающего на прилегающих к Зоне территориях, так и для населения Украины в целом.

Показатели радиационного состояния окружающей среды в Зоне отчуждения существенно изменились по сравнению с первым послеаварийным годом. После распада короткоживущих радионуклидов основные дозовые нагрузки на компоненты ландшафтов, персонал и население в настоящее время в разной степени формируются за счет ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr с периодом полураспада около 30 лет, а также трансурановых элементов.

Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения

В первые дни после аварии чрезвычайно высокие уровни мощности экспозиционной дозы (МЭД) гамма-излучения были зафиксированы вблизи разрушенного реактора четвертого блока ЧАЭС и на промплощадке ЧАЭС – до 1000 Р/час; недопустимо высокие для населения – на значительной прилегающей территории (г. Припять – до 1,5 Р/час, г. Чернобыль – 24 мР/час). Начиная с 1988 года контроль МЭД на территории Зоны осуществляется средствами автоматизированной системы общего непрерывного контроля радиационной обстановки (АСКРО).

За годы, прошедшие с момента аварии, общая радиационная обстановка стабилизировалась. По сравнению с июнем 1986 г. значения МЭД на ненарушенных участках территории снизились в десятки раз, на территориях, где проводились дезактивационные мероприятия, – в сотни раз. После распада короткоживущих гамма-излучающих радионуклидов скорость изменения МЭД заметно ослабла. Преимущественным источником излучения остается поверхность почвы.

Наибольшие значения МЭД регистрируются на территории промплощадки ЧАЭС в районе

хранилища жидких и твердых отходов. В 10-км зоне наблюдения вокруг ЧАЭС высшие уровни характерны для г. Припяти. В дальней зоне (10–30 км) максимальные значения МЭД отмечаются в бывших населенных пунктах Усов и Буряковка, которые во время аварии оказались на северном и западном следах радиоактивных выпадений. Самые низкие значения МЭД – на участках, расположенных на периферии Зоны. Усредненные МЭД составляют: на промплощадке ЧАЭС 0,3–25 мР/час, г. Чернобыль – 0,02–0,05 мР/час, контрольно-дозиметрическом пункте «Дитятки» – около 0,02 мР/час. На фоне общего снижения МЭД прослеживается ее сезонная динамика и неравномерность распределения по территории.

Радиационное состояние приземного слоя воздуха

Радиационное состояние приземного слоя атмосферы в Зоне с апреля 1986 года определялось неоднородным поверхностным загрязнением ее территории радиоактивными материалами чернобыльских выбросов, метеорологическими условиями, антропогенными факторами и деятельностью ЧАЭС.

На протяжении всего послеварийного периода в результате радиоактивного распада, процессов самоочищения, а также дезактивационных мероприятий суммарная концентрация радионуклидов в воздухе постепенно снижалась. Загрязнение воздушной среды ^{137}Cs характеризовалось быстрым спадом значений концентраций в период 1986–1988 гг. и медленным снижением в последующие годы (рис. 8.1.1).

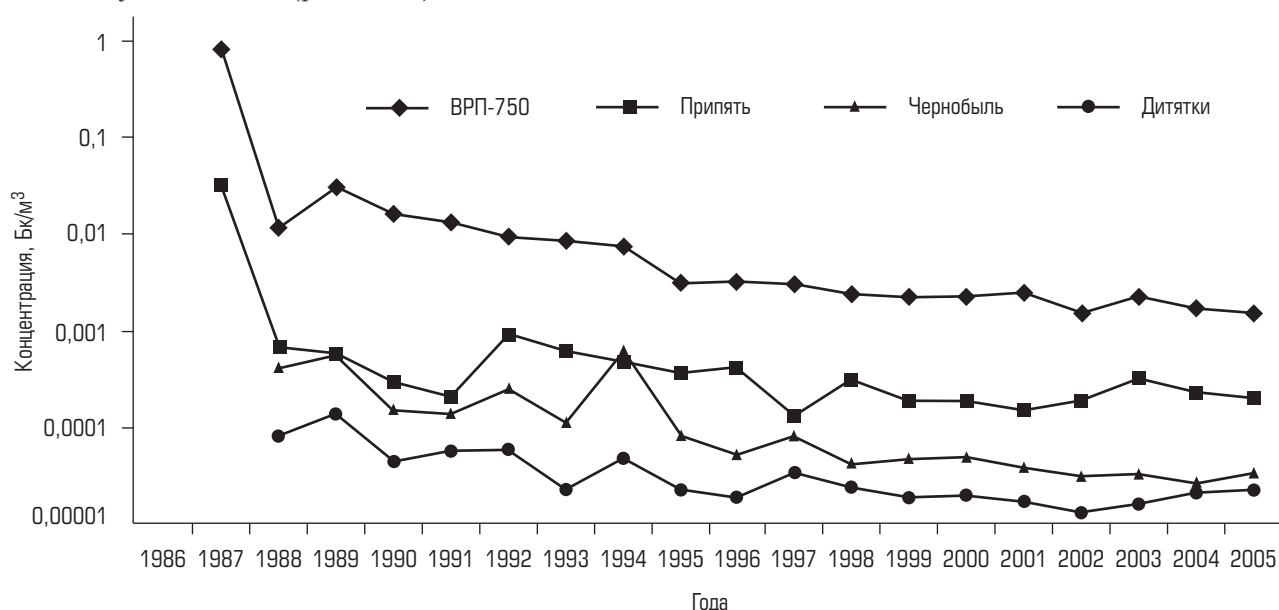


Рис. 8.1.1. Динамика концентрации ^{137}Cs в воздухе пунктов контроля Зоны

Наибольшие значения содержания радионуклидов в воздухе постоянно регистрировались в ближней зоне вблизи ЧАЭС. Концентрация радиоактивного цезия в воздухе промплощадки уменьшалась от уровней 3–59 000 мБк/м³ в 1987 до 0,1–11 мБк/м³ в 2005 году, а в воздухе дальней зоны в последнее время изменялась в пределах 0,01–2,9 мБк/м³.

Среди пунктов контроля дальней зоны наибольшие значения концентрации радионуклидов регистрировались на тех пунктах, которые характеризуются высоким поверхностным загрязнением, в районе которых велись строительные работы или же наблюдалось интенсивное движение автотранспорта. Средняя концентрация радиоактивных аэрозолей в теплый период года, как правило, в 1,5–2 раза превышает ее значения, регистрируемые в холодную пору.

В последнее время, наряду с общей стабилизацией радиационного состояния в Зоне, в приземном слое атмосферы большинства пунктов контроля установились определенные маломеняющиеся уровни концентрации радионуклидов. Отклонения от них вызывались метеорологическими условиями, техногенными факторами или пожарами. Если на протяжении 1987 года максимальные концентрации радионуклидов в воздухе на промплощадке ЧАЭС превышали среднегодовое значение до 25 раз, то в 2004 году – лишь до 5 раз. В месте пребывания персонала Зоны – г. Чернобыле – при лесных пожарах в июле 1992 года концентрация ^{137}Cs в воздухе выросла до 17 мБк/м³, что превысило установленный контрольный уровень (КУ) в 90 раз. Сухая погода в сентябре 1991 года способствовала интенсификации ветрового подъема радионуклидов и росту кон-

центрации до 3 мБк/м^3 (превышение КУ в 16 раз). Интенсивность дефляционных процессов со временем уменьшается: в мае 2002 года концентрация радионуклидов в воздухе при таких же метеорологических условиях в г. Чернобыле превысила контрольные показатели в 2,5 раза. В 2004 году максимальный коэффициент превышения КУ для г. Чернобыля составлял 1,4.

Рассчитанные на основе данных мониторинга значения коэффициента ветрового подъема ^{137}Cs (то есть его концентрация в воздухе, нормированная на плотность загрязнения территории) для г. Чернобыля приведены на рис. 8.1.2.

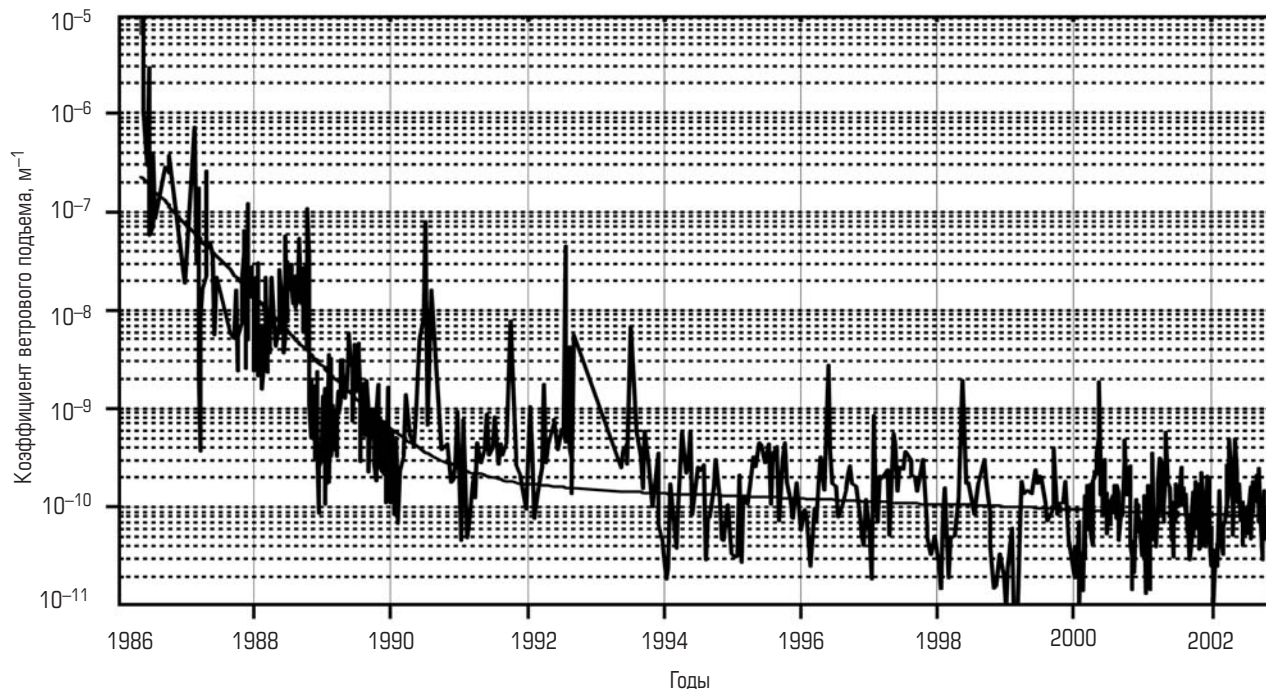


Рис. 8.1.2. Коэффициент ветрового подъема ^{137}Cs , наблюдаемый в г. Чернобыле в 1986–2002 гг.

Как видно из рисунка, скорость уменьшения коэффициента ветрового подъема до 1992 года достаточно высокая, в последующие годы – существенно снижается. Пиковые значения фактических наблюдений на 1–2 порядка превышают среднегодовые уровни. На протяжении каждого года наблюдаются два максимума ветрового пылевого подъема: первый в конце апреля – начале мая, а второй – в середине июля.

По данным мониторинга ГСП «ЧАЭС» и ГСНПП «Экоцентр», приземный слой атмосферы постоянно пополняется радионуклидами, которые содержатся в выбросах ЧАЭС и выносятся из объекта «Укрытие». Спектр радионуклидов, выброшенных в окружающую среду через вентиляционные трубы ЧАЭС, характерен для выбросов станции, количество их варьирует в широких пределах, но их максимальная концентрация на 4–6 порядков величины ниже допустимых концентраций.

После закрытия ЧАЭС активность ^{137}Cs и ^{90}Sr , поступающих в атмосферу, ежегодно уменьшалась, за исключением выбросов ^{90}Sr через вентиляционную трубу 2, где их активность оставалась практически неизменной.

Контрольные уровни радионуклидов в воздухе стационарных пунктов наблюдения Зоны, установленные с 01.11.2001 года гигиеническими нормативами «Основные контрольные уровни, уровни освобождения и уровни действия относительно радиоактивного загрязнения объектов Зоны отчуждения» (ГН 6.6.1.076-01), ежегодно превышались по различным причинам: техногенным, из-за метеорологических условий и пожаров. Максимальное количество случаев (22) превышения КУ ^{137}Cs в последнее время наблюдалось на протяжении 2002 года. В связи с метеорологическими условиями (длительные периоды сухой и ветреной погоды), которые способствовали интенсификации дефляционных процессов, такие всплески загрязнения приземного слоя атмосферы возникали 13 раз, по техногенным причинам (интенсивные строительные и транспортные работы с перемещением грунта на промплощадке ГСП «ЧАЭС») – 9 раз.

Анализ результатов мониторинга и опубликованной информации о процессах спонтанного пылеобразования в объекте «Укрытие» указывает на увеличение количества радиоактивных

частиц ингалябельных фракций. В связи с этим растет роль и значимость радиационного мониторинга приземного слоя атмосферы Зоны и прилегающих к ней территорий. Особенно это касается мест проведения работ на объектах в Зоне.

Радиационное состояние поверхностных вод

На раннем этапе аварии радиоактивное загрязнение сформировалось на значительных водосборных территориях в бассейне р. Днепра, в том числе, в пределах Зоны, а также непосредственно на водных объектах (речки, озера, водохранилища), вода которых используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения в системе днепровских водохранилищ. В первые две недели после аварии суммарная бета-активность воды р. Припяти в устье достигала значений порядка 10^8 Бк/м³, основной вклад в эту величину вносил ¹³¹I (70–90% всей активности), удельная активность ⁹⁰Sr составляла $1,5 \cdot 10^4$ Бк/м³. После прекращения аэрозольных выпадений и распада короткоживущих радионуклидов, наблюдалось значительное уменьшение загрязнения р. Припяти, основной вклад в формирование радиоактивного загрязнения поверхностных вод стали вносить изотопы ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr. Начиная с 1988 г. доля ⁹⁰Sr в суммарной активности речных вод преобладает, составляя в последние годы 60–75 %. В то же время радиационное состояние замкнутых и малопроточных водоемов принципиально не улучшилось (таблица 8.1.3). Наиболее загрязненные водные объекты Зоны – водоемы на право- и левобережной поймах р. Припяти. По радиологическим критериям уровни загрязнения воды, например оз. Глубокое, достигает значений объемной удельной активности ⁹⁰Sr в воде составляет 130–160 кБк/м³, ¹³⁷Cs – 6–8 кБк/м³. Соответствующие значения для пруда-охладителя ЧАЭС в настоящее время составляют около 2 кБк/м³.

Таблица 8.1.3

Удельная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в воде некоторых водотоков и водоемов Зоны отчуждения в 2004 году, кБк/м³

Объект и пункт контроля	¹³⁷ Cs						⁹⁰ Sr		
	взвесь			раствор			миним.	макс.	средн.
	миним.	макс.	средн.	миним.	макс.	средн.			
р. Припять – с. Усов	0,01	0,11	0,02	0,01	0,04	0,03	0,02	0,13	0,04
р. Припять – г. Чернобыль	0,01	0,06	0,02	0,01	0,06	0,03	0,10	0,35	0,18
р. Уж – с. Черевач	0,01	0,06	0,02	0,01	0,08	0,04	0,09	0,32	0,17
р. Брагинка – дамба № 39	0,01	0,20	0,04	1,3	4,5	2,3	2,1	5,7	3,7
р. Сахан – с. Новошепеличи	0,01	0,05	0,02	0,08	0,49	0,22	0,51	5,5	2,1
Пруд-охладитель ЧАЭС	0,02	2,9	0,34	0,20	4,3	1,8	0,59	5,1	1,6
р. Глиница	0,01	0,17	0,04	0,18	0,60	0,42	3,5	6,9	4,8
Семиходский затон	0,01	0,27	0,11	0,77	2,7	1,2	10	20	14
Припятский затон	0,02	0,19	0,08	2,3	3,9	2,8	15	23	19
оз. Азбучин	0,05	2,7	0,44	1,1	12	6,7	38	72	56
Отводной канал 3 очереди ЧАЭС	0,32	4,3	2,2	110	160	130	36	40	38
Левобережный польдер – верхний бьеф ГТС № 7	0,10	0,78	0,33	0,90	8,1	2,0	11	25	18
оз. Глубокое	0,06	0,98	0,34	4,5	8,2	6,2	97	160	135

В последнее десятилетие удельная активность ⁹⁰Sr в воде р. Припяти в створе г. Чернобыля не превышала установленного ДР-97 норматива для питьевой воды (2 кБк/м³), максимальное значение – 1,6 кБк/м³ зафиксировано во время наивысшего за послеаварийный период весеннего паводка в 1999 году. В период межени, как правило, преобладают значения на уровне 0,3 кБк/м³. Удельная активность ¹³⁷Cs в последние годы в два-три раза меньше чем ⁹⁰Sr.

Наибольший вынос радионуклидов р. Припяти в Киевское водохранилище отмечен в аварийном 1986 году: около 66 ТБк ¹³⁷Cs и 27,6 ТБк ⁹⁰Sr (рис. 8.1.3). В последующем вынос ⁹⁰Sr р. Припятью составлял в годы средней водности 10–14 ТБк, в маловодные годы – 3–4 ТБк. Около 70% выноса ⁹⁰Sr р. Припятью формируется из части бассейна, занятой Зоной отчуждения. Начиная с 1988 года годовой вынос ¹³⁷Cs редко превышал половину выноса ⁹⁰Sr. До 90% общего выноса рекой ¹³⁷Cs формируется за пределами Зоны отчуждения.

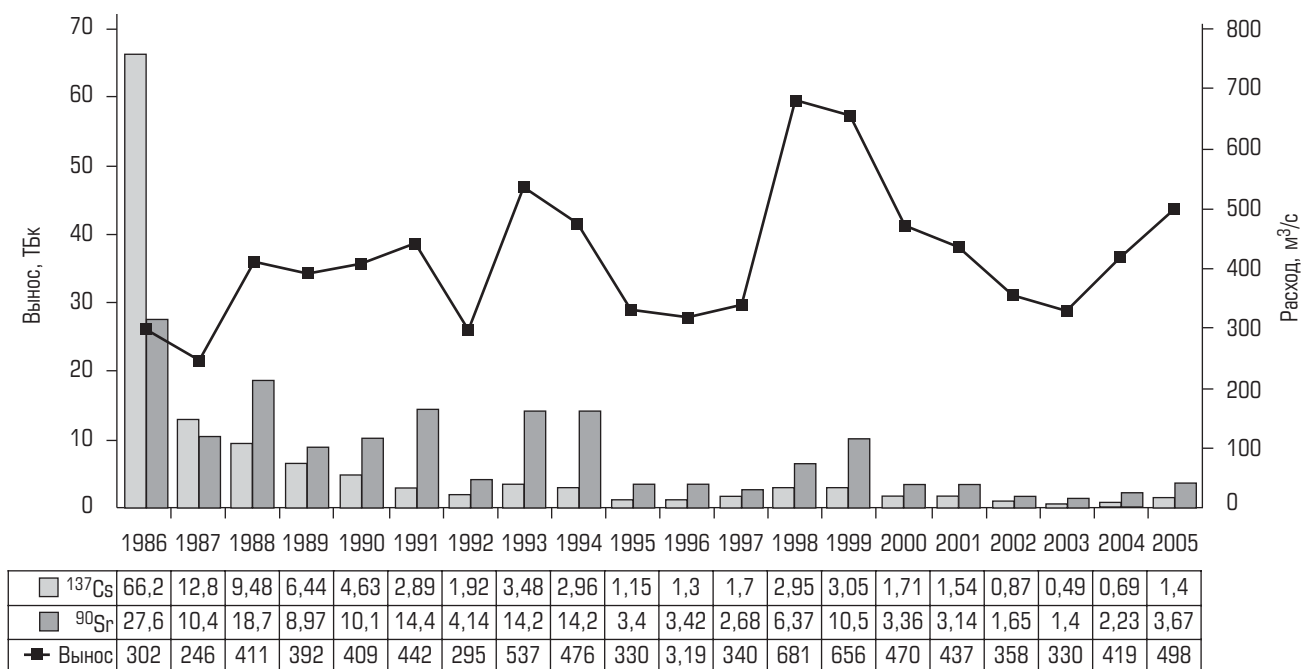


Рис. 8.1.3. Годовой вынос радионуклидов с водой р. Припятью в Киевское водохранилище за 1986–2005 гг.

Дополнительно в Киевское водохранилище со стоком р. Уж в 1987–1994 гг. поступало ⁹⁰Sr от 0,6 до 1,2 ТБк, в 1995–2000 гг. – от 0,1 до 0,5 ТБк в год, со стоком р. Брагинки – от 0,1 до 0,5 ТБк в год.

Среди водоохраных мероприятий, проведенных в Зоне отчуждения, следует отметить строительство защитных дамб в пойме р. Припяти: левобережный комплекс (введенный в 1992 году) и правобережный (1999–2004 гг.). Бесспорным, по мнению большинства специалистов, является положительное влияние этих сооружений на уменьшение залпового смыва радионуклидов с наиболее загрязненных участков поймы реки во время весеннего половодья и подъемов уровня воды, вызванных заторными явлениями. В целом за послеаварийный период, по расчетам УкрНИГМИ, ГСНПП «Экоцентр» и других, водоохраные мероприятия предупредили возможный дополнительный вынос ⁹⁰Sr с поверхностными водами около 17–20 ТБк.

В то же время, строительство дамб усилило процессы переувлажнения и заболачивания пойменных территорий, что приводит к интенсификации миграционных процессов радионуклидов, в первую очередь ⁹⁰Sr, и его поступлению через грунтовые воды в поверхностные воды р. Припяти.

В последние годы изменилась структура баланса выноса радионуклидов за пределы Зоны. Доминирующей составляющей стал вынос радионуклидов в р. Припять грунтовыми водами водоносного комплекса четвертичных отложений.

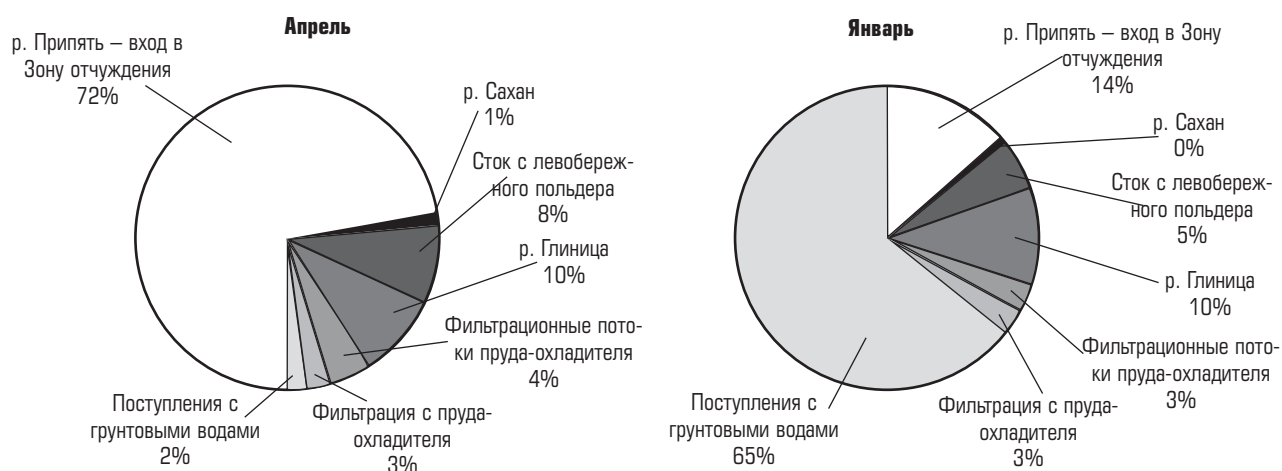


Рис. 8.1.4. Типичное распределение источников формирования выноса ⁹⁰Sr в р. Припяти при половодье и межени (2003 г.)

Как видно из рис. 8.1.4, в период межени, когда в питании реки преобладает подземная составляющая, более 60% ^{90}Sr поступает с подземными водами.

По мнению специалистов, в ближайшем будущем существующие пропорции распределения источников выноса в целом сохранятся.

Радиационное состояние подземных вод

За значительный промежуток времени, прошедший после Чернобыльской катастрофы, показано, что в целом процессы миграции радионуклидов в пределах зоны аэрации и водонасыщенной толщи характеризуются замедленностью и инерционностью в отличие от поведения радионуклидов в воздушной среде и поверхностных водах.

Системой радиационного контроля охвачены подземные воды четвертичного, эоценового и сеноман-нижнемелового водоносных комплексов. Радиационное состояние подземных вод водоносного комплекса эоценовых отложений (источники централизованного водоснабжения ЧАЭС) контролировалось на действующем водозаборе ЧАЭС г. Припяти, сеноман-нижнемелового – на действующем водозаборе г. Чернобыля. Водоносный комплекс четвертичных отложений залегает первым от поверхности и является объектом непосредственного влияния техногенного радиационного загрязнения.

Результаты исследований за период 1986–2005 гг. свидетельствуют о минимальном их загрязнении радионуклидами, значительно ниже нормативов. Удельная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде водозаборов ЧАЭС и города Чернобыля не превышают 10 Бк/м³ и находится на уровне возможности определения.

С учетом специфики гидрогеологических условий отдельных участков Зоны, с 1990 года зафиксировано развитие радиоактивного загрязнения грунтовых вод, в основном, ^{90}Sr . Результаты мониторинга подземных вод свидетельствуют о наличии прогрессирующего во времени и пространстве загрязнения водоносного комплекса четвертичных отложений ^{90}Sr в результате миграции радионуклидов, прежде всего из приповерхностных пунктов временной локализации аварийных РАО – траншей (буртов) и промплощадки объекта «Укрытие». Миграция радионуклида в гидрогеологическую среду обусловлена инфильтрацией атмосферных осадков, а также непосредственным постоянным или сезонным подтоплением РАО грунтовыми водами. Удельная активность ^{90}Sr в поровых растворах тел траншей, под захоронениями и вокруг них, в 100–1000 раз превышает допустимые нормы для питьевой воды (ДР-97). Водоносный комплекс загрязнен на несколько десятков метров вниз по потоку грунтовых вод.

Максимальная интенсивность миграции радионуклидов зафиксирована в наблюдательных скважинах в пределах «Рыжего леса», районов старой Стройбазы и Яновского затона (таблица 8.1.4).

Таблица 8.1.4

Концентрации ^{137}Cs и ^{90}Sr (Бк/м³) в грунтовых водах в пределах ПВЛРО «Рыжий лес», районов старой Стройбазы и Яновского затона

Районы ПВЛРО	^{90}Sr			^{137}Cs		
	Миним.	Макс.	Средн.	Миним.	Макс.	Средн.
Старая Стройбаза	21 000	230 000	70 000	120	1100	400
Яновский затон (кроме скв. К-4)	6300	400 000	82 000	28	220	100

В районе пруда-охладителя наблюдательными скважинами фиксируется загрязнение радионуклидами подруслового потока р. Прип'ять. Средняя удельная активность ^{90}Sr в воде скважин достигает 5200 Бк/м³ при минимальном значении 100 Бк/м³ и максимальном – 31 000 Бк/м³, ^{137}Cs – соответственно, 40, 8 и 160 Бк/м³. При этом, в воде 24-х скважин из 32-х общего количества удельная активность ^{90}Sr превышает 2000 Бк/м³.

Результаты исследований в ближней зоне ЧАЭС, где расположены основные ПВЛРО («Рыжий лес», Стройбаза, станция Янов и другие), промплощадка ЧАЭС, объект «Укрытие», пункты захоронения радиоактивных отходов «Подлесный», «Комплексный» и др. показывают, что в долгосрочной перспективе латеральное распространение ^{90}Sr от траншей в опасных концентрациях ограничится в пределах 100–300 последующих лет несколькими сотнями метров ниже по потоку грунтовых вод от захоронений. Местные гидрогеологические условия и геологические барьеры обеспечивают достаточно надежное удержание и замедление миграции радиоактивных стронция и цезия и, таким образом, ограничивают распространение радионуклидов с подземными водами в поверхностную гидросферу.

Однако подземные воды вокруг ПВЛРО будут долгое время оставаться постоянным источником радиационных рисков в ближней зоне ЧАЭС. В то же время захоронения в районе Яновского затона по потенциалу выноса и характеру миграции радионуклидов в связи с расположением их в пойме р. Припяти являются реально опасными для загрязнения поверхностных вод.

Максимальные уровни радиоактивного загрязнения вод зафиксированы в наблюдательных скважинах в пределах ПВЛРО в районе старой Стройбазы и Яновского затона, соответственно 350–400 кБк/м³ и 250–270 кБк/м³. Доминирующими факторами колебаний интенсивности миграции радионуклидов в течение года являются особенности климатических и гидрогеологических условий, конструктивные особенности захоронений, а также условия и интенсивность взаимосвязи поверхностных водотоков и водоемов с подземными водами. Вне площадей захоронений РАО условия формирования радиоактивного загрязнения грунтовых вод определяются «распределенными» источниками миграции радионуклидов, которые находятся в ландшафтах. Загрязнение воды ⁹⁰Sr в скважинах региональной сети наблюдения – в пределах 80–250 Бк/м³, ¹³⁷Cs 30–50 Бк/м³.

Вместе с тем, последними исследованиями зафиксированы прогрессирующие процессы миграции ⁹⁰Sr из ПВЛРО «Песчаное плато» в район Семиходского затона. Удельная активность ⁹⁰Sr в воде наблюдательной скважины достигла 100 кБк/м³.

По данным исследований Института геологических наук НАНУ (В. М. Шестопапов), ежегодно в геологическую среду с учетом локальных участков – ПВЛРО, ПЗРО, Объекта «Укрытие» – поступает до 40 ТБк (1000 Ки) ¹³⁷Cs. Количество ⁹⁰Sr, поступающего ежегодно в геологическую среду, существенно превышает ¹³⁷Cs. Таким образом, суммарная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr, поглощенная геологической средой, в 4–20 раз больше, чем ежегодный вынос активности рекой Припятью за пределы Зоны. По данным МНТЦ, «Укрытие», ежегодно в геологическую среду с водами объекта «Укрытие» может проникать около 120 МБк урана и плутония и почти 1,5 ТБк (40,5 Ки) ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr.

Радиоактивное загрязнение и его перераспределение в почвах

Вследствие Чернобыльской катастрофы распределение радиоактивного загрязнения территории Зоны на начальном этапе определялось, прежде всего, структурой выбросов и атмосферными процессами. После прекращения радиоактивных выбросов из аварийного блока и создания объекта «Укрытие» изменение радиоактивного загрязнения почв определялось, в основном, следующими факторами: радиоактивным распадом, дезактивационными работами, смывом и переносом радионуклидов дождевыми и паводковыми водами, миграцией радионуклидов в почвах, ветровым переносом радионуклидов.

Исследования показали, что вертикальное распределение ¹³⁷Cs в большей части почвенных профилей Зоны характеризуется содержанием 92–98% его активности в верхнем 0–15 см слое. Ниже отмеченной глубины удельная активность радионуклидов резко снижается и достигает незначительных величин (доли процента от общего содержания) на глубине 20–25 см. На 20 год после выпадений максимальная глубина проникновения радионуклидов в почву колеблется от 20 до 25 см (рис. 8.1.5). В почвах пойменных ландшафтов интенсивность миграции ¹³⁷Cs в 2–3 раза выше, чем на водоразделах и террасах, его вертикальное распределение имеет другой характер. В этих почвах отмечается более плавное снижение концентрации радионуклидов с глубиной, отсутствует выраженное депонирование в верхнем слое. Для пойменных ландшафтов максимальная интенсивность миграции ¹³⁷Cs наблюдается на техногенно-измененных почвах. Сравнительно интенсивная вертикальная миграция радионуклидов в почвах пойм с высоким уровнем залегания грунтовых вод диктует необходимость отнесения этих ландшафтов к критическим, то есть к зонам наиболее вероятного и быстрого поступления радионуклидов в грунтовые воды.

Вертикальное распределение ⁹⁰Sr в почвенных профилях подобно распределению ¹³⁷Cs, однако глубина проникновения ⁹⁰Sr в целом несколько больше. Наиболее значительные расхождения в распределении ⁹⁰Sr наблюдаются в почвах пойменных ландшафтов. Существенное влияние на интенсивность перераспределения ⁹⁰Sr имеет гидрологический режим почв. После переноса основной массы радионуклида в нижележащие горизонты почвы наблюдается ускорение миграции ⁹⁰Sr по вертикальному профилю и его более значимое поступление в грунтовые воды. В лесных почвах отмечается постепенный рост содержания радиостронция в верхнем (листовом AoL) горизонте лесной подстилки. Это обусловлено тем, что опад (особенно хвоя) содержит ⁹⁰Sr больше, чем ¹³⁷Cs. Со временем это приведет к определенному обогащению лесной подстилки радиостронцием.

Одной из наиболее неотложных проблем была и остается оценка плотности радиоактивного

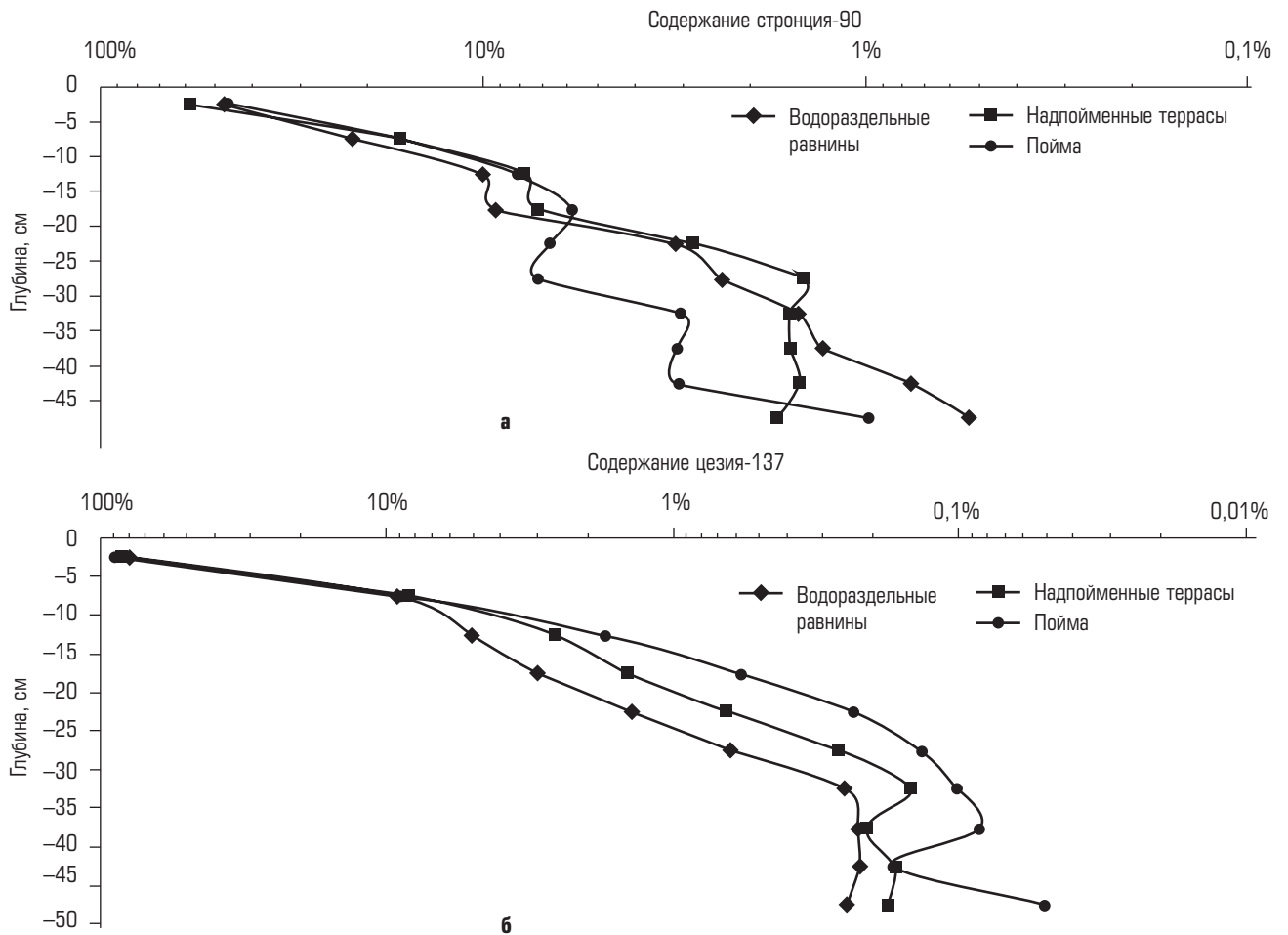


Рис. 8.1.5. Распределение ^{90}Sr (а) и ^{137}Cs (б) в почвенных профилях типичных ландшафтов Зоны в период 1998–2004 гг.

загрязнения почвенного покрова в местах проведения работ и проживания персонала. Первые оценки радиационной обстановки в г. Припяти были проведены уже в июле – сентябре 1986 года, г. Чернобыля – в июне 1986 г. Они показали значительный размах варьирования радиоактивного загрязнения территории обоих городов, при этом плотность загрязнения территории г. Припяти ^{137}Cs изменялась от 2,6 до 24 МБк/м²; г. Чернобыля – 180–920 кБк/м². Размах варьирования средних и максимальных значений плотности загрязнения почвенного покрова за период исследований 1987–2005 гг. составляет, соответственно, в г. Чернобыле: ^{137}Cs – 150–480 и 250–4800; ^{90}Sr – 75–210 и 130–2100; $^{239+240}\text{Pu}$ – 1,3–6,7 и 2,9–67; ^{241}Am – 2,2–4,2 и 5,4–11 кБк/м². Соответствующие значения для г. Припяти составляют: ^{137}Cs – 580–960 и 1200–15 000; ^{90}Sr – 280–480 и 570–6500; $^{239+240}\text{Pu}$ – 4,1–13 и 7,7–210; ^{241}Am – 6,1–15 и 15–96 кБк/м².

Радиационная обстановка в местах несанкционированного проживания

В бывших населенных пунктах Зоны сегодня временно проживает до полного отселения более трехсот человек – так называемых «самоселов». Основными местами их сосредоточения являются южный и юго-западный секторы Зоны. По состоянию на 01.10.2005 г., в 11 селах Зоны временно проживало 209 человек, в г. Чернобыле – 148 человек.

Радиометрические измерения в усадьбах свидетельствуют об относительной стабилизации и уменьшении уровней внешнего гамма- и бета-излучения. Плотность потока бета-излучения в усадьбах за последние 10 лет наблюдений не превышала 70 част/(мин·см²), при этом в печном пепле – 150–900 част/(мин·см²). Уровни гамма-излучения во дворах сёл фиксировались в пределах 8–30 мкР/час.

Удельная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в питьевой воде колодцев за весь период наблюдений не превышала уровней, регламентированных ДР-97 (2 Бк/л).

На приусадебных участках населенных пунктов, расположенных непосредственно на «следах» радиоактивных выпадений, плотность загрязнения почвы ^{137}Cs находится на уровне десятков –

сотен (иногда тысяч) кБк/м², ⁹⁰Sr – десятков (сотен) кБк/м². Максимальные значения плотности загрязнения почвенного покрова этих пунктов ТУЭ – на уровне единиц – десятков кБк/м².

В 2003–2005 гг. удельная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в плодоовощной продукции в большей части населенных пунктах превышала допустимые уровни, что делало полученную продукцию непригодной для потребления. Удельная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в картофеле, преобладающем в рационе «самоселов», в некоторых хозяйствах превышает допустимые уровни в 9 раз по ⁹⁰Sr и в 3 раза – по ¹³⁷Cs. Загрязнение радионуклидами продукции собственного производства по результатам последних лет приведены в таблице 8.1.5.

Таблица 8.1.5

**Удельная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в пищевых продуктах собственного производства «самоселов»
Бк/кг, Бк/л, Бк/шт***

Загрязнение, Бк/кг, Бк/л, Бк/шт*	Продукт				
	Картофель	Овощи	Молоко	*Яйца	Фрукты
¹³⁷ Cs					
ДР-97	60	40	100	6	70
Наблюдаемое	1,1–160	1,3–220	12–340	0,1–0,6	3,4–87
⁹⁰ Sr					
ДР-97	20	20	20	2	10
Наблюдаемое	2,2–190	1,7–3600	1,3–36	0,1–0,7	2,4–50

* Штуки.

На протяжении последних семи лет наблюдается постепенное снижение удельной активности ¹³⁷Cs в молоке, однако в некоторых хозяйствах уровни загрязнения молока остаются высокими и в несколько раз превышают значения, регламентируемые ДР-97. Удельная активность ⁹⁰Sr в молоке превышала значения, регламентируемые ДР-97 (20 Бк/л), только в селе Лубянка. Удельная активность ТУЭ во всех пробах молока ниже минимально детектируемой.

Важную роль в формировании дозовых нагрузок на «самоселов» играют продукты, которые добываются ими в природе, – рыба, дикие животные, грибы и ягоды. Эти продукты в своем большинстве не пригодны для потребления, поскольку удельная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr у них значительно превышает значения, регламентируемые ДР-97.

Радиационное состояние лесов

За прошедшие 20 лет отмечается стабилизация процессов накопления ¹³⁷Cs компонентами лесных экосистем при постепенном снижении общего уровня загрязнения. В то же время, поступление ⁹⁰Sr еще не достигло максимума и содержание радионуклида в отдельных компонентах фитомассы продолжает расти. За последние годы практически не изменяется диапазон вариации удельной активности фракций фитомассы лесного ценоза. Причины изменения этих показателей обусловлены сложным комплексом факторов и не всегда прогнозируемы. Это свидетельствует о потенциальной опасности перемещения и использования радиоактивно загрязненных биологических объектов леса.

Традиционное использование отходов древесины в качестве топлива может приводить к образованию новых участков загрязнения в жилищном секторе. Например, в бывших населенных пунктах Зоны «самоселы» используют дрова местного происхождения, на некоторых производствах используются обогревательные котлы (таблица 8.1.6). Растущее накопление ⁹⁰Sr в древесных растениях и использование их для отопления уже теперь приводит к получению пепла с уровнями загрязнения, характерными для РАО.

Таблица 8.1.6

Загрязненность радионуклидами сосновых дров и пепла при сжигании, Бк/кг

Территория	Древесина ¹³⁷ Cs	Кора, ¹³⁷ Cs	Пепел	
			¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
Юго-восточный сектор Зоны	30...90	700	15 000	59 000
Северо-западный сектор Зоны	140...570	1500...8600	36 000	300 000

Основные виды пищевой продукции леса в Зоне – дикорастущие грибы и ягоды являются накопителями ^{137}Cs , а отдельные виды – ^{90}Sr . Многолетние наблюдения свидетельствуют о несущественных изменениях содержания ^{137}Cs в ягодах черники. Средние значения коэффициента перехода (КП) в ягоды черники во многом зависят от экологических условий и варьируют в диапазоне 2,0–16,0 Бк·кг⁻¹/(кБк·м⁻²). С увеличением влажности почвы значения КП для ягод растут: в свежих суборах КП в ягоды составляет 8,2, во влажных – 11,0, в сырых – 16,0 Бк·кг⁻¹/(кБк·м⁻²). Общей тенденцией является уменьшение поступления радиоцезия в ягоды черники с увеличением плодородия почвы. В свежих гирготопах в борах КП составляет 10,0, в суборах – 8,2, а в сугрудках – 2,0 Бк·кг⁻¹/(кБк·м⁻²), то есть разница между крайними трофотопами составляет 5 раз.

Грибы остаются лидерами в накоплении радиоцезия, однако у различных видов динамика его содержания существенно зависит от биологических особенностей вида и погодных условий вегетационного периода. Накопление ^{137}Cs грибами растет с повышением увлажненности и с уменьшением плодородия почв. Превалирующее накопление радиостронция характерно для земляники, дереворазрушающих грибов, березового сока. Все это надолго оставляет пищевые продукты леса источником дополнительного внутреннего облучения населения.

Для поддержания стойкости и жизнеспособности лесных насаждений при полном сохранении их защитных функций разработана и реализована специализированная система ухода за лесами.

Состояние фауны

Основным результатом аварии для животного мира Зоны стало постепенное возобновление его состояния. На сегодня зооценозы Зоны отчуждения можно характеризовать как стабильные. Произошли преобразования видового состава под воздействием радиоактивного загрязнения и снятия антропогенного пресса со вспышками численности и исчезновением отдельных видов в период 1986–1991 гг. На сегодня изменения численности видов обуславливаются собственными колебаниями («волны жизни») и постепенной трансформацией ландшафтов в такие, какие присущи данной природно-географической зоне. По результатам обследования в послеаварийный период, постоянное или сезонное пребывание уже доказано для 313 видов позвоночных животных, среди них 20 краснокнижных видов. На территории Зоны могут жить до 409-ти видов позвоночных животных, в том числе: 73 вида млекопитающих, 251 вид птиц, 7 видов рептилий, 11 видов амфибий и 67 видов рыбоподобных. Кроме того, на территории Зоны проходит слияние двух миграционных потоков птиц – северного (Днепровского) и западного (Припятского). Каждый год в период весенней и осенней миграции через территорию Зоны пролетает около 45 млн птиц (до 5000–6000 тонн общей массы), из которых до 5 млн (преимущественно мелкие птицы) остаются на гнездование. Часть перелетных птиц задерживается на территории Зоны от одного-двух дней – до месяца.

Радиоактивное загрязнение животных характеризуется значительным размахом, обусловленным пространственной неоднородностью первичных выпадений и почвенно-растительных условий, видоспецифичным и индивидуальным территориальным поведением животных, трофической специализацией видов, сезонными изменениями питания и физиологии (таблица 8.1.7).

Таблица 8.1.7

Удельная активность ^{137}Cs в пробах типичных видов фауны Зоны отчуждения, Бк/кг (период наблюдений 2000–2005 гг.)

Пробы	Минимум	Среднее значение	Максимум	ДР-97
устье р. Припять				
Водоплавающие птицы	30	300	1800	200
Территория Зоны				
Кабан	100	600	5200	200
Косуля	410	695	6900	
Олень	–	–	730	
Бобр	–	–	1300	
Лошадь Пржевальского	70	–	100	
Лось	750	635	1500	

Примечания: жирным шрифтом обозначены данные, превышающие ДР-97.

За последние четыре года в подавляющем большинстве проб съедобных биоресурсов животного происхождения систематически фиксируется превышение удельной активности ^{137}Cs значений, регламентированных ДР-97, в 1,5–50 раз. Загрязнение основных видов дичи на территории бывшего охотничьего хозяйства «Березовая кладь» вблизи южной границы Зоны значительно превышает нормы ДР-97. Данные результаты исключают возможность использования территории Зоны для ведения охотничьего хозяйства.

Автореабилитационные процессы в Зоне

Прогнозные оценки радиологического состояния окружающей среды, так же, как планирование и реализация реабилитационных мероприятий в Зоне, должны обязательно учитывать процессы автореабилитации радиоактивно загрязненных экосистем.

Автореабилитационные процессы на радиоактивно загрязненных территориях играют неоднозначную роль [2]. На территории Зоны отчуждения оценка скорости автореабилитационных процессов требует комплексных расчетов скорости абиогенной и биогенной миграции радионуклидов в загрязненных ландшафтах. Но уже сегодня можно сформулировать ряд рекомендаций.

В той части Зоны, где проживание человека невозможно в ближайшие 100 и больше лет, стоит поддерживать развитие автореабилитационных процессов, которые приводят к связыванию, депонированию или локальному круговороту радионуклидов, то есть здесь допускается залесение, зарастание кустарником.

На площадях, имеющих перспективу для хозяйственного использования, необходимо реализовывать мероприятия или поддерживать условия, которые дают возможность не приводить к ухудшению плодородия почв, существующего радиационного состояния и условий возможного проживания человека. Кроме того, имеет смысл стимулировать естественные процессы, приводящие к самоочистке перспективных для использования ландшафтов, то есть процессы выноса или рассеивания загрязняющих веществ. Степень или интенсивность вмешательства в протекание автореабилитационных процессов должны определяться вероятным сроком земель для хозяйственного использования. В то же время, мероприятия по реабилитации не должны противоречить главной стратегической задаче Зоны – минимизации распространения радиоактивного загрязнения за ее пределы.

Реабилитация отчужденных территорий

Реабилитация отчужденных территорий имеет свою специфику, поскольку в результате длительного прекращения деятельности человека произошли значительные изменения в созданной руками человека среде: прекращена экономическая деятельность, разрушена инфраструктура, существенно изменилось состояние наземных и водных экосистем (повысился уровень грунтовых вод, изменились ландшафты, плодородие почв, биоразнообразие, распространились насекомые-паразиты и болезни растений и диких животных, и т. д.). Планирование возможных вариантов использования тех или иных участков отчужденных территорий и обоснование принятия соответствующих решений должны базироваться не только на оценках радиационных факторов (возможных уровнях дозовых нагрузок на реэвакуируемое население), но, не в последнюю очередь, на оценках социально-экономических и психологических факторов. В последние годы разработаны концептуальные основы и методологическое обеспечение реабилитации, включающие общий поэтапный подход к безопасному использованию отчужденных территорий с учетом радиационных, экономических, экологических и психо-социальных аспектов, сделаны оценки возможных направлений реабилитационной деятельности и проведено районирование территории Зоны по этим направлениям деятельности с учетом введенных понятий полной и частичной (ограниченной) реабилитации. Ведется разработка методического сопровождения реабилитации отчужденных территорий, сделаны прогнозные оценки возможных дозовых нагрузок на гипотетически реэвакуируемое население для сценариев реабилитации некоторых участков как Зоны отчуждения, так и Зоны безусловного (обязательного) отселения [6].

Нерешенные радиоэкологические проблемы

Среди нерешенных радиоэкологических проблем ЗОиЗБ(О)О или вопросов, которые нуждаются в последующих разработках, необходимо отметить такие направления [7]:

- продолжение исследований с целью оценки радиологической значимости и техногенных объектов Зоны;
- комплексное изучение долговременной динамики радиоэкологических процессов;
- комплексное исследование барьерной функции природных и техногенных компонентов ЗОиЗБ(О)О, разработка предложений по их оптимизации;

- проведение всесторонних исследований процессов автореабилитации экосистем ЗОиЗБ(О)О;
- оценка влияния техногенных объектов Зоны (комплекса сооружений: объекта «Укрытие», ЧАЭС, ХОЯТ-2, ЗПЖРО, комплекса «Вектор» и других, комплекса технологических процессов, связанных с перемещением и переработкой ядерного топлива и РАО) как комплексного распределенного долговременного техногенного источника радионуклидов на радиологическое состояние экосистем Зоны отчуждения и прилегающих территорий;
- радиоэкологические исследования бывших урбанизированных территорий;
- продолжение исследования проблем, связанных с реабилитацией территории ЗОиЗБ(О)О, и т. д.

8.2. Направления использования территории Зоны и обязательные мероприятия

В соответствии с законодательством Украины и решениями Кабинета Министров Украины Министерство по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы обеспечивает использование отдельных участков Зоны, в частности предусмотрено:

А. Создание и эксплуатация существующих производств по обращению с РАО, их инфраструктурным обеспечением, а именно: строительство и эксплуатация хранилищ низко- и средне-активных РАО комплекса «Вектор», эксплуатация ПЗРО и ПВЛРО.

Б. Создание и эксплуатация существующих производств, которые связаны с ЧАЭС, по выводу из эксплуатации ЧАЭС и преобразование объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, их инфраструктурное обеспечение.

В. Осуществление мероприятий по реабилитации экосистем Зоны, водоохранные мероприятия.

Г. Проведение специализированной лесохозяйственной деятельности по уходу за лесами Зоны, в т. ч. существующих и создание новых специальных заповедных территорий.

Д. Предупреждение выноса радионуклидов за пределы Зоны и преобразования радиационно опасных объектов Зоны в экологически безопасные системы.

Деятельность в Зоне, в первую очередь, направлена на осуществление необходимых мероприятий, предусмотренных действующим законодательством, а именно на:

- создание защиты прилегающих территорий от распространения за пределы Зоны радиоактивных веществ, минимизацию экологической опасности для населения Украины с учетом экстремальных ситуаций, вероятных в условиях региона, в том объеме, в котором это возможно и экономически оправданно;

- мониторинг состояния среды и медико-биологический мониторинг;

- содержание территории в должном санитарном и пожаробезопасном состоянии;

- фиксацию радионуклидов на местности;

- осуществление мероприятий по выводу из эксплуатации Чернобыльской АЭС, преобразованию объекта «Укрытия» в экологически безопасную систему и обращению с отработанным ядерным топливом.

Все виды деятельности в Зоне осуществляются с ограничением общей коллективной дозы ионизирующего облучения, а также с ограничением количества привлеченных лиц. Выполняются такие работы, которые не ухудшают радиологическую обстановку, обеспечивают повышение уровня изученности ее природно-техногенного комплекса и не препятствуют рациональному использованию территории Зоны в будущем. Какая бы то ни была деятельность в Зоне отчуждения по улучшению радиологической обстановки осуществляется с максимальным использованием факторов и минимальным вмешательством в среду.

Необходимые мероприятия проводятся по следующим основным направлениям:

1. Поддержание существующего состояния безопасности и преобразование объекта «Укрытия» в экологически безопасную систему.

2. Создание технологий, технических средств и производств для обращения с техногенными отходами, строительство и эксплуатация комплекса «Вектор».

3. Мониторинг пунктов захоронения РАО, транспортировка и захоронение РАО, дезактивация территорий, объектов, материалов и оборудования.

4. Осуществление водоохранных мероприятий.

5. Региональный радиационный и экологический мониторинг окружающей среды и дозиметрический контроль.

6. Реабилитация территории и ее научное сопровождение.

7. Ведение специализированной лесохозяйственной деятельности, осуществление противопожарных мероприятий в лесных массивах Зоны, обеспечение функционирования специального природно-заповедного фонда.

8. Организация научных исследований в соответствии с Национальной программой минимизации последствий Чернобыльской катастрофы.

9. Информационное обеспечение проведения обязательных мероприятий и ознакомления с ними населения.

10. Создание, поддержка в постоянной готовности и совершенствование работы всех звеньев региональной подсистемы государственной системы предотвращения и реагирования на чрезвычайные ситуации техногенного характера Зоны отчуждения.

Общая стратегия деятельности состоит в определении путей долгосрочного содержания Зоны и приоритетов деятельности в ней по основным направлениям, обеспечивающим снижение уровня экологического риска и минимизацию ее влияния на радиоэкологическую обстановку и здоровье населения Украины.

Концепция деятельности на территории ЗОиЗБ(О)О базируется на результатах обобщения фактических данных и выводов отечественных и международных научно-исследовательских работ, связанных с изучением состояния объектов, содержащих радиоактивные материалы, и среды Зоны, с учетом прогнозов вероятных экологических последствий Чернобыльской катастрофы.

Полная реализация целей и заданий общей стратегии не может быть достигнута в сжатые сроки. Их выполнение, с учетом приоритетов деятельности в Зоне, предопределяется техническими и экономическими возможностями государства.

Выводы

Через 20 лет после аварии Зона представляет собой плоскостной открытый источник радиоактивности с огромным запасом радионуклидов, собственной неоднородной структурой их распределения в компонентах окружающей среды и техногенных объектах, присутствием различных форм и видов депонированных радиоактивных нуклидов. Вследствие этого радиационный фактор продолжает оставаться одним из основных в определении потенциальной опасности как для населения, проживающего на прилегающих к Зоне территориях, так и для населения Украины в целом.

Создание Чернобыльской зоны отчуждения было оправданным мероприятием не только в связи с необходимостью эвакуации населения наиболее загрязненной территории. Зона является наиболее загрязненным территориальным комплексом и наибольшим источником радиационной опасности для окружающих населенных территорий. Продолжение деятельности по изучению, поддержке и усилению барьерной роли ЗОиЗБ(О)О является важнейшим направлением усилий по минимизации последствий аварии.

На фоне общей стабилизации радиоэкологической обстановки отмечена тенденция осложнения радиационного состояния в компонентах окружающей среды Зоны, она остается источником загрязнения практически всех ее составляющих. За счет процессов перераспределения и миграции радионуклидов, депонированных после аварии в захоронениях, ландшафтах, замкнутых водоемах, отдельных объектах происходит процесс формирования вторичных источников радиоактивности, что делает их потенциально опасными.

Основным путем миграции радионуклидов за пределы Зоны является водный речной сток (р. Припять). Вместе с тем, в последнее десятилетие значения удельной активности ^{90}Sr в воде р. Припяти в створе г. Чернобыля не превышали установленного ДР-97 норматива для питьевой воды, удельная активность ^{137}Cs была в 2–3 раза меньше, чем для ^{90}Sr . Строительство левобережной и правобережной защитных дамб в пойме р. Припяти оказало положительное влияние: произошло уменьшение залпового смыва радионуклидов с наиболее загрязненных участков поймы реки во время половодья и подъемов уровня воды. В целом за послеаварийный период водоохраные мероприятия предупредили возможный дополнительный вынос ^{90}Sr с поверхностными водами в размере около 17–20 ТБк.

В местах несанкционированного проживания населения удельная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в плодоовощной продукции в 2003–2005 гг. в основном значительно превышала допустимые уровни, что делало полученную продукцию непригодной для потребления. Несмотря на постепенное снижение на протяжении последних семи лет, в некоторых местах несанкционированного проживания, уровни загрязнения молока ^{137}Cs остаются высокими и в несколько раз превышают значения, регламентированные ДР-97, ^{90}Sr – только в отдельных местах. Продукты, добытые «самоселами» в природе, – рыба, дикие животные, грибы и ягоды в большинстве

непригодны для потребления, поскольку удельная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в них значительно превышает ДР-97.

За последние четыре года загрязнение съедобных биоресурсов животного происхождения ^{137}Cs систематически превышает в 1,5–50 раз значения, регламентированные ДР-97, что исключает возможность использования территории Зоны для ведения охотничьего хозяйства.

Необходима разработка последовательной и комплексной стратегии реабилитации Зоны с акцентом на повышении безопасности существующих объектов для хранения и захоронения РАО. Это требует разработки, основанного на результатах оценки безопасности метода определения приоритетности для реабилитации площадок, позволяющего определить, с каких площадок отходы могут быть изъяты и захоронены, а какие отходы необходимо оставить для распада радионуклидов на месте.

В целях последующего развития системы защиты окружающей среды от излучения, с учетом строительства новых объектов производственной инфраструктуры Зоны, необходимо продлить комплексные исследования долгосрочных последствий облучения объектов флоры и фауны, направлений и интенсивности процессов миграции и перераспределения радионуклидов в компонентах окружающей среды в Зоне, которая обеспечивает уникальные условия для радиоэкологических и радиобиологических исследований. За исключением небольших экспериментов, такие исследования сложно или невозможно проводить в каком-либо другом месте мира.

9. ОБЪЕКТ «УКРЫТИЕ»

Созданный в экстремальных послеварийных условиях объект «Укрытие» уже почти 20 лет выполняет свои защитные функции.

Главной особенностью ОУ продолжает оставаться его потенциальная опасность, намного большая, чем это допускается нормами и правилами, существующими для объектов, содержащих ядерно-опасные и радиоактивные материалы.

В целом, с точки зрения радиационной безопасности, ОУ фактически является открытым источником альфа-, бета-, гамма- и нейтронного излучения, который по своим радиационным характеристикам не имеет аналогов в мировой практике и может считаться временным барьером для ядерно-опасных делящихся материалов и высокоактивных отходов с практически неуправляемой ситуацией внутри объекта.

Определение существующего статуса ОУ дается в дополнении к НРБУ-97 «Радиационная защита от источников потенциального облучения» (НРБУ-97/Д-2000).

9.1. Ядерно-опасные материалы внутри объекта «Укрытие» (интегральные оценки)

9.1.1. Топливосодержащие материалы (ТСМ), находящиеся в помещениях ОУ в настоящее время

В настоящее время внутри ОУ находятся модификации ядерного топлива, которые образовались в процессе протекания активной стадии аварии. К таким модификациям относятся:

1) фрагменты активной зоны (АЗФ), в виде топливных таблеток, обломков твэлов, ТВС, графита;

2) лавообразные ТСМ (ЛТСМ), содержащие ядерное топливо, были обнаружены во многих подреакторных помещениях. В их составе содержалась значительная часть урана, находившегося до аварии в активной зоне, и значительная часть радионуклидов, которые были наработаны в реакторе.

В работе [1] был воссоздан сценарий образования ЛТСМ, определен их элементный и радионуклидный состав.

Общее количество ядерного топлива в различных помещениях ОУ

Интегральная оценка количества (в настоящее время) ядерного топлива в различных помещениях ОУ представлена в таблице 9.1.1.

Таблица 9.1.1

Оценки количества топлива в помещениях объекта «Укрытие»

Название (номера) помещений	Модификации ТСМ в помещении	Обнаруженное топливо, т (У) (оценки на 2004 г.)	Примечания
Центральный зал (914/2)	ФАЗ	более 21	С учетом 48 сборок со свежим топливом (5,5 т). Возможно присутствие ЛТСМ
Южный бассейн выдержки (505/3)	ФАЗ	14,8	129 ОТВС. Возможно присутствие ЛТСМ
Все верхние помещения, включая ЦЗ (отм. +24.00 и выше)	топливная пыль	5 на поверхности завала в ЦЗ, ~30 всего	Оценка 30 т включает поверхностное загрязнение внутри завала в ЦЗ и во всех других помещениях
304/3	ЛТСМ	6 ± 2	«Горизонтальный поток лавы». Учтены ЛТСМ в проломе между помещениями 304/3 и 305/2
301/5 + 301/6 + + 303/3	ЛТСМ	$4,5 \pm 2,5$	«Горизонтальный поток лавы»
217/2	ЛТСМ	$0,4 \pm 0,2$	«Слоновья нога», «сталактиты». ЛТСМ попали из «горизонтального потока»
Подапаратное 305/2 и 504/2 до отметки 24 м	АЗФ, ЛТСМ, пыль	85 ± 25	Расчеты велись по 6-ти скоплениям ТСМ. Начало всех потоков ЛТСМ

Название (номера) помещений	Модификации ТСМ в помещении	Обнаруженное топливо, т (U) (оценки на 2004 г.)	Примечания
ПРК (210/5 ++ 210/6 + 210/7)	ЛТСМ	12 ± 6	«Большой вертикальный поток» и «малый вертикальный поток»
ББ-2 (012/14 ++ 012/15 + 012/16)	ЛТСМ	минимум – 3, максимум – 14	
ББ-1 (012/5 ++ 012/6 + 012/7)	ЛТСМ	1,9 (+1,0; -0,5)	
Топливо под каскадной стеной	АЗФ, пыль	?	
Вода во всех помещениях реакторного отделения	Растворимые соли урана, взвесь	~4 кг	
Топливо на площадке объекта «Укрытие»	АЗФ, пыль	0,75 ± 0,25	

Удельная активность некоторых излучателей для базового состава топлива 4-го энергоблока, по состоянию на 1 февраля 2005 г., представлена в таблице 9.2.

Таблица 9.2

Удельная активность, Бк/г урана

Альфа-излучатели	Бета-излучатели	Бета-гамма-излучатели
$^{238}\text{Pu} - 6,7 \cdot 10^6$	$^{90}\text{Sr} - 7,60 \cdot 10^8$	$^{106}\text{Rh} - 1,29 \cdot 10^4$
$^{239}\text{Pu} - 5,0 \cdot 10^6$	$^{90}\text{Y} - 7,60 \cdot 10^8$	$^{125}\text{Sb} - 7,12 \cdot 10^5$
$^{240}\text{Pu} - 8,19 \cdot 10^6$	$^{106}\text{Ru} - 1,29 \cdot 10^4$	$^{134}\text{Cs} - 1,61 \cdot 10^6$
$^{242}\text{Pu} - 1,30 \cdot 10^4$	$^{147}\text{Pm} - 2,65 \cdot 10^7$	$^{137}\text{Cs} - 9,09 \cdot 10^8$
$^{241}\text{Am} - 1,95 \cdot 10^7$	$^{241}\text{Pu} - 3,89 \cdot 10^8$	$^{144}\text{Ce} - 1,20 \cdot 10^3$
$^{243}\text{Am} - 8,73 \cdot 10^3$		$^{154}\text{Eu} - 1,64 \cdot 10^7$
$^{244}\text{Cm} - 1,07 \cdot 10^6$		$^{155}\text{Eu} - 4,45 \cdot 10^6$
В сумме ↔ 80 Ки/кг урана		

Таким образом, общая активность топлива, находящегося в ОУ, на сегодняшний день составляет примерно 14 МКи.

Возможные изменения характеристик ТСМ

Основным источником поступления радионуклидов в окружающую среду и, следовательно, основным источником радиологической опасности ОУ являются ТСМ.

Хорошо известно, что таблетки UO_2 , находящиеся на воздухе, разрушаются примерно через 20 лет [2]. Однако для ОУ наиболее значимым может быть разрушение ЛТСМ в связи с тем, что основное количество радионуклидов находится в этом виде ТСМ.

В настоящее время в ЛТСМ наблюдаются явные изменения прочностных свойств, проявляющиеся в их растрескивании, разрушении крупных фрагментов ЛТСМ, усилении пылегенерирующей способности [3, 4]. Таким образом, актуальным становится вопрос, какие же существенные изменения могут претерпеть ЛТСМ в течение достаточно длительного периода времени, например в течение ближайших 50 лет. В настоящий момент существуют два кардинально отличающихся подхода [5, 6] по прогнозированию изменений характеристики ЛТСМ с течением времени. В [3, 5] а priori предполагается, что ЛТСМ по своим характеристикам аналогичны силикатным стеклам, используемым для иммобилизации радиоактивных отходов и, исходя из этого, делается вывод о том, что радиационные повреждения, вызываемые альфа-распадом, начнут сказываться на изменении прочностных свойств ЛТСМ не ранее чем через 10 000 лет. Основными причинами видимых изменений в ЛТСМ авторы считают перепады температур, взаимодействие с водой, пылеподавляющими составами и т. д., то есть внешними воздействиями.

В работе [6] рассмотрены основные характеристики ЛТСМ и влияние на них факторов, обуславливающих изменение свойств ЛТСМ с течением времени. Основной вывод заключается в том, что вследствие внутреннего самооблучения при альфа-распаде трансурановых изотопов

возникают разупорядоченные области, создаваемые ядрами отдачи. Рост концентрации разупорядоченных областей (являющихся источником зарождения микротрещин) может привести к внезапному полному разрушению ЛТСМ, причем такое катастрофическое разрушение может произойти в течение ближайших 50 лет.

Кроме того, в [4, 7] показано, что на поверхности ЛТСМ и облученного ядерного топлива генерируются субмикронные аэрозоли, представляющие серьезную радиационную опасность. Механизмом, ответственным за это явление в ЛТСМ, может быть кулоновский взрыв, который реализуется при торможении альфа-частиц.

Несмотря на значительное количество проведенных исследований, обоснованного прогноза поведения ТСМ до настоящего времени не существует. Таким образом, представляется совершенно необходимым проведение дополнительных исследований в этом направлении.

9.1.2. Контроль ядерной безопасности

Скоплением ТСМ во внутренних помещениях 4-го блока являются массивы ядерно-опасных делящихся материалов, с неопределенными массовыми, вещественными и геометрическими параметрами. ТСМ изначально глубоко подкритичны, однако, при наличии замедлителя (например, воды) в некоторых скоплениях ТСМ возможно возникновение самоподдерживающейся цепной реакции (СЦР). Исходя из требований ядерной безопасности, необходимо определить местоположение возможных критмассовых зон (КМЗ) и обеспечить их надежный контроль. Единственной характеристикой, по которой можно оценивать текущий уровень подкритичности, с точки зрения обеспечения ядерной безопасности, является измерение значений нейтронной активности и относительные изменения этих значений с течением времени.

Регламентные функции контроля по каналам измерения плотности нейтронного потока (ПНП), мощности экспозиционной дозы (ПЭД), температуры, теплового потока, вибрации строительных конструкций в настоящее время выполняет система контроля ТСМ «Сигнал».

В марте 1988 г. была создана информационно-исследовательская система (ИИС) «Финиш». В декабре 1998 г. часть ИИС «Финиш» – «Финиш-Р» была переведена в режим регламентного контроля.

Как пример, на рис. 9.1.1 приведены усредненные годовые тренды температуры, нейтронной и гамма-активности, регистрируемой в подреакторном помещении 305/2 с 1998 г. Тенденции на снижение абсолютных среднегодовых значений измеряемых величин соответствуют процессам распада, в основном, ^{244}Cm , $^{240,242}\text{Pu}$, ^{137}Cs , и др.

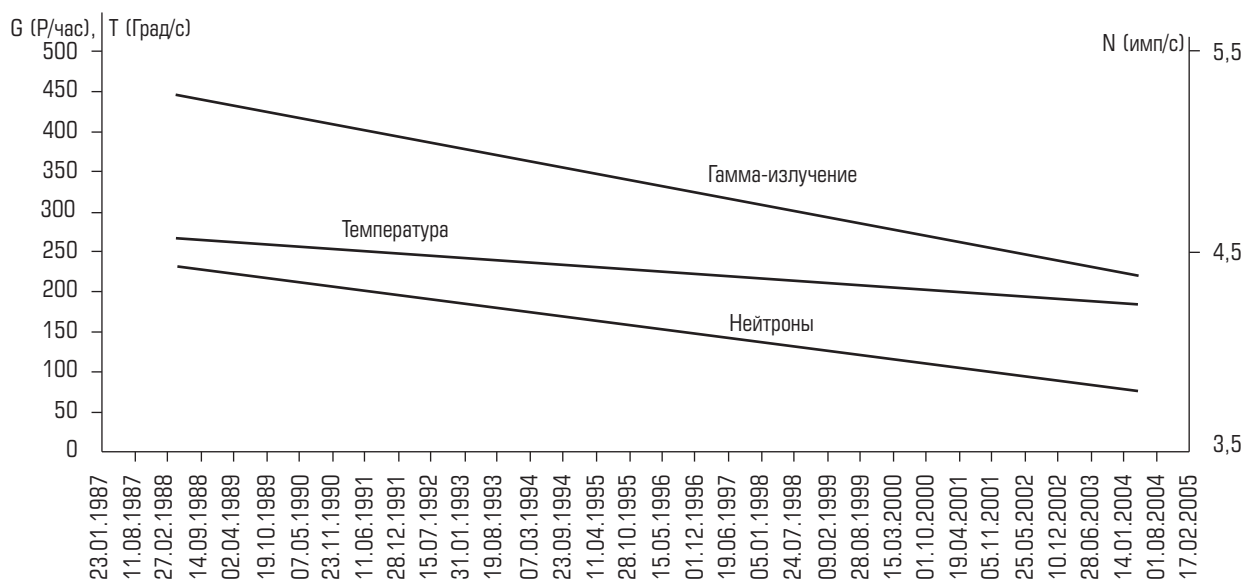


Рис. 9.1.1. Усредненные годовые тренды температуры, нейтронной и гамма-активности в подреакторном помещении 305/2

Образование критмасс становится возможным при увлажнении только в массивах ТСМ, расположенных в ЦЗ и подреакторном пространстве (помещение 305/2).

К сожалению, пока не установлен контроль за скоплением ТСМ в ЦЗ, а также не исследована динамика нейтронной активности в районе южных откатных ворот, ядерная безопасность объекта не может быть гарантированной. Подсистема контроля подкритичности, предусмотрен-

ная в составе интегрированной автоматизированной системы контроля «ИАСК», нейтронные детекторы которой расположены по принципу простого перекрытия по периферии полных объемов основных скоплений ТСМ, не будет соответствовать своему назначению, поскольку фактически не обеспечит раннего определения опасных изменений подкритичности из-за наличия местного нейтронного фона и значительной отдаленности от предполагаемых КМЗ.

9.2. Топливо на промплощадке объекта «Укрытие»

В ходе аварии и работ по ликвидации ее последствий на площадке вокруг 4-го блока ЧАЭС образовался слой грунта, загрязненный выброшенной радиоактивностью. Его удалось удалить лишь частично, а активный грунт был покрыт чистыми материалами. В результате образовался своеобразный «сэндвич», в котором материалы располагались в следующем порядке (из глубины – к поверхности): *первоначальный грунт (доаварийный) – активный слой – материалы покрытия*.

Изучение активного слоя представляется важным по нескольким причинам:

- в нем может содержаться значительное количество топлива;
- перемещение активного слоя под действием природных факторов может привести к загрязнению грунтовых вод;
- преобразование ОУ в экологически безопасную систему потребует проведения работ на промплощадке объекта, при которых будет затронут активный слой, поэтому необходимо иметь о нем максимально полную информацию.

Как показывает анализ новых данных, толщина активного слоя в локальной зоне лежит преимущественно в пределах 10–30 см, а его объем оценивается (по порядку величины) в 15 000 м³.

Используя данные исследований с помощью скважин, предлагается принять, что количество топлива в локальной зоне составляет $(0,75 \pm 0,25)$ т.

9.3. Вода, находящаяся в помещениях объекта «Укрытие»

Одним из основных источников радиационной опасности в объекте является вода. Вода влияет на состояние ядерной безопасности, приводя к изменению размножающихся систем «ТСМ + вода». Вода при взаимодействии с ТСМ растворяет и переносит радионуклиды, которые в итоге могут попасть в окружающую среду.

«Горячие» частицы аэрозольно-конденсационного типа в значительной степени определяют уровень поверхностного загрязнения внутренних помещений ОУ, причем наибольший вклад в активность в настоящее время вносят изотопы ¹³⁷Cs и ¹²⁵Sb. В результате растворения этих частиц происходит загрязнение воды изотопами цезия. Основным источником загрязнения «блочной» воды делящимися элементами и ⁹⁰Sr являются окисленные топливные частицы (U₃O₈). Химическая устойчивость окисленных частиц по отношению к воде ниже, чем исходного топлива (UO₂).

Атмосферные осадки, техногенные растворы и конденсат в процессе движения от верхних отметок к нижним выщелачивают наиболее растворимые компоненты бетона – карбонаты, бикарбонаты, хлориды и сульфаты щелочных металлов. Тяжелые металлы переходят в раствор за счет коррозии металлоконструкций. В результате этих процессов и происходит формирование радионуклидного, химического и фазового состава «блочной воды». Усредненный радионуклидный состав и активность основных водных скоплений и потоков ОУ приведен в таблице 9.1.3. Часть этой активности концентрируется в илистых отложениях и по мере высыхания в летне-осенний период представляет угрозу как источник аэрозолей.

Таблица 9.1.3

Средние концентрации радионуклидов и урана в основных скоплениях ЖРО ОУ

Номер точки	Отметка, м	Номер помещения	Объем, м ³	Концентрация компонента, Бк/л				
				¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	Σ Pu	²⁴¹ Am	Σ U, мг/л
6	+2,20	012/16	60 м ³	$6,2 \cdot 10^7$	$9,9 \cdot 10^6$	4000	$1,7 \cdot 10^4$	48
–	+6,00	219/2	10 м ³	$4,0 \cdot 10^6$	$1,0 \cdot 10^5$	–	–	1,1
17	–0,65	017/2	7 м ³	$5,0 \cdot 10^6$	$1,0 \cdot 10^5$	–	–	8,9
18	–0,65	013/2	20 м ³	$4,0 \cdot 10^6$	$0,8 \cdot 10^5$	–	–	1,1
30	–2,60	001/3	270 м ³	$5,2 \cdot 10^6$	$1,0 \cdot 10^6$	360	$4,0 \cdot 10^3$	3,6
31	–0,65	012/5	20 м ³	$6,1 \cdot 10^7$	$8,9 \cdot 10^6$	3100	$1,3 \cdot 10^4$	43
32	–0,65	012/7	10 м ³	$1,3 \cdot 10^8$	$2,2 \cdot 10^6$	4200	$2,8 \cdot 10^4$	110
111	–6,00	0005	5 м ³	$6,8 \cdot 10^6$	$1,0 \cdot 10^6$	1600	$2,0 \cdot 10^3$	5,7

Исследования фазового распределения активности показали, что значительная доля активности ЖРО сосредоточена на мелкодисперсных частицах и коллоидах. Частицы твердой фазы, попадая в водные скопления на нижних отметках блока, осаждаются и образуют донные отложения.

Например, объём донных отложений в помещении 001/3 достигает 100 м^3 с суммарной массой около 150 т, при этом валовое количество ^{239}Pu составляет 430 г, а ^{235}U – 860 г [8].

В результате неорганизованных протечек воды на нижних отметках блока Б и ВСРО образуются скопления среднеактивных ЖРО, утекающих за пределы ОУ по двум основным направлениям – северному и юго-восточному [9].

Экспериментальные исследования показали, что из северной части ОУ в помещения ВСРО 3-го блока уходит от 300 до 900 $\text{м}^3/\text{год}$ среднеактивных ЖРО [9]. Направления и интенсивность утечки ЖРО из юго-восточной части ОУ в настоящее время исследуются.

Большая часть ЖРО, образовавшихся в северной части блока Б, аккумулируется в помещении 001/3. Максимальная суммарная объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в этом наиболее крупном водном скоплении в 2005 г. достигла величины $1,8 \cdot 10^{10} \text{ Бк}/\text{м}^3$, $^{240}\text{Pu} + ^{239}\text{Pu} + ^{238}\text{Pu}$ – $3,0 \cdot 10^6 \text{ Бк}/\text{м}^3$, максимальная концентрация урана составила $28 \text{ г}/\text{м}^3$.

Радионуклидный и химический состав этого водного скопления формируется в результате поступления низкоактивных протечек со стороны каскадной стены и высокоактивных протечек из северной части бассейна-барботера. Поэтому, было бы целесообразно организовать локальную очистку высокоактивных ЖРО до их поступления в помещение 001/3.

9.4. Радиоактивные аэрозоли объекта «Укрытие»

Воздушная миграция радионуклидов из ОУ является одним из основных источников загрязнения внешней среды при нормальной эксплуатации и, особенно, при авариях.

Основными путями выхода радиоактивных аэрозолей из ОУ в окружающую среду служат:

- вентиляционная труба 2 (ВТ-2), в которую проложен канал из развала ЦЗ (так называемая вентиляционная система «Байпас»);
- неплотности (щели, технологические проемы, люки) внешних конструкций ОУ, площадь которых для верхней оценки выбросов в расчетах принята 120 м^2 .

Анализ результатов многолетних наблюдений показывает [10], что интенсивность выброса радиоактивных аэрозолей из ОУ определяется действием суммы природных и техногенных факторов.

На рис. 9.4.1 представлена динамика неорганизованного выброса радиоаэрозолей через отверстия и проемы на верхних отметках ОУ с 1992 г. по октябрь 2005 г. В качестве комментария представленных данных можно отметить следующее:

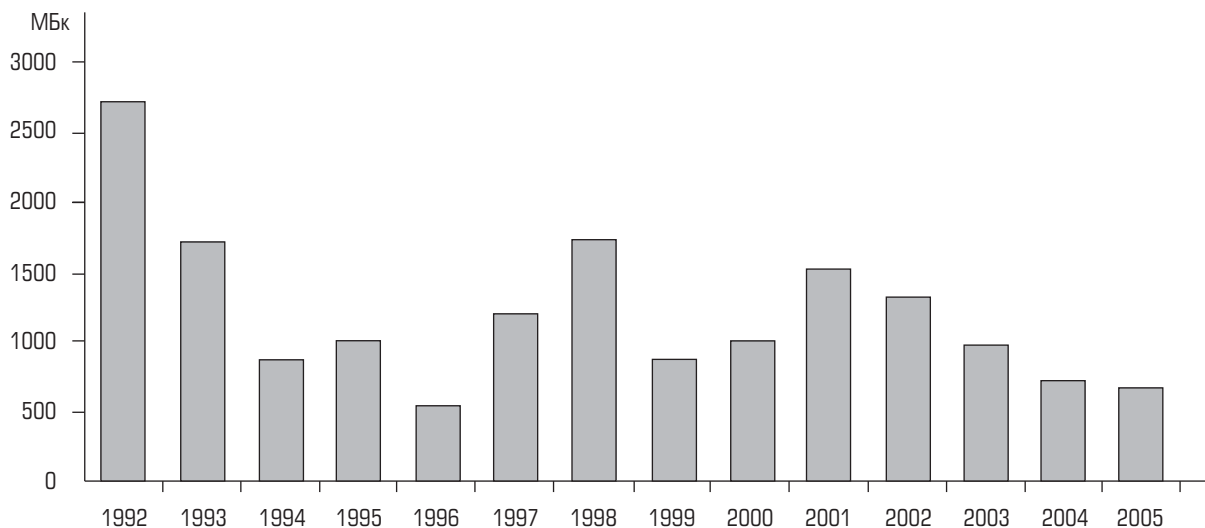


Рис. 9.4.1. Динамика выброса радиоаэрозолей через щели в кровле ОУ, по данным аккумулялирующих планшетов

1. В период 1992–1996 гг. наблюдался спад выброса активности, сменившийся периодом незначительных колебаний.

2. В 1998 г. наблюдалось возрастание активности выбросов, что обусловлено проведением работ по укреплению ВТ.

3. Некоторое повышение радиозольной активности в 2001 г. объясняется сочетанием неблагоприятных метеоусловий (сухое жаркое и ветреное лето) с проведением ремонтных работ на легкой кровле.

4. Аэрозольный выброс из ОУ составляет несколько процентов от допустимого для нормально функционирующего энергоблока – «миллионника».

Для радиоаэрозолей в выбросах из ОУ характерен широкий диапазон размеров. Однако наиболее часто в выбросы воздушных потоков поступают частицы с АМАД 2–6 мкм. Аэрозоли такого размера имеют невысокую скорость гравитационного осаждения. К примеру, чтобы за счет гравитации частицам с диаметром 10 мкм опуститься с высоты 50 м, потребуется почти 1 ч. За это время они будут унесены от ЧАЭС на многие километры. Поэтому их влияние на радиационную обстановку в локальной зоне ОУ минимально.

Контроль загрязнения приземного слоя воздуха локальной зоны ОУ выполнялся при помощи трех аспирационных установок, расположенных по ее периметру.

Уровень загрязнения воздуха в конкретной точке локальной зоны определяется суммой природных и техногенных факторов:

- интенсивностью выноса радиоактивных аэрозолей из ОУ;
- интенсивностью и периодичностью выпадения атмосферных осадков;
- метеоусловиями (температура, влажность, направление и скорость ветра);
- характером и интенсивностью выполняемых в локальной зоне работ.

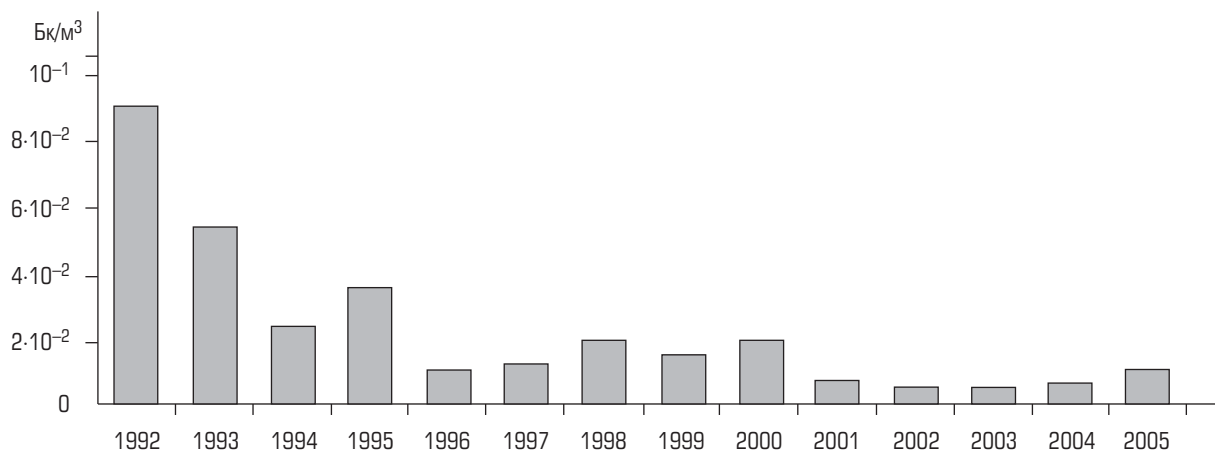


Рис. 9.4.2. Среднегодовая объемная активность приземного воздуха локальной зоны ОУ, по данным аспирационных установок

Из данных, представленных на рисунке 9.4.2, следует, что:

1. На протяжении 1992–1996 гг. происходил интенсивный спад среднегодовой объемной активности приземного слоя воздуха локальной зоны ОУ.

2. С 1996 г. и по настоящее время значение среднегодовой объемной активности локальной зоны стабилизировалось и составляет около 10^{-2} Бк/м³.

Максимальный уровень загрязнения воздуха, который наблюдался в 2005 г., составил: $1,4 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³ для суммы альфа-излучателей; $8,5 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³ для суммы бета-излучателей.

С целью уменьшения концентрации аэрозолей в ОУ и их выноса в атмосферу в конце 1989 г. была введена в эксплуатацию стационарная система пылеподавления (СПП). За это время нанесено более 1000 т пылеподавляющих составов, что позволило значительно уменьшить и стабилизировать вынос аэрозолей из ОУ.

Применение пылеподавляющих составов с высокой концентрацией органических компонентов (до 23%) позволило создать на орошаемых поверхностях защитную полимерную пленку с высокими прочностными характеристиками. До нанесения покрытия величина снимаемой бета-активности с поверхностей, расположенных в районе западной опоры балки «Мамонт», составляла 12 000–30 000 част/см²·мин. После нанесения покрытия эта величина составила 150–1200 част/см²·мин. Таким образом, создание прочной полимерной пленки в зонах проведения стабилизационных мероприятий снизило интенсивность образования радиоактивных аэрозолей при выполнении работ.

9.5. Контроль загрязнения и уровней грунтовых вод

Систематический контроль загрязнения грунтовых вод в локальной зоне промплощадки ОУ начат в 1992 г. Для этого ежемесячно проводится отбор и радиохимический анализ проб воды из

скважин 1Г-6Г, расположенных в северной части локальной зоны ниже по потоку относительно ОУ. Кроме того, 2 раза в месяц измеряются уровни грунтовых вод (УГВ).

Характер изменений концентрации стронция на протяжении 2003–2005 гг., а также результаты гамма-каротажа и определения в воде из скважины 4Г объемной концентрации ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am и ^{244}Cm и изотопного состава урана в совокупности не позволяют однозначно утверждать, что утечка ЖРО из ОУ в геологическую среду происходит (или происходила ранее).

Средний УГВ в локальной зоне в 2005 г. находился в пределах от 110,20 до 110,87 м. Причем, максимальный с начала года уровень в июне превысил ранее зафиксированный максимум (110,61 м в июне 2001 г.) за весь период наблюдений, начиная с 1998 г. Кроме того, в последние годы наблюдается тенденция к повышению УГВ. При этом нарушается соответствие между динамикой среднегодового УГВ и количеством атмосферных осадков, наблюдавшееся ранее.

9.6. Радиационные параметры объекта «Укрытие»

9.6.1. Общая характеристика радиационного состояния помещений ОУ

МЭД во внутренних помещениях и на кровлях ОУ лежит в очень широких пределах, что определяется пространственным расположением ТСМ в помещениях и содержанием в ТСМ урана и продуктов его деления.

К настоящему времени распределение помещений ОУ по величине МЭД выглядит следующим образом (таблица 9.6.1, составленная на основании «Положения о зональности...»).

Таблица 9.6.1

Распределение обследованных помещений ОУ по уровню МЭД

Радиационная обстановка, Р/час	Блоки				
	Блок «Б»	Блок «В»	Блок ВСПО	Блок «Г» (А-Б)	Блок «Г» (Б-Г)
до 0,5	66	17	59	59	140
0,5–1	13				1
1–5	70			6	1
5–10	7			1	
10–50	14				
50–100	7				
100–500	4				
> 500	7				
Недоступные помещения	126		4	28	7

Из таблицы следует, что в большинстве доступных помещений реакторного блока Б средняя величина МЭД гамма-излучения не превышает 1 Р/час. Так, внутри более 60 из них МЭД ниже 0,5 Р/час. Исключение составляют те помещения, в которые попали ТСМ. Для данных помещений характерно наличие неоднородного, с высокими градиентами МЭД, гамма-поля.

9.6.2. Радиационная обстановка на кровлях ОУ

После сооружения ОУ радиационная обстановка на его кровлях определялась в основном гамма-излучением, проникающим из внутренних помещений и от загрязненных конструкций. Со временем произошло значительное уменьшение МЭД в результате естественного распада излучателей и большого комплекса дезактивационных работ, проведенных на кровлях, и колеблется в пределах 0,108 Р/час.

9.6.3. Радиационная обстановка на промплощадке

МЭД на территории вблизи ОУ определяется двумя показателями: гамма-излучением самого ОУ и излучением радиоактивно загрязненных грунтов и объектов, расположенных на промплощадке ОУ.

Наиболее загрязненной является территория в непосредственной близости от 4-го блока ЧАЭС, так называемая локальная зона ОУ.

Загрязнение территории имеет неоднородный характер. Анализ картограмм МЭД дает осно-

вание предполагать, что существует заметный вклад излучения со стороны ОУ из района лестнично-лифтового блока.

Влияние ОУ на объемное распределение МЭД над промплощадкой хорошо иллюстрирует рис. 9.6.1. В результате выполненных измерений по определению распределения мощности экспозиционной дозы в зоне сооружения конфайнмента, было исследовано воздушное пространство, объемом, более чем 4 млн м² [11]. Хорошо видно, что интенсивность гамма-поля возрастает в восточном направлении (при приближении к ОУ) и возрастает вверх.

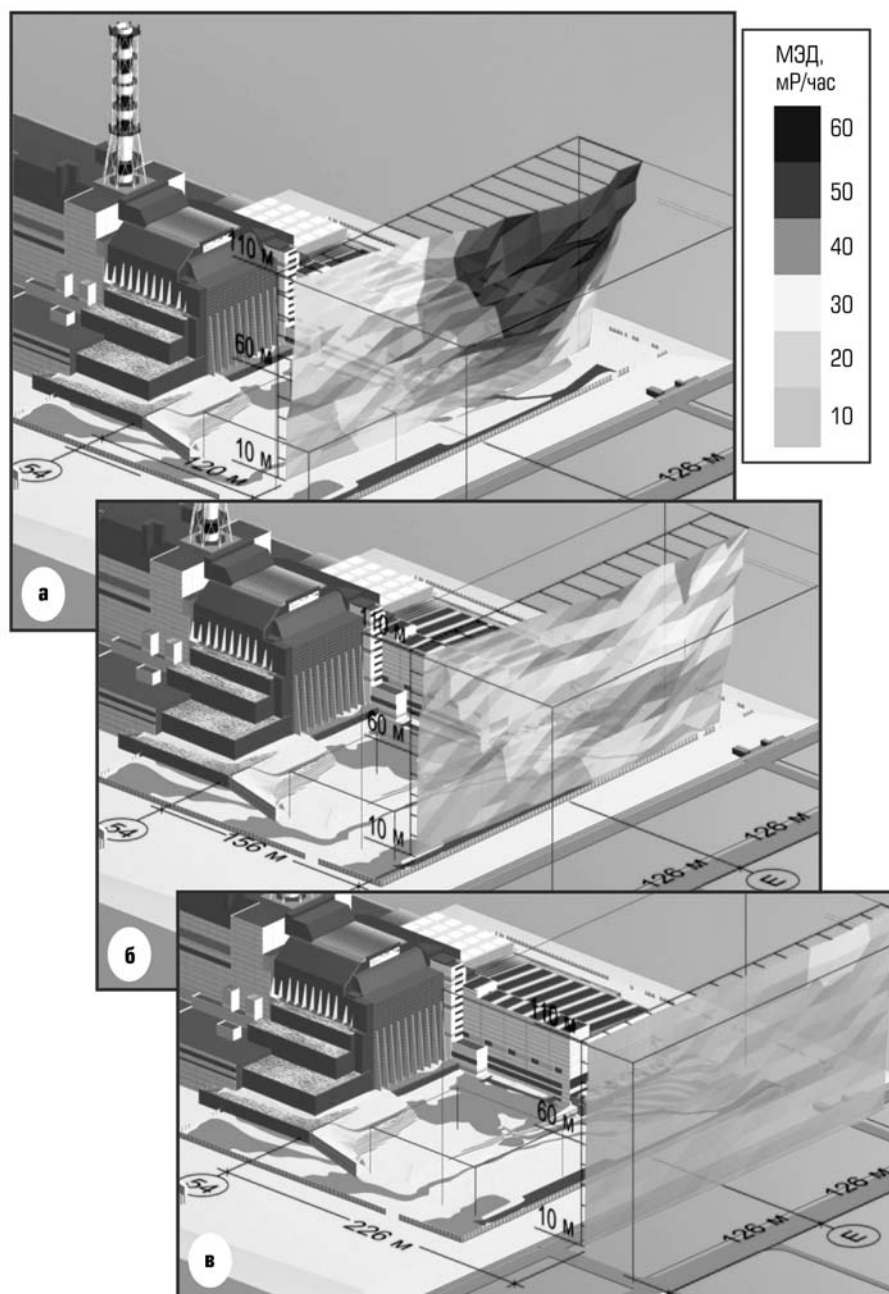


Рис. 9.6.1. Модель гамма-поля в зоне возведения НБК (июнь 2004 г.):
а – сечение по оси 54 + 120 м; *б* – сечение по оси 54 + 156 м; *в* – сечение по оси 54 + 226 м

Резкое возрастание в направлении блока наблюдается в районе ряда А. Можно предположить, что причиной указанной аномалии могут быть локальные интенсивные источники гамма-излучения, находящиеся на крыше машинного зала и деаэрационной этажерки, поэтому до начала строительства конфайнмента эти источники было бы целесообразно или извлечь, либо экранировать.

9.7. Состояние строительных конструкций

Строительные конструкции ОУ – это сочетание «старых» конструкций разрушенного энергоблока № 4 и «новых» конструкций, сооруженных после аварии.

Благодаря такому сочетанию создано уникальное пространственное сооружение, строительные конструкции которого выполняют чрезвычайно важную функцию защитных инженерных барьеров на путях выхода радиоактивных веществ и ионизирующего излучения в окружающую среду.

Основу таких барьеров составляют внешние ограждающие конструкции, сооруженные после аварии.

Послеаварийное состояние «старых» конструкций разрушенного энергоблока № 4 характеризуется значительными повреждениями сохранившихся элементов и узлов, их перегрузкой вследствие упавших на них разрушенных конструкций, оборудования, а также материалов, которые использовались во время ликвидации аварии. Оголенная арматура железобетонных конструкций и металлоконструкции подвергаются коррозии. Наличие таких серьезных дефектов требует постоянного наблюдения за состоянием этих конструкций и проведения при необходимости стабилизационных мероприятий.

Сооруженные после аварии «новые» конструкции (защитно-разделительные стены и металлоконструкции покрытия) были запроектированы в соответствии с действующими в тот период строительными нормами. Однако для этой группы конструкций также существуют проблемы обеспечения их надежности и долговечности.

Поэтому сразу же после окончания сооружения ОУ начались исследования состояния его строительных конструкций. На протяжении 1988–1989 гг. были реализованы проекты по усилению аварийных конструкций обнаруженных критических зон.

Дальнейшие регулярные натурные обследования позволили обнаружить еще ряд дефектов, которые необходимо было устранить для решения проблемы повышения надежности конструкций, которые влияют на безопасность ОУ.

В 1998 г. был выполнен ремонт несущего каркаса вентиляционной трубы, в котором было выявлено 30 дефектов (рис. 9.7.1).

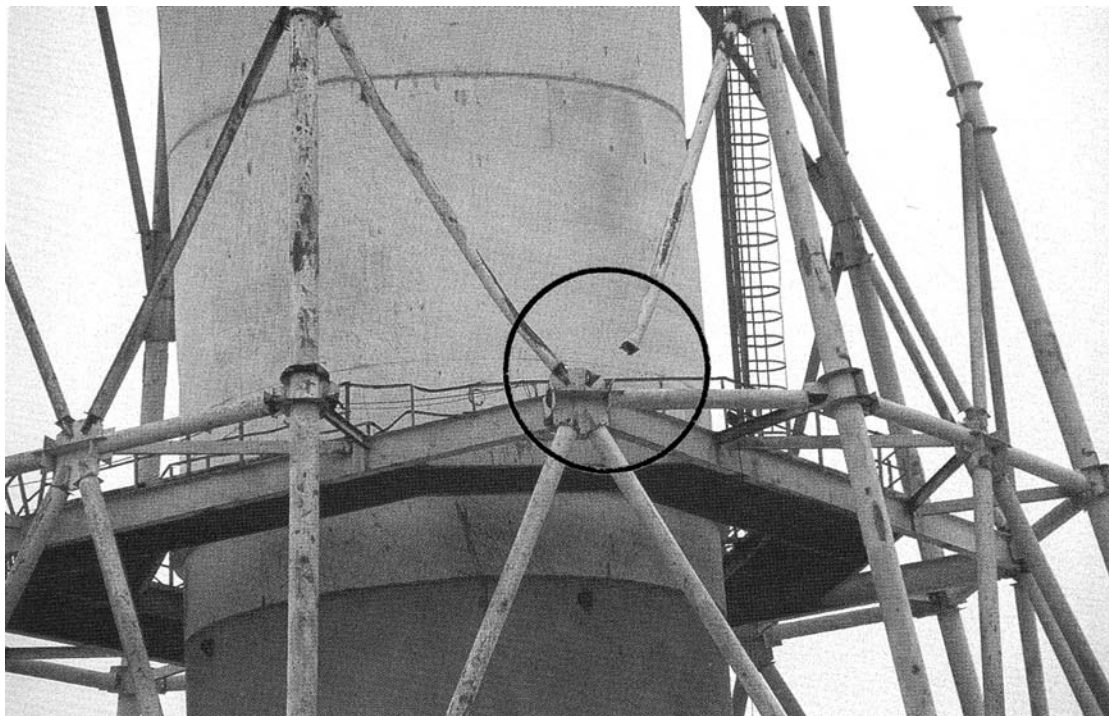


Рис. 9.7.1. Дефекты несущего каркаса вентиляционной трубы ВТ-2

Исполнителем работ было КСМП «Укрэнергострой», а руководство работами осуществлялось персоналом ОУ. Экспертами США и Канады оказывались помощь и предоставлялись консультации, осуществлялся общий надзор за исполнением проекта. Таким образом, ремонт вентиляционной трубы был первым международным проектом, обеспечившим повышение безопасности ОУ.

Следует отметить, что проведенные обследования и перечисленные мероприятия по усилению конструкций позволили обеспечить безаварийную эксплуатацию ОУ до настоящего момента.

Начиная с 1998 г. дальнейшие работы по обследованию состояния строительных конструкций и их стабилизации выполняются в соответствии с Планом осуществления мероприятий на ОУ (ПОМ).

В рамках ПОМ эти работы приобрели более системный и масштабный характер. Этому содействовали систематизация всей предыдущей информации о состоянии конструкций, получение новых данных натурных обследований и разработка компьютерных моделей для оценки надежности конструкций, оказывающих влияние на безопасность ОУ.

9.8. Стратегия преобразования ОУ в экологически безопасную систему и план осуществления мероприятий на ОУ

Для определения основных принципов, цели и стратегических направлений деятельности по преобразованию ОУ в экологически безопасную систему согласно Постановлению Кабинета Министров Украины № 1561 от 28 декабря 1996 г. была разработана *Стратегия преобразования ОУ*. С учетом основных результатов выполнения первой фазы ПОМ на ОУ, Стратегия была пересмотрена и одобрена решением Межведомственной комиссии по комплексному решению проблем ЧАЭС № 2 от 12 марта 2001 г.

Стратегией определены главные направления и этапы преобразования ОУ:

Этап 1 – стабилизация состояния существующего объекта, повышение эксплуатационной надежности и долговечности конструкций и систем, обеспечивающих стабилизацию и контроль показателей безопасности ОУ;

Этап 2 – создание дополнительных ограждающих барьеров, в первую очередь конфайнмента, обеспечивающих необходимые условия для технической деятельности на этапе 3 и безопасность персонала, населения и окружающей среды, подготовительные инженерно-технические работы, направленные на разработку технологий извлечения из ОУ топливосодержащих материалов на этапе 3, создание инфраструктуры для обращения с РАО ОУ;

Этап 3 – извлечение из ОУ ТСМ и долгосуществующих РАО, их кондиционирование с дальнейшим хранением и захоронением в хранилищах радиоактивных отходов, согласно действующим стандартам, снятие с эксплуатации ОУ.

ОУ не отвечает требованиям, которые предъявляются к хранилищам долгосуществующих РАО. Создание надежных технических барьеров для постоянной изоляции (консервации) ТСМ внутри объекта связано с крупными изменениями в природных системах и непредвиденными последствиями, в частности, из-за геологических условий территории, на которой расположен ОУ. Поэтому преобразование ОУ в экологически безопасную систему должно предусматривать извлечение ТСМ и ВАО из объекта, их перевод в безопасное состояние, промежуточное контролируемое хранение и захоронение в глубинных хранилищах (в стабильных геологических формациях).

Наиболее важной предпосылкой решения этой проблемы является скорейшее создание необходимой инфраструктуры и надежных хранилищ для хранения ТСМ, удаляемых из ОУ, как долгосуществующих ядерноопасных радиоактивных отходов, и дальнейшее их захоронение.

Срок извлечения ТСМ из ОУ должен быть согласован с программой снятия с эксплуатации ЧАЭС и Комплексной программой обращения с РАО. Эти программы должны предусматривать накопление средств, внедрение технологий и оборудования для извлечения ТСМ и ВАО, изготовление контейнеров и переоборудование или строительство помещений, предназначенных для хранения ТСМ и ВАО, до начала их извлечения. Извлечение ТСМ и ВАО планируется начать ориентировочно через 30–50 лет, а завершено должно быть до окончания срока службы конфайнмента.

План осуществления мероприятий на ОУ. Цели и задачи

Целью проекта ПОМ является реализация первоочередных мероприятий по преобразованию существующего ОУ в экологически безопасную систему. Финансирование работ по ПОМ осуществляется из Чернобыльского фонда «Укрытие» (ЧФУ) и из Госбюджета Украины.

Оригинальный бюджет и график ПОМ были разработаны в 1997 г. в форме отчета ТАСИС «План осуществления мероприятий «Укрытия»» и были основой для договоренности между странами G-7 и Украины относительно выполнения указанных в отчете объемов работ при поддержке международного сообщества. В отчете подан предварительный график реализации (начиная 01.01.1997, общий срок – 8 лет и 8 месяцев) и определен бюджет – 758 млн долл. США.

Решение относительно реализации ПОМ было принято G-7 в Денвере в июне 1997 г.

Ключевыми направлениями реализации ПОМ являются: стабилизация и подготовительные работы; безопасность и дополнительные системы; сооружение нового безопасного конфайнмента.

Весь комплекс работ ПОМ разбит на 22 задачи с точки зрения защиты персонала, радиологической безопасности и безопасности окружающей среды. Основные объемы работ ПОМ предусматривают проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию объектов, систем и оборудования.

В ПОМ для управления проектом и дальнейшей его реализации предусмотрены **три ключевых программных этапа**:

- подтверждение решений по стабилизации (П1);
- решение относительно стратегии оптимальной локализирующей оболочки (П10);
- решение по стратегии ТСМ, которое определит оптимальный способ и время извлечения ТСМ с обоснованием анализа затрат и возможности реализации (П8).

В 2002 г. закончен этап предпроектных исследований в рамках ПОМ на ОУ и осуществлен переход стадии проектирования и выполнения физических объемов работ по ПОМ.

9.9. Стабилизация строительных конструкций

Цель стабилизации строительных конструкций – снижение вероятности потенциальных аварий, связанных с разрушением строительных конструкций, выполняющих функцию удержания радиоактивных веществ и ионизирующего излучения в пределах существующего ОУ.

Достижение поставленной цели осуществляется путем разработки и реализации комплекса мер, которые обеспечат приемлемые показатели надежности строительных конструкций, важных для безопасности ОУ.

На протяжении 2002–2003 гг. консорциумом КСК в составе украинских организаций, таких, как Киевский институт «Энергопроект», Научно-исследовательский институт строительных конструкций и Институт проблем безопасности атомных электростанций, был разработан и согласован с регулирующими органами Украины рабочий проект, предусматривающий выполнение стабилизационных мероприятий для конструкций и узлов.

Начиная с конца 2004 г. этот проект реализуется строительными организациями Украины и России, объединенными в консорциум «Стабилизация».

Перед этим были развернуты работы по строительству объектов инфраструктуры, жизненно необходимых для осуществления стабилизации. Из числа стабилизационных мероприятий наиболее масштабным является стабилизация западного фрагмента ОУ.

Идея стабилизации этого фрагмента состоит в сооружении западнее контрфорсной стены двух пространственных металлических башен, установленных на массивные железобетонные фундаменты и соединенных между собой пространственными блок-фермами в трех уровнях (рис. 9.9.1).

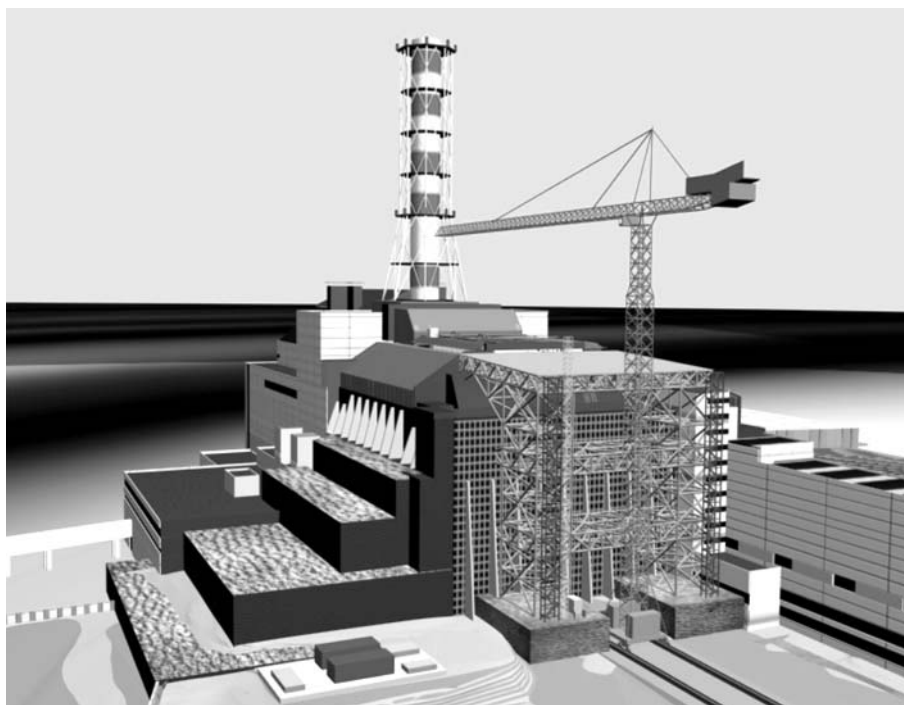


Рис. 9.9.1. Стабилизация западного фрагмента ОУ. Схема металлоконструкций усиления

Такое решение позволяет снять нагрузку с поврежденных каркаса и стены западного фрагмента и перенести ее на вновь возведенные конструкции башен.

Кроме этого, посредством системы специальных упоров, размещенных в трех уровнях, обеспечивается восприятие новыми конструкциями горизонтальных нагрузок от западного фрагмента в направлении «восток-запад» при сейсмическом воздействии. Таким образом, создаются условия для фиксации существующего положения стены по оси 50 и прилегающего к ней каркаса и воспрепятствования дальнейшему их смещению в западном направлении, что может привести к обрушению.

Выполнение запланированного объема строительно-монтажных работ по стабилизации строительных конструкций в радиационно-опасных условиях ОУ является довольно сложной инженерной задачей. Прежде всего, это относится к проблеме обеспечения безопасности персонала, который привлекается для выполнения этих работ, а также поддержание необходимого и достаточного уровня радиационной и экологической безопасности самого объекта. Для решения этой задачи были разработаны документы, которые обосновывают безопасность реализации стабилизационных мероприятий.

С целью обеспечения противорадиационной защиты персонала разработан и обоснован комплекс организационных, радиационно-гигиенических и технических мероприятий.

В процессе выполнения стабилизации ожидается образование около 350 т твердых радиоактивных отходов (ТРО), главным образом низкоактивных.

Захоронение ТРО осуществляется в приповерхностном хранилище «Буряковка», которое находится в Зоне отчуждения. В случае выявления ВАО, они передаются на временное хранение в хранилище на промплощадке ЧАЭС.

Анализ уже выполненных и запланированных работ по стабилизации свидетельствует о том, что основным видом дополнительных воздействий на окружающую среду являются выбросы радиоактивных веществ в атмосферу со следующим их перераспределением в компонентах окружающей среды.

Выполненные оценки воздействий на окружающую среду показали, что при нормальных условиях выполнения работ привнесенное дополнительное количество радиоактивных веществ будет составлять доли процента от существующего загрязнения территории Зоны отчуждения.

Анализ воздействий, связанных с потенциальными авариями, которые могут возникнуть в процессе осуществления деятельности по стабилизации, показал, что максимальное дополнительное загрязнение почвы будет наблюдаться на расстоянии 1 км, но не превысит 130 кБк/м² или 2% от существующего уровня загрязнения. На границе Зоны отчуждения величина дополнительного загрязнения в результате аварии составит примерно 4% от существующего уровня. Индивидуальная эффективная доза потенциального облучения населения за пределами Зоны отчуждения не превысит 1 мЗв, что ниже границы оправданности для принятия неотложных контрмер.

Учитывая статус и радиологические характеристики территории, которая может претерпеть дополнительное загрязнение вследствие потенциальной аварии при выполнении работ по стабилизации, а также учитывая то, что вероятность такого события на несколько порядков меньше вероятности обрушения ОУ в случае, если его не усиливать, то выполнение стабилизационных мероприятий является оправданным.

Строительно-монтажные работы по стабилизации ОУ планируется завершить до конца 2006 г. Коллективная доза облучения персонала ожидается на уровне около 40 чел.-Зв.

9.10. Создание Нового безопасного конфайнмента (НБК)

9.10.1. Цель создания и функции

Создание НБК является основным этапом подготовки к преобразованию ОУ в экологически безопасную систему.

В соответствии с Законом Украины «Об общих положениях дальнейшей эксплуатации и снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразовании разрушенного четвертого энергоблока этой АЭС в экологически безопасную систему», сооружение НБК должно обеспечить достижение следующих целей:

- обеспечение защиты персонала, населения и окружающей среды от влияния источников ядерной и радиационной опасности, связанных с существованием ОУ;
- создание условий для осуществления практической деятельности по преобразованию ОУ

в экологически безопасную систему, в частности для извлечения остатков ядерного топлива и топливосодержащих материалов, выполнение работ по демонтажу/усилению нестабильных конструкций ОУ и обращение с РАО.

Достижение указанных целей должно реализовываться путем предоставления сооружению НБК, его системам и элементам свойств для выполнения определенных функций.

Поскольку защита человека и окружающей среды достигается, прежде всего, благодаря предотвращению распространения радиоактивных веществ и ионизирующих излучений за пределы НБК, то одной из основных является функция локализации.

Эта функция должна выполняться при условиях нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации, аварийных ситуаций и аварий и должна обеспечиваться:

- целостностью ограждающих конструкций НБК в течение продолжительного периода эксплуатации (не меньше 100 лет);
- предотвращением обрушения нестабильных конструкций ОУ путем их демонтажа или усиления на период, определенный условиями безопасной эксплуатации НБК;
- ограничением поступления атмосферных осадков внутрь сооружения;
- защитой гидрогеологической среды от загрязнения радиоактивными веществами, находящимися в НБК;
- ограничением распространения радиоактивных веществ внутри НБК.

Другими функциями НБК являются функции технологического обеспечения и физической защиты.

Функция технологического обеспечения реализуется с помощью расположения и функционирования систем и элементов, а также создания соответствующих условий, необходимых для:

- нормальной эксплуатации НБК;
- демонтажа/усиления нестабильных конструкций ОУ;
- обращения с РАО;
- будущего извлечения ТСМ.

Функция физической защиты заключается в физической защите ядерных и радиоактивных материалов, находящихся на ОУ.

Но наиболее системно и детально эта идея начала обрабатываться, начиная с 1998 г., при выполнении ПОМ.

Международным консорциумом «Чернобыль» в составе Washington Group International, Inc (США), BNFL Engineering Ltd (Великобритания) и украинских организаций: Киевского института «Энергопроект» (КИЭП), Научно-исследовательского института строительных конструкций (НИИСК) и Института проблем безопасности атомных электростанций (ИПБ АЭС) был выполнен всесторонний анализ всех предыдущих технических решений, сформулированы концептуальные проектные критерии и требования к НБК, предложена стратегия его создания. После анализа всех вариантов при участии независимых украинских экспертов и Международной консультативной группы преимущество было отдано варианту «Арка».

В 2003 г. Международным Консорциумом в составе Bechtel International Systems (США), Electricite de France (Франция) и Battelle Memorial Institute (США) при участии КИЭП, НИИСК и ИПБ АЭС был разработан КП НБК, основные технические решения которого и обоснование безопасности приводятся ниже.

9.10.2. Конструктивные решения НБК

В соответствии с целью создания и выполняемыми функциями НБК в концептуальном проекте определены его основные объекты:

- основное сооружение в виде защитной конструктивной оболочки;
- технологический корпус, который располагается с западной стороны НБК;
- вспомогательные сооружения и здания (канализационная насосная станция, контрольно-пропускные пункты для персонала и автотранспорта и т. п.).

Защитная оболочка выполнена в виде металлической конструкции арочного типа с торцевыми стенами. Арочная конструкция будет накрывать основную часть ОУ, за исключением небольших участков деаэрационной этажерки и машинного зала, которые будут выступать снаружи через западную торцевую стену.

Геометрические размеры оболочки составляют: пролет – 257,44 м, ширина – 150 м, высота – 108,39 м. Общий вид НБК приведен на рис. 9.10.1.

Проектный срок эксплуатации НБК (не менее 100 лет) достигается за счет:

- учета при проектировании экстремальных нагрузок и влияний согласно требованиям действующих нормативных документов;

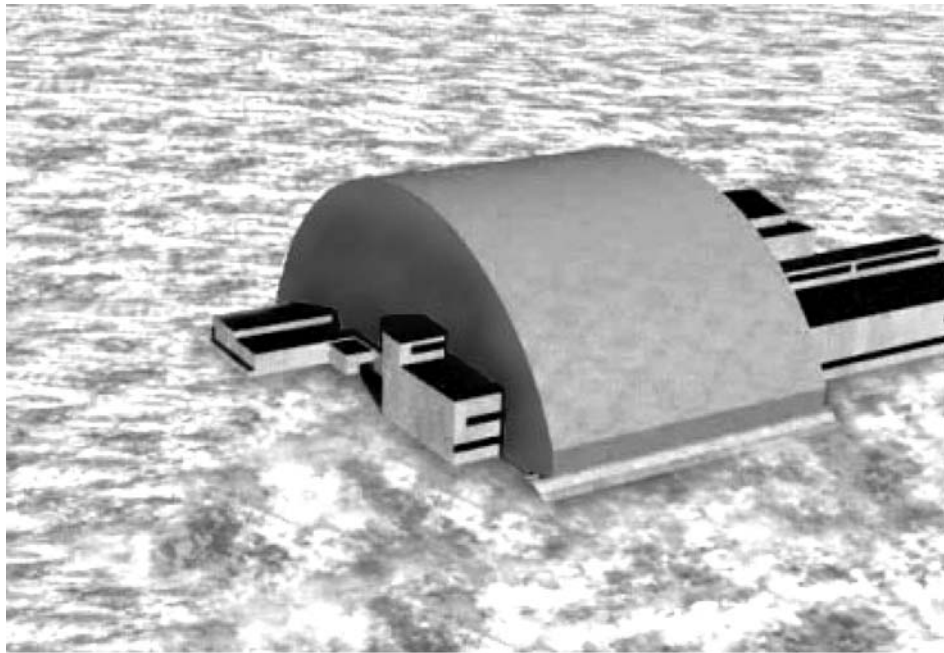


Рис. 9.10.1. НБК в проектном положении

- применения материалов с повышенным коррозионным сопротивлением с учетом действия радиационных факторов;
- выбора оптимального режима эксплуатации сооружения;
- конструктивных решений, обеспечивающих ремонтпригодность отдельных элементов сооружения.

9.10.3. Системы НБК

В НБК предусмотрены такие основные системы, обеспечивающие его эксплуатацию:

- крановое оборудование с комплектом технических средств для демонтажа нестабильных конструкций;
- вентиляции;
- пылеподавления при помощи мобильной установки;
- дезактивации;
- водоснабжения и канализации;
- теплоснабжения и кондиционирования воздуха;
- интегрированная система управления;
- электроснабжения;
- связи и промышленного телевидения;
- противопожарной безопасности;
- физической защиты;
- обращения с твердыми и жидкими РАО.

Система контроля ядерной безопасности и система контроля состояния ТСМ в концептуальном проекте не разрабатывались. Этот вопрос должен решаться в рамках других проектов.

Вопросы физической защиты на период строительства с привязкой к существующей системе физической защиты ЧАЭС и ОУ должны рассматриваться на следующих стадиях проектирования.

9.10.4. Сооружение НБК

Для обоснования возможности осуществления строительства НБК в концептуальном проекте рассмотрены основные положения по организации строительства, как на этапе выполнения общих подготовительных работ, так и реализации комплекса строительно-монтажных работ по возведению собственно арочного сооружения конфайнмента, технологического корпуса и других вспомогательных зданий и сооружений.

Деятельность на подготовительном этапе охватывает широкий спектр работ по подготовке территории строительства и создания соответствующей инфраструктуры для обеспечения строительства НБК.

Общий подход к выбору технологий строительства НБК базируется на концепции минимального выполнения работ в радиационно-опасных условиях ОУ, что предусматривает сборку арочного сооружения на расстоянии от ОУ.

Арочная конструкция будет собираться отдельными секциями шириной 12,5 м. Сборка начнется после прокладки путей для перемещения арочного сооружения, участка сборки, монтажа и установки опорных блоков и несущих подушек под первую секцию.

На монтажном участке, кроме сборки арочных конструкций, выполняется монтаж отдельного технологического оборудования (в частности, подвесных кранов), а также элементов торцевых стен.

Перемещение арочного сооружения в проектное положение осуществляется при помощи буксирных домкратов и канатов (рис. 9.10.2). Эта операция выполняется после демонтажа вентиляционной трубы ВТ-2, строительства технологического корпуса, устройства стационарных фундаментов арочной конструкции и торцевых стен.

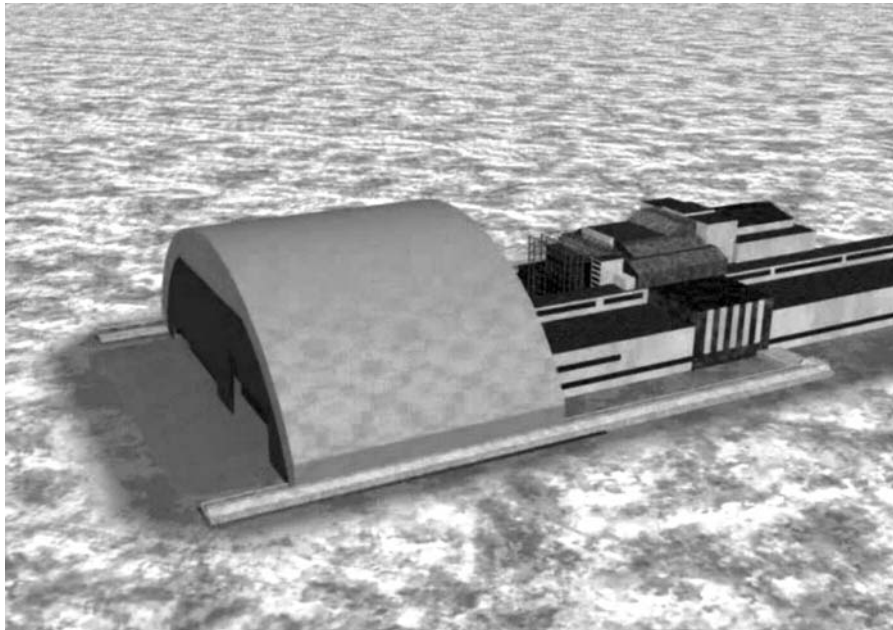


Рис. 9.10.2. Перемещение арочной конструкции в проектное положение

После установки арочного сооружения в проектное положение выполняется герметизация мест ее примыкания к существующим конструкциям ОУ, завершается монтаж технологических систем внутри НБК, осуществляется их подключение к внешним инженерным сетям.

9.10.5. Обращение с РАО

Сооружение и дальнейшая эксплуатация НБК неразрывно связаны с деятельностью по обращению с РАО, включая ТСМ. Эта деятельность имеет свои особенности на каждом из этапов: строительство НБК, демонтаж нестабильных конструкций ОУ, будущее извлечение основной массы ТСМ и других РАО.

Предложенные в концептуальном проекте технические решения по обращению с РАО при строительстве НБК в своей основе опираются на такие предпосылки:

- максимальное использование существующей системы обращения с РАО на ЧАЭС и в Зоне отчуждения;
 - учет запланированных мероприятий по усовершенствованию существующей системы, который будет осуществляться в рамках интегрированной программы обращения с РАО на ЧАЭС;
 - контроль и учет ядерных материалов осуществляется с использованием существующей на ЧАЭС системы;
 - обращение с ТСМ является прерогативой ЧАЭС, обращение со всеми другими РАО осуществляет Подрядчик по сооружению НБК;
 - извлечению подлежат только РАО, находящиеся в зонах выполнения строительных работ.
- Для остальных РАО, в частности локализованных в техногенном слое на территории, прилегающей к ОУ, должна быть обеспечена возможность их отложенного извлечения на следующем этапе преобразования ОУ в экологически безопасную систему.

Во время строительства основные объемы РАО будут возникать при демонтаже или разборке различных объектов, попадающих в зону строительства (например, бермы пионерной стены, коммуникаций, построек, ограды и т. п.), а также при выполнении земляных работ в местах расположения фундаментов новых сооружений НБК.

С учетом всех источников возникновения РАО общее их количество при строительстве НБК прогнозируется на уровне 110 тыс. м³. Преобладающее количество РАО будет относиться к категории низкоактивных, значительно меньше (около 3 тыс. м³) – к среднеактивным. Предполагается, что объем высокоактивных РАО (ВАО) составит около 120 м³.

Общая схема обращения с РАО включает два уровня сортировки:

– первичная сортировка на месте их образования с целью идентификации ТСМ и разделения остальных отходов по виду материалов (металл, бетон и другие) и геометрических размеров (крупно- и мелкогабаритные);

– вторичная сортировка на специально оборудованной площадке для разделения на те, что подлежат захоронению, и те, что могут быть использованы для обратной засыпки котлованов в местах возведения фундаментов.

Хранение ВАО организует ЧАЭС в существующих хранилищах на промплощадке станции.

Образование жидких РАО при выполнении строительных работ обусловлено дезактивацией загрязненных транспортных средств, строительной техники, оборудования, средств индивидуальной защиты, а также санитарной обработкой персонала. Обращение с такими РАО планируется осуществлять с использованием существующей инфраструктуры ЧАЭС и других объектов в Зоне отчуждения.

В результате деятельности по демонтажу нестабильных конструкций ОУ, который будет проводиться после введения в эксплуатацию НБК, образуются радиоактивные отходы в форме фрагментов металлоконструкций, бетона и железобетона, а также строительного мусора. Общий объем этих отходов может достичь почти 5 тыс. м³.

Для обращения с такими РАО в концептуальном проекте предусмотрена технологическая схема, включающая фрагментацию, сортировку, дезактивацию, контейнеризацию, временное хранение внутри НБК.

Вопрос будущего обращения с основной массой ТСМ и других РАО, которые образуются на следующем этапе преобразования ОУ в экологически безопасную систему, в концептуальном проекте не рассматривался. Считается, что наличие основного грузоподъемного оборудования и значительный резерв производственных площадей после завершения работ по демонтажу нестабильных конструкций ОУ создаст надлежащие условия для осуществления этой деятельности. Справедливость такого утверждения требует обоснования на стадии рабочего проектирования НБК.

9.10.6. Обеспечение ядерной безопасности

Обеспечение ядерной безопасности при сооружении и эксплуатации НБК заключается в создании и/или поддержании условий, направленных на предотвращение возникновения СЦР.

Известно, что возникновение СЦР возможно при залипании водой ядерно-опасных композиций ТСМ, имеющих в ОУ, а также тех, которые могут образоваться в случае неконтролируемых перемещений ТСМ.

Во время выполнения работ по строительству НБК и демонтажу нестабильных конструкций на состояние ядерной безопасности потенциально могут влиять такие факторы:

– создание дополнительных путей и увеличение объема поступления воды в ядерно-опасные скопления ТСМ;

– нарушение функций контроля состояния ТСМ и поддержания их в подкритическом состоянии;

– неконтролируемое перемещение ТСМ (вследствие обрушения конструкций ОУ) с образованием новых ядерно-опасных композиций.

Для снижения риска реализации неблагоприятных факторов в концептуальном проекте предложены конкретные организационно-технические мероприятия.

В целом при сооружении НБК с учетом предусмотренных мероприятий ядерная безопасность будет обеспечена на уровне, не ниже существующего на нынешнем этапе текущей эксплуатации ОУ. На период выполнения демонтажных работ (после введения в эксплуатацию НБК) уровень ядерной безопасности будет существенно повышен.

9.10.7. Обеспечение радиационной безопасности

В концептуальном проекте мероприятия по обеспечению радиационной безопасности разрабатывались с учетом того, что строительство и эксплуатация НБК будут осуществляться как деятельность с открытыми источниками ионизирующих излучений.

Запланированные основные организационные, радиационно-гигиенические и технические мероприятия противорадиационной защиты на этапе строительства конфайнмента мало чем отличаются от аналогичных мероприятий, осуществляющихся при стабилизации строительных конструкций ОУ.

Коллективная эффективная доза персонала при сооружении НБК, которая предварительно оценена в концептуальном проекте с учетом реализации предложенных мероприятий, составила величину до 250 чел.·Зв. Эта оценка требует уточнения на стадии рабочего проектирования.

По окончании строительства и ввода в эксплуатацию НБК будут созданы соответствующие условия для повышения уровня противорадиационной защиты. В частности, большинство технологических операций по демонтажу нестабильных конструкций ОУ предполагается выполнять при помощи дистанционно управляемого оборудования. Будут использоваться эффективные способы стационарного и мобильного экранирования. Минимизации радиационного влияния на персонал будет способствовать функционирование систем НБК: вентиляции, пылеподавления, дезактивации и других.

Кроме разработки мероприятий по противорадиационной защите в условиях нормального выполнения запланированных работ, когда облучение персонала рассматривается как текущее, в концептуальном проекте выполнен также анализ потенциального облучения персонала и населения в результате возможной реализации критических событий (аварий).

В концептуальном проекте предложены организационные и технические мероприятия по снижению вероятности реализации критических событий, а также по минимизации возможных радиационных последствий.

9.10.8. Оценка воздействий на окружающую среду

В концептуальном проекте выполнено экологическое обоснование необходимости сооружения НБК путем сравнительного анализа радиационных влияний на окружающую среду вследствие обрушения ОУ для двух различных ситуаций: в случае отсутствия конфайнмента и под его защитной оболочкой.

Были определены те компоненты окружающей природной среды, влияние на которые может быть наиболее чувствительным: грунт, водная та воздушная среды.

Выполненный анализ подтвердил, что в случае обрушения ОУ без конфайнмента дополнительное поверхностное загрязнение грунта на границе Зоны отчуждения составит от 30 до 100% от существующего. Вместе с тем аналогичное загрязнение в результате обрушения ОУ внутри НБК будет на порядок меньше и не превысит 10%.

С учетом выполненных оценок в концептуальном проекте сделан вывод, что экологический риск от сооружения НБК значительно ниже, чем риск обрушения ОУ в случае отказа от такого сооружения.

9.10.9. Нерешенные проблемы

В концептуальном проекте в целом продемонстрирована возможность достижения поставленных целей создания НБК.

Кабинет Министров Украины своим Распоряжением № 443-р от 5 июля 2004 г. утвердил концептуальный проект конфайнмента. Вместе с тем, в Распоряжении указывается на необходимость учета рекомендаций Центральной службы Укринвестэкспертизы в процессе разработки проекта НБК.

Основными нерешенными проблемами на этапе концептуального проектирования являются:

- неопределенность отдельных проектных критериев и требований к конструкциям и системам НБК;
- отсутствие технических решений по обращению с ТСМ на следующем этапе преобразования ОУ в экологически безопасную систему, что предусматривает сбор, кондиционирование и контролируемое сохранение основной массы ТСМ;
- недостаточная взаимосвязь и объединение существующих систем ОУ, ЧАЭС и новых систем НБК, особенно учитывая различные сроки их эксплуатации;
- отсутствие анализа надежности и долговечности строительных конструкций ОУ, которые будут интегрированы в систему ограждающих конструкций НБК;
- отсутствие прогноза изменений радиационных параметров НБК на всех этапах его функционирования (МЭД, загрязнение поверхностей конструкций и т. п.).

Нынешний статус деятельности по созданию НБК характеризуется началом выполнения подготовительных работ на будущей площадке строительства, а также проведением тендера на определение Подрядчика на проектирование и строительство конфайнмента.

Проектные работы планируется начать в 2006 г. Завершение строительства НБК прогнозируется не ранее 2010 г.

9.11. Состояние реализации ПОМ на ОУ

В начале 2005 г. ПОМ вошел в свою последнюю стадию. Все значительные инфраструктурные объекты на площадке ЧАЭС и программы (радиационной защиты, охраны труда, медицинского и биофизического контроля, подготовки персонала, аварийного реагирования) уже завершены. Указанные объекты и программы обеспечат соответствующую защиту людей во время выполнения строительных работ, которые уже начались и объем которых значительно возрастет в текущем году. Часть инфраструктуры Малой стройбазы введена в действие и используется Подрядчиком по стабилизации. Ввод всего объекта в эксплуатацию в полном объеме планируется в начале ноября. Объекты Центра подготовки персонала на площадке и в Славутиче находятся в эксплуатации. Построен санитарный шлюз на отметке +5,6 деаэрационной этажерки для обеспечения доступа персонала в наиболее загрязненные зоны ОУ. В рамках подготовки к работам по строительству НБК построен новый санпропускник на 1430 мест, включая блок помещений реабилитационного медицинского центра и радиационной защиты, а также пункт скорой медицинской помощи. Завершено строительство нового объединенного административного корпуса. Работы по строительству внешних инженерных коммуникаций и вспомогательных сооружений по большей части завершены и сети находятся в рабочем состоянии. Физические работы по стабилизации строительных конструкций ОУ начались в декабре 2004 г. и выполняются в рамках контракта с российско-украинским консорциумом «Стабилизация» (ЗАО «Атомстройэкспорт» – лидер консорциума, ЮТЭМ, АЭСП, УС РАЭС), который был подписан в июле 2004 г.

Завершение всех работ по контракту планируется в конце 2006 г. После их завершения будет снят один из ключевых рисков, которым является обрушение ОУ. Основные технические решения по стабилизации рассмотрены в разделе 9.9.

С целью создания автоматизированной интегрированной системы контроля (ядерной безопасности, радиационной, сейсмической и контроля состояния строительных конструкций) был заключен контракт с компанией «Ансальдо» (Италия) в октябре 2003 г. В ходе реализации контракта по ИАСК возникли некоторые технические проблемы. Заказчиком и подрядчиком был согласован измененный объем и график выполнения работ для решения этих проблем. В настоящее время технический проект разработан и согласован с регулирующими органами. Учитывая согласованные технические изменения, завершение Контракта планируется на февраль 2007 г.

По системе контроля доступа и физической защиты разработанный консорциумом «Альстом» рабочий проект прошел экспертизу и начаты строительные работы. Их завершение планируется на февраль 2007 г.

Разработан и утвержден концептуальный проект системы противопожарной защиты. Проведено предтендерное совещание и объявлены торги на проектирование, претенденты разрабатывают тендерные предложения.

Контракт на создание интегрированной базы данных ОУ был заключен с консорциумом в составе IBS (Россия) и Чернобыльского центра по проблемам ядерной безопасности, радиоактивным отходам и радиоэкологии (Украина) в мае 2004 г. Разработан системный проект ИБДУ, представлена первая версия Технического проекта. Ввод в эксплуатацию ИБДУ планируется в марте 2006 г.

Аварийная система пылеподавления (Задача 11) была исключена после того, как проведенный анализ показал, что высокие дозы ионизирующего облучения во время ее реализации и эксплуатации превышают любые выгоды. Вместо этого, с целью снижения аэрозольных выбросов пыли во время эксплуатации и/или в результате потенциального обрушения ОУ, произведена модернизация и расширение существующей системы пылеподавления с использованием новых составов с повышенным содержанием сухого остатка, что позволило создать прочное пленочное покрытие, предотвращающее пылеобразование. Введение МСПП в штатную эксплуатацию ожидается в первой половине 2006 г. по результатам проведенной «Оценки безопасности».

С целью исключения неконтролируемого поступления радиоактивно загрязненной воды из помещений ОУ на нижних отметках в помещения 3-го блока в соответствии с программным Решением П6 был заключен Контракт в марте 2004 г. на создание системы для перемещения воды из помещения 001/3 ОУ в бак БТВ ВСПО блока № 3. После перемещения воды в условиях контролируемого хранения, она будет подвержена анализу и характеристике с целью определения возможных дальнейших необходимых мероприятий. В настоящее время после рассмотрения регулирующими органами «Проектных критериев системы перемещения воды» контракт остановлен

в связи с требованием ГКЯР (письмо № 14-14/3429 от 7 июля 2005 г.) о возможности перемещения воды только после введения в эксплуатацию системы переработки воды ОУ и создания системы обращения с РАО, которые будут образовываться в результате такой переработки. В ходе совместных переговоров с ГКЯРУ по вопросам обращения с водой ОУ было принято решение о необходимости разработки Концептуального технического решения об обращении с радиоактивной загрязненной водой на площадке ГСП ЧАЭС.

В разрабатываемом решении должен быть продемонстрирован весь процесс обращения с ЖРО, образующихся в ОУ, в процессе реализации стабилизационных мероприятий и других проектов ПОМ, в том числе:

- существующие и перспективные источники поступления ЖРО;
- перспективные установки первичной очистки ЖРО от органических веществ, поверхностно-активных веществ и трансурановых элементов;
- установки временного хранения ЖРО;
- установки (участки) отвердения и упаковки продуктов первичной очистки;
- места временного хранения отверделых отходов;
- дальнейшая переработка воды после первичной очистки на существующих установках ГСП ЧАЭС или тех, которые планируются в рамках различных проектов;
- окончательное захоронение продуктов переработки ЖРО.

Данное концептуальное техническое решение должно быть разработано до конца 2005 г. После будет принято решение о финансировании необходимых установок по обращению с ЖРО.

В рамках выполнения подготовительных работ для строительства НБК:

1. Получено не «возражение» ЕБРР на проведение торгов с одним участником на демонтаж бермы пионерной стены.

19 июля 2005 г. заключен контракт с корпорацией «УКРТРАНССТРОЙ» на выполнение инженерных услуг (проектирование). В настоящее время идет разработка проектно-технологической документации (ПОС, ППР) и согласование ее с Заказчиком, окончание работ планируется на декабрь 2006 г.

2. Заканчивается подготовка тендерной документации на подготовку площадки под строительство НБК (очистка, планировка и земляные работы под строительство фундаментов НБК).

Ключевые этапы графика:

Завершение тендера, заключение контракта – март 2006 г.

Разработка проектной документации – июнь 2006 г.

Начало физических работ – июль 2006 г.

Завершение работ – июнь 2007 г.

По задаче 14 было признано, что проведение полномасштабной характеристики ТСМ, предусматривающей отбор проб и создание горячих камер, связано с большими дозо- и трудозатратами и, исходя из принципов ALARA, является нецелесообразным. Решением П7 зафиксирована необходимость разработки программы мониторинга поведения ТСМ в течение времени до извлечения и во время извлечения ТСМ. Учитывая, что извлечение ТСМ – достаточно длительный период, Программа мониторинга состояния ТСМ должна позволить контролировать состояние ТСМ и обеспечить возможность принимать необходимые меры по ограничению неблагоприятного развития событий. Изучение долгосрочного поведения ТСМ, проведенное специалистами РНЦ «Курчатовский институт» и ИПБ АЭС, определило требования к программе мониторинга поведения ТСМ.

Документом «Стратегия извлечения ТСМ и обращения с РАО. План дальнейших действий» планируется разработать и реализовать в рамках ПОМ программу мониторинга поведения ТСМ, установку системы мониторинга поведения ТСМ, а также разработать рекомендуемые превентивные мероприятия по смягчению последствий неблагоприятных изменений состояния ТСМ, практическая реализация которых не входит в ПОМ.

Предварительная стратегия обращения с ТСМ, определенная Решением П7, предлагает отложить извлечение до того времени, пока будет создано окончательное хранилище, то есть на неопределенный период, а тем временем выполнять постоянный мониторинг состояния ТСМ. Было признано нецелесообразным для разработки Стратегии извлечения ТСМ разрабатывать ранее предусмотренный прототип технологии извлечения ТСМ с учетом стоимости и графика его реализации, поскольку эта работа потребует значительных финансовых и дозовых затрат. Поэтому Международная координационная группа экспертов не рекомендовала продолжать работы по этому направлению. Таким образом, при создании НБК не будут учтены исходные данные для реализации основной цели второй фазы ПОМ – подготовка к извлечению ТСМ.

Заключение

В Украине и на международном уровне были приложены беспрецедентные усилия по выработке комплексного подхода для решения проблемы преобразования ОУ в экологически безопасную систему. Кульминацией этих усилий стало принятие ПОМ. Основной целью всех мероприятий по преобразованию является «защита персонала, населения и окружающей среды от опасности ядерных и радиоактивных материалов путем их извлечения, изоляции и захоронения». При этом предназначение НБК как последнего шага собственно перед началом преобразования ОУ в экологически безопасную систему было определено Законом Украины от 26 апреля 2001 г. «О внесении изменений в некоторые законы Украины в связи с закрытием Чернобыльской атомной электростанции». Закон предусматривает: «Конфайнмент – защитное сооружение, включающее в себя комплекс технологического оборудования для извлечения из разрушенного четвертого энергоблока Чернобыльской АЭС материалов, содержащих ядерное топливо, обращение с радиоактивными отходами и другие системы предназначены для осуществления деятельности по преобразованию этого блока в экологически безопасную систему и обеспечению безопасности персонала, населения и окружающей среды».

Реализация проектов ПОМ происходит не только с большим отставанием во времени, но и с очень большим отклонением от основной цели. Например, в технических требованиях к созданию НБК указано, что «должны быть обеспечены:

- минимально необходимые изолирующие от окружающей среды свойства конфайнмента;
- наличие внутри нового конфайнмента минимально необходимых технического пространства и оборудования для первичного обращения с радиоактивными материалами и отходами».

Таким образом, недостаточные технологические возможности, заложенные в основу будущего конфайнмента, отказ от разработки стратегии, технологии и прототипа извлечения ТСМ является прямым нарушением как Закона Украины, так и ПОМ.

Прошло 20 лет после аварии на 4-м энергоблоке и восемь лет с начала работ согласно ПОМ. К сожалению, из работ, направленных на повышение безопасности и преобразования ОУ фактически выполнена только модернизация СПП и выполняются работы по стабилизации строительных конструкций, то есть график плана осуществления мероприятий сорван. Это вызвано несогласованностью регуляторных, сертификационных и административных процедур, недостаточной эффективностью работы ГУП, отсутствием единого проектанта и научного руководителя.

Для кардинального ускорения работ необходимо:

- возобновить активную работу Совместного комитета «Украина – ЕБРР» с целью оперативного решения возникающих проблем и проверки реализации мероприятий по ПОМ;
- назначить генерального проектировщика и научного руководителя, решение о назначении которых уже принято на государственном уровне;
- начать работы по созданию технологической цепи по обращению с ТСМ.

10. ЧАЭС: ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ СНЯТИЯ С ЭКСПЛУАТАЦИИ

Прошло уже более 5-ти лет, как, в соответствии с «Меморандумом о взаимопонимании между Правительством Украины и Правительствами стран «Большой Семерки» и Комиссией Европейского Содружества о закрытии Чернобыльской АЭС» 15 декабря 2000 года, последний работающий энергоблок № 3 ЧАЭС был остановлен.

Первые два энергоблока Чернобыльской АЭС были остановлены:

- 1-й энергоблок – 30.11.1996;
- 2-й энергоблок – 11.10.1991.

После окончательной остановки 3-го энергоблока Чернобыльская АЭС перестала быть энергогенерирующим предприятием и первой из отечественных АЭС стала на путь снятия с эксплуатации. К расположенным на площадке Чернобыльской АЭС ядерным установкам и объектам, предназначенным для обращения с радиоактивными отходами и ядерным топливом, которые подлежат снятию с эксплуатации, относятся:

- 1-й, 2-й и 3-й энергоблоки;
- первое хранилище отработанного ядерного топлива ХОЯТ-1, действующее по технологии «мокрого» хранения;
- временные хранилища жидких и твердых радиоактивных отходов.

Снятие с эксплуатации также подлежат другие объекты общестанционного назначения: вспомогательные, электротехнические, гидротехнические сооружения, пруд-охладитель.

На площадке Чернобыльской АЭС также расположен разрушенный запроектной аварией 4-й энергоблок (объект «Укрытие»), который по статусу является ядерно-опасным объектом и временным хранилищем неорганизованных радиоактивных отходов. Мероприятия, которые проводятся на объекте «Укрытие», квалифицируются как преобразование его в экологически безопасную систему.

Результатами осуществления первоочередных мер в период до 2010 года предусмотрено:

- прекращение эксплуатации 1-го, 2-го и 3-го энергоблоков;
- создание системы обращения с радиоактивными отходами Чернобыльской АЭС;
- завершение строительства и ввод в эксплуатацию конфаймента над объектом «Укрытие».

10.1. Перспективы решения проблемы

10.1.1. Подготовка к снятию и снятие ЧАЭС с эксплуатации

Снятие с эксплуатации Чернобыльской АЭС предусматривается осуществлять поэтапно по следующему варианту стратегии, выработанному на концептуальном уровне:

- 1) прекращение эксплуатации: завершающий этап эксплуатации энергоблоков, конечным этапом которого является извлечение ядерного топлива и перемещение его в хранилище отработанного ядерного топлива, предназначенного для долгосрочного хранения – ХОЯТ-2;
- 2) окончательное закрытие и консервация реакторных установок;
- 3) выдержка реакторных установок (на срок, в течение которого должно произойти естественное снижение уровня радиоактивного излучения до приемлемых уровней);
- 4) демонтаж реакторных установок.

Этот вариант стратегии снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС отвечает требованиям национальных норм и правил международных стандартов.

На этапе прекращения эксплуатации Чернобыльской АЭС осуществляются следующие мероприятия:

- 1) поддержание в безопасном состоянии энергоблоков № 1, 2, 3;
- 2) создание на площадке Чернобыльской АЭС инфраструктуры по обращению с отработанным ядерным топливом и радиоактивными отходами:
 - хранилища отработанного ядерного топлива № 2;
 - завода по переработке жидких радиоактивных отходов;
 - промышленного комплекса обращения с твердыми радиоактивными отходами;
- 3) подготовка к извлечению из энергоблоков ядерного топлива (включая выполнение мероприятий по безопасному обращению с дефектным отработанным ядерным топливом);
- 4) разработка и утверждение документов, необходимых для получения разрешения на начало первого этапа снятия энергоблоков с эксплуатации и для детального планирования работ:
 - программы снятия с эксплуатации энергоблоков 1, 2, 3 ЧАЭС;

- программ и проектов реализации этапа окончательного закрытия первой очереди и энергоблока № 3 Чернобыльской АЭС;
 - проекта вывода из эксплуатации пруда-охладителя;
 - проектов модернизации объектов инфраструктуры (электросети, водоснабжения, теплоснабжения, пожаротушения, телекоммуникации и т. п.);
 - программы (проекты) других программ (проектов), направленных на снижение финансовых расходов при снятии с эксплуатации;
- 5) освобождение систем, оборудования и трубопроводов энергоблока, выведенных из эксплуатации и использование которых не предусматривается, от потенциально опасных субстанций (горючих и химически опасных материалов, смазок и т. д.);
 - 6) окончательная остановка отдельных систем и элементов энергоблоков;
 - 7) организационно-технические мероприятия по управлению, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту систем, которые будут работать в дальнейшем, а также обеспечение контроля за их безопасностью;
 - 8) освобождение от ядерного топлива энергоблоков и хранилища отработанного ядерного топлива ХОЯТ-1;
 - 9) создание участков фрагментации крупногабаритного оборудования и технологических установок для дезактивации, дезактивация отдельных элементов систем, оборудования, трубопроводов и помещений энергоблоков;
 - 10) проведение обследования помещений, оборудования и трубопроводов, а также осуществление расчетов с целью прогнозирования перечня и объемов радиоактивных отходов, которые образуются в будущем при снятии энергоблоков с эксплуатации;
 - 11) освобождение энергоблоков от накопленных во время их эксплуатации жидких радиоактивных отходов и частичное освобождение от твердых радиоактивных отходов;
 - 12) частичный демонтаж внешнего, относительно реактора, оборудования.

За время после окончательной остановки станции был выполнен комплекс работ по подготовке к снятию ЧАЭС с эксплуатации. Разработаны: техническая документация на этап прекращения эксплуатации, программы прекращения эксплуатации энергоблоков № 1, 2, 3, Концепция, Общегосударственная программа снятия с эксплуатации, Интегрированная программа обращения с РАО.

После закрытия Чернобыльской АЭС были решены основные проблемы нормативно-правового характера. Это позволило решать производственные и социальные проблемы на новом этапе деятельности.

Среди наиболее весомых «физических» работ, которые были выполнены в течение 5 лет по подготовке к снятию с эксплуатации, можно выделить:

- проведение Комплексного инженерного радиационного обследования (КИРО) всех трех энергоблоков;
- проведение научно-исследовательских работ по определению состояния оборудования реакторных установок и строительных конструкций блока № 3;
- снятие с регистрации 168 трубопроводов (из 355, которые зарегистрированы в органах надзора) и 583 единицы оборудования (из зарегистрированных 1470 единиц);
- освобождение от масел оборудования машинного зала всех трех блоков и маслохозяйства главных циркуляционных насосов энергоблоков № 1, 2, 3;
- проведение реконструкции и модернизации оборудования на 28 системах, которые остаются в эксплуатации на следующих этапах снятия ЧАЭС с эксплуатации.

Однако до освобождения энергоблоков от отработанного ядерного топлива работы по выводу из эксплуатации основных систем и оборудования реакторных установок не могут быть выполнены.

После высвобождения энергоблоков и ХОЯТ-1 от отработанного ядерного топлива на площадке ЧАЭС не останется ядерных установок и станция сможет приступить непосредственно к работам по снятию с эксплуатации.

На первом этапе снятия с эксплуатации – этапе окончательного закрытия и консервации реакторных установок – должны быть реализованы такие основные мероприятия:

- 1) демонтаж внешних, относительно ядерного реактора, систем и элементов установок, которые не влияют на безопасность и не используются в работе на последующих этапах;
- 2) укрепление барьеров, предотвращающих распространение радиоактивных веществ в окружающую среду;
- 3) надежная консервация частей установок, которые не демонтируются;
- 4) создание условий для обеспечения временно контролируемого хранения радиоактивных веществ на установках;

5) сбор и кондиционирование радиоактивных отходов, которые образуются во время упомянутых работ, и передача этих отходов специализированным предприятиям.

На этапе выдержки реакторных установок будут реализованы такие основные мероприятия:

1) эксплуатация систем и элементов, обеспечивающих безопасное хранение радиоактивных веществ, которые содержатся в законсервированных установках;

2) периодическое обследование состояния законсервированных установок.

На этапе демонтажа реакторных установок будут осуществлены демонтаж и извлечение систем и элементов, которые подлежат контролю как источники ионизирующих излучений, а также размещение их на территории установок в хранилищах радиоактивных отходов.

Однако для решения всех этих задач в запланированные сроки, в первую очередь, нужно создать на площадке Чернобыльской АЭС инфраструктуру по обращению с отработанным ядерным топливом и радиоактивными отходами.

В соответствии с Комплексной программой снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС, утвержденной Постановлением Кабинета Министров Украины от 29 ноября 2000 года № 1747, на промышленной площадке Чернобыльской АЭС по программам международной технической помощи ведется строительство объектов, связанных со снятием с эксплуатации Чернобыльской АЭС. Это три больших проекта, два из которых администрирует ЕБРР (реализуются за счет средств счета ядерной безопасности ЕБРР):

- хранилище отработанного ядерного топлива – ХОЯТ-2
- завод по переработке жидких радиоактивных отходов – ЗПЖРО

и один проект, который реализуется за счет программы ТАСИС:

- промышленный комплекс обращения с твердыми РАО – ПКОТРО.

Отставание от начальных сроков реализации этих проектов по всем проектам составляет несколько лет: от 3-х лет по ПКОТРО, до 5-и лет по ЗПЖРО, 6-и лет по ПОМ-SIP и 8-и лет по ХОЯТ-2. С учетом изменений объемов и сроков выполнения работ по дополнительным соглашениям отставание от согласованных графиков составляет от 1-го (ПКОТРО) до 5-и лет (ХОЯТ-2).

Анализ состояния выполнения международных проектов по снятию с эксплуатации ЧАЭС и преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему выявил целый ряд недостатков, которые имеют как объективный характер, связанный с уникальностью и объемами работ, которые выполняются на площадке Чернобыльской АЭС, так и субъективный характер, связанный, в частности, с недостатками управления международными проектами.

Строительство завода по переработке жидких радиоактивных отходов (ЗПЖРО)

ЗПЖРО – это комплексное предприятие, которое обеспечивает извлечение жидких РАО из емкостей хранения, прием, подготовку, отверждение, упаковку и временное хранение (до 280-и 200-литровых бочек) кондиционных ЖРАО.

Для размещения ЗПЖРО избрана (согласованная с Минэкобезопасности и утвержденная приказом № 14 Министерства Энергетики Украины от 15.01.1999 р.) площадка в пределах охраняемого периметра ЧАЭС близ хранилища жидких отходов (ХЖО) первой очереди. Завод будет связан с емкостями хранения ХЖО системой технологических трубопроводов, проложенных в существующей закрытой эстакаде.

Производительность завода по выходным ЖРО составляет 2500 м³/год. Проектный срок эксплуатации ЗПЖРО – не менее 20 лет.

Конечный продукт (отвержденные жидкие отходы в виде цементного компаунда) упаковывается в 200-литровые бочки. Местом долгосрочного контролируемого хранения кондиционированных РАО будет ЛОТ-3 Промышленного комплекса по обращению с твердыми радиоактивными отходами. Бочки с конечным продуктом будут перевозиться в железобетонных транспортно-защитных контейнерах КТЗ-3.0.

Проект ЗПЖРО утвержден Распоряжением Кабинета Министров Украины «Об утверждении проекта «Чернобыльская АЭС. Завод по переработке жидких радиоактивных отходов» от 22 марта 2001 г. № 105р.

Завод по переработке жидких радиоактивных отходов сооружается «под ключ» консорциумом в составе BELGATOM\SGN\FINMECANNICA Sp D'AZI A ANSALDO NUCLEARE.

На рисунках 10.1.1 и 10.1.2 изображены внешний вид ЗПЖРО и узел переработки жидких отходов.

Первоначальная стоимость контракта составляла 17 400 000 евро, но после внесения ряда дополнений стоимость контракта составила 25 700 005 евро.

Финансирование работ по контракту осуществляется Европейским банком реконструкции и развития со «Счета ядерной безопасности».



Рис. 10.1.1. Внешний вид ЗПЖРО



Рис. 10.1.2. Узел переработки жидких отходов ЗПЖРО

Сроки выполнения работ: первоначальный – 31.12.2001 г. В августе 2005 г. было принято Дополнение № 7 к Контракту на строительство ЗПЖРО, в котором определены новые ключевые даты реализации проекта и дополнительное финансирование для его завершения. В соответствии с дополнением стоимость Контракта превышает 33 млн евро. Согласно этому дополнению введение в эксплуатацию завода (первая активная бочка) предусматривается 14.06.2006 г., завершение проекта 21.08.2007 г.

В настоящее время проектные, строительные и монтажные работы близки к завершению

(выполнение 97%). Основные работы, которые остались, – это испытание оборудования, пуско-наладочные работы.

Ввод в эксплуатацию планируется реализовывать в две фазы:

– фаза 1 – ввод в эксплуатацию завода 25.04.2006 с подключением к нему только одной системы извлечения (для баков емкостью 5000 м³ (концентрат), а также продолжение работ по монтажу двух других систем извлечения;

– фаза 2 – подключение к заводу еще двух систем извлечения для баков емкостью 1000 м³ и 5000 м³ (перлит, смолы) и 20.03.2007 г. введение в эксплуатацию всего объекта в целом.

При этом будет перераспределена руководящая роль в реализации проекта по фазам: фаза 1 – руководящая роль Белгатома, фаза 2 – руководящая роль ГСП ЧАЭС с технической поддержкой со стороны Белгатома.

После подписания дополнительного соглашения № 7 положение с реализацией этого проекта можно признать наиболее удовлетворительным из всех международных проектов, которые реализуются на площадке ЧАЭС.

Строительство промышленного комплекса по обращению с твердыми радиоактивными отходами (ПКОТРО)

ПКОТРО предназначен для извлечения твердых РАО из хранилища твердых РАО ЧАЭС, их переработки, упаковки и временного хранения и состоит из трех объектов:

– Лот 1 – Установка по извлечению твердых РАО из хранилища твердых РАО (ХТО) ЧАЭС.

– Лот 2 – Завод по переработке твердых РАО (расположены на промышленной площадке ЧАЭС).

– Лот 3 – Специально оборудованное приповерхностное хранилище твердых радиоактивных отходов (расположено в Зоне отчуждения на территории комплекса «Вектор») для захоронения кондиционированных на ЗПТРО и Лот 2 РАО.

По дополнительному соглашению выполняется также модернизация здания 84 (хранилище жидких и твердых отходов – ХЖТО), в котором планируется разместить промежуточное хранилище для высокоактивных и длительно существующих РАО (ВАО и ДСО) для возможности размещения на временное хранение РАО, которые образуются при выполнении подготовительных работ по НБК.

В 2001 году в рамках программы TACIS был подписан контракт № 1L10/99 на строительство промышленного комплекса по обращению с твердыми радиоактивными отходами (далее – ПКОТРО) с немецкой компанией RWE NUKEM GmbH (Подрядчиком). Строительно-монтажные работы на Лоте 1 и Лоте 2 выполняет частное малое научно-внедряющее инновационное предприятие «Струм». Строительство Лота 3 выполняет Корпорация «Укртрансстрой».

Первоначальная стоимость контракта составляла 33 300 000 евро, но после внесения ряда дополнений стоимость контракта составила 47 722 000 евро, в том числе вклад €К 44 000 000 евро, Украины – 3 422 000 евро.

Сроки выполнения работ: первоначальный – 01.03.2004 г., в соответствии с дополнительным соглашением № 3 – по Лотам 1 и 2 25.07.2006 г., по Лоту 3 – 16.05.2006 г., по ХЖТО – 22.10.2005 г.

Но в начале осени 2005 г. Подрядчик подтвердил увеличение сроков по Лотам 1 и 2 на 11 месяцев, по Лоту 3 – увеличение на 4 месяца. Впервые Подрядчиком было признано отставание и по хранилищу ВАО и ДСО в здании 84 (ХЖТО) – увеличение на 3 месяца. По данным на конец 2005 г., введение в эксплуатацию хранилища ВАО и ДСО в здании 84 планируется на апрель 2006 г.

Невыполнение этих новых, предложенных подрядчиком, сроков однозначно приведет к срыву работ по подготовке площадки для строительства НБК объекта «Укрытие».

Вопросы о неудовлетворительном состоянии выполнения проекта ПКОТРО и необходимости дополнительного финансирования завершения строительства ПКОТРО были обсуждены на встречах в МЧС с представителями Еврокомиссии, которые состоялись в конце 2005 года. Проработаны общие (ЕК-МЧС) подходы к улучшению состояния реализации проекта ПКОТРО.

Среди технических проблем ПКОТРО следует выделить:

– Недостаточную обоснованность эффективности системы сортировки Лота 2 по определению содержания α -излучателей в твердых РАО. Это подвергает сомнению корректность определения характеристик конечного продукта – контейнеров с РАО, которые будут захораниваться в приповерхностном хранилище (Лот 3).

– Сложилась ситуация, когда строительство хранилища по Лоту 3 уже ведется, а анализ его безопасности остается неудовлетворительным, не установлены критерии принятия РАО

на захоронение в нем. Без установления таких критериев ставится под угрозу ввод в действие объектов по переработке РАО – ЗПЖРО и Лоту 2, поскольку может возникнуть ситуация, когда кондиционированные на них РАО не смогут быть захоронены в специально построенном для этого хранилище (Лот 3) из-за несоответствия характеристик РАО критериям хранилища.

10.1.2. Преобразование объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему

Объект «Укрытие» по статусу является ядерно-опасным объектом и временным хранилищем неорганизованных радиоактивных отходов. Однако он не отвечает требованиям, которые предъявляются к хранилищам длительно существующих и высокоактивных отходов (ДСО и ВАО). Создание достаточно надежных технических барьеров для постоянной изоляции (консервирования) топливосодержащих материалов (ТСМ) внутри объекта связано с экологической опасностью объекта «Укрытие» в его сегодняшнем состоянии для окружающей среды. Потому преобразование объекта «Укрытие» должно предусматривать извлечение ТСМ и ВАО из объекта, перевод их в безопасное состояние, промежуточное контролируемое хранение и захоронение в глубоководных хранилищах (в стабильных геологических формациях), если к началу извлечения ТСМ (ориентировочно 30–50 лет) не будет предложен альтернативный путь обеспечения безопасности хранения ТСМ в объекте «Укрытие».

Преобразование объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему достигается путем реализации трех основных фаз. На первой фазе путем минимизации текущих рисков существующего объекта «Укрытие» должна быть достигнута преимущественно техническая цель безопасности в ближайшей перспективе. Вторая фаза является переходной, то есть подготовительной к заключительной, третьей фазе. На третьей фазе предусматривается перевод ТСМ в полностью контролируемое состояние либо путем полного извлечения из объекта «Укрытие», либо полностью контролируемого хранения остатков ТСМ в пределах объекта.

В рамках этих фаз объект «Укрытие» преобразуется в экологически безопасную систему путем реализации таких этапов:

- 1) поддержание в безопасном состоянии объекта «Укрытие»;
- 2) разработка и утверждение нормативной и проектной документации по преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему;
- 3) создание необходимой инфраструктуры для осуществления деятельности по стабилизации объекта «Укрытие» и строительству нового конфайнмента;
- 4) стабилизация имеющегося объекта, повышение эксплуатационной надежности и долговечности конструкций и систем, которые обеспечивают контроль показателей безопасности объекта «Укрытие»;
- 5) создание дополнительных защитных барьеров, в первую очередь конфайнмента, которые обеспечивают необходимые условия для технической деятельности на этапе преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, а также безопасность персонала, населения и окружающей среды;
- 6) демонтаж (ранний и отложенный) нестабильных конструкций объекта «Укрытие»;
- 7) разработка технологий извлечения из объекта «Укрытие» топливосодержащих материалов;
- 8) создание инфраструктуры для обращения с радиоактивными отходами объекта «Укрытие»;
- 9) создание хранилищ для захоронения (в частности, в геологических формациях) топливосодержащих материалов и долгоживущих радиоактивных отходов объекта «Укрытие»;
- 10) извлечение из объекта «Укрытие» (или перевод в контролируемое состояние) топливосодержащих материалов и долгоживущих радиоактивных отходов, их кондиционирование с последующим хранением и захоронением в соответствующих хранилищах;
- 11) демонтаж конструкций объекта «Укрытие» и элементов конфайнмента.

Последовательность осуществления отмеченных мероприятий и объемы работ должны корректироваться с учетом результатов выполнения Плана осуществления мероприятий на объекте «Укрытие».

План осуществления мероприятий на объекте «Укрытие» (ПОМ-SIP) реализуется в соответствии с Рамочным соглашением между Украиной и ЕБРР о деятельности Чернобыльского фонда «Укрытие».

Всего этим планом предусматривалось выполнение 22-х задач и задачи по управлению проектом. Первоначально предусматривалось в 2004 году завершить строительство конфайнмента, а в 2007 году завершить работы по демонтажу и закончить выполнение проекта.

Проблемные вопросы

Главной проблемой для завершения работ на объекте «Укрытие» по Плану осуществления мероприятий ПОМ-SIP является наполнение Чернобыльского фонда «Укрытие» (ЧФУ) средствами, необходимыми для завершения работ по проекту.

Следующая таблица иллюстрирует состояние финансирования проекта.

Основание	Стоимость
Начальная оценка ПОМ (отчет TACIS 1997 года)	~ 758 млн дол.
Общая сметная оценка ПОМ (май 2005 года)	~ 1091 млн дол.
Сумма использованных средств (на 01.09.2005)	~ 376 млн дол.
Общая сумма, необходимая для завершения ПОМ	~ 1350 млн дол.
Сумма собранных средств (до 2005 года)	~ 645 млн евро
Накопленные проценты (до 2005 года)	~ 45 млн евро
Всего собрано на начало в 2005 году	~ 690 млн евро
Новая заявленная сумма (май 2005 года)	~ 230 млн дол.
Общая сумма заявленных средств	~ 920 млн дол.
Дефицит средств с учетом НБК	~ 200 млн дол.
Дефицит средств с учетом РАО	~ 300 млн дол.

Как свидетельствуют данные таблицы, уточненная стоимость ПОМ составляет 1091 млн долларов США против предыдущей оценки в 758 млн долларов США. Общая сумма заявленных странами-донорами средств на осуществление ПОМ составляет около 920 млн долларов США. Кроме того, стоимость работ по строительству нового безопасного конфаймента (НБК) существенно превышает сумму средств, которые были запланированы группой управления проектом. То есть, с учетом расходов на НБК дефицит средств может достичь 200 млн долларов США.

Второй по важности является проблема обращения с радиоактивными отходами (РАО). В настоящее время в ЕБРР находится пакет функциональных спецификаций на первоочередные объекты интегрированной схемы обращения с РАО. Бюджет проектов, которые необходимо выполнить в первую очередь и невыполнение которых может негативно повлиять на последующую реализацию ПОМ-SIP, составляет приблизительно 100 млн долларов США (эта сумма не входит в вышеприведенный бюджет 1091 млн долларов США). Вопрос финансирования этой программы рассматривался на Ассамблеях доноров ЧФУ в 2004 г., но, к сожалению, до сих пор решение не принято.

Таким образом, суммарный дефицит средств для завершения ПОМ может достичь 300 млн долларов США. Необходимо заручиться поддержкой стран «Большой Восьмерки» и ЕС для того, чтобы правительства стран-доноров дали согласие на поэтапное выделение дополнительных средств для завершения работ по проекту ПОМ-SIP.

Проблемой, о которой необходимо напомнить, является несогласованность стратегии последующих действий по комплексу работ, связанных с топливосодержащими материалами.

Позиция МЧС заключается в том, что безопасной система будет лишь после извлечения топливосодержащих материалов и РАО из-под новой оболочки. Поэтому для решения будущих задач по преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему следует уже сейчас привлекать международное сообщество для решения этой проблемы. Необходимо возобновить на уровне рабочей группы разработку программы реализации Фазы 3, которая позволит полностью решить проблему преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему и продемонстрировать международному сообществу способность совместными усилиями ликвидировать наиболее тяжелые ядерные и радиационные аварии.

Среди текущих проблем следует отметить проблему обращения с радиоактивно загрязненной водой объекта «Укрытие». Необходимо разработать более общую схему обращения с радиоактивно загрязненной водой на площадке ЧАЭС. Решение этой проблемы предлагается именно в рамках создания интегрированной схемы обращения с РАО.

10.2. Создание инфраструктуры для долгосрочного безопасного хранения отработанного ядерного топлива ЧАЭС

10.2.1. Общая характеристика отработанного ядерного топлива ЧАЭС

По состоянию на конец 2005 года, общее количество отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) на Чернобыльской АЭС составляет 21 284 штуки, 68 неотработанных ТВС и 3 необлученных тепловыделяющих элемента (ТВЭЛ) при общей массе урановой смеси 2393,071 тонны.

В здании хранилища свежего топлива находится 68 свежих ТВС и 3 необлученных ТВЭЛа.

В активных зонах реакторов 1-го и 3-го энергоблоков находится 2375 ОТВС, в бассейнах выдержки блоков 1, 2, 3 – 3306,5 ОТВС. Вообще на энергоблоках 5681,5 ОТВС. В бассейнах выдержки хранилища отработанного ядерного топлива (ХОЯТ-1) хранится 15 603 ОТВС.

Ядерное топливо подлежит вывозу из энергоблоков ЧАЭС для долговременного безопасного хранения в новом хранилище отработанного ядерного топлива ХОЯТ-2 ЧАЭС.

10.2.2. Состояние дел по строительству нового хранилища отработанного ядерного топлива ХОЯТ-2

ХОЯТ-2 должно было принять на долгосрочное (100 лет) хранение все отработанное ядерное топливо, за исключением дефектного топлива.

Предусматривалось, что каждая топливная сборка будет разделена пополам, каждая половинка ТВС (один пучок тепловыделяющих элементов – ТВЭЛов) будет помещена в так называемый герметичный патрон, 196 патронов (98 ТВС) будут помещены в герметичный сухой экранированный пенал, а 4 пенала размещены в одном бетонном модуле хранения. Их изображение приведено на рисунке 10.2.1.



Рис. 10.2.1. Бетонный модуль хранения и сухой экранированный пенал с патронами с отработанным ядерным топливом

Таким образом, планировалось выполнить требования регулирующего органа об организации двух дополнительных барьеров безопасности при хранении отработанного ядерного топлива (ОЯТ).

Контракт ChNPP «Промежуточное хранилище отработанного ядерного топлива РБМК» (ХОЯТ-2 ЧАЭС) было подписано 7 июля 1999 г. консорциумом в составе представителей: Framatome (лидер), Campenon Bernard-SGE и Bouygues Travaux Publics (Подрядчик).

Первоначальная стоимость контракта – 52 467 000 евро + 18 510 600 дол. США, первоначальный срок выполнения работ с 14.06.99. по 15.03.03. Проект финансируется на средства международной технической помощи со «Счета ядерной безопасности» ЕБРР.

Было подписано 7 дополнительных соглашений. По состоянию на конец 2005 года, общая стоимость проекта составляет 95 720 005 евро (в эквиваленте). Согласно последнему дополнительному соглашению, окончание контракта предусматривалось 31.08.2005 г.

Проект хранилища, разработанный Подрядчиком, прошел государственную экспертизу и Постановлением КМУ от 11 июля 2001 года № 269-р был утвержден. Однако в апреле 2003 года реализация проекта была остановлена ЧАЭС из-за недостатков проекта, которые делают невоз-

возможным лицензирование объекта ХОЯТ-2 и его последующую безопасную эксплуатацию. Среди основных недостатков проекта – отсутствие или несоответствие требованиям нормативной документации и технической спецификации по обращению с отработанными тепловыделяющими сборками (ОТВС). Ответом на сообщение Заказчика о прекращении работ по проекту стало создание Подрядчиком независимой экспертной группы из представителей компаний группы «AREVA» для анализа проекта и разработки корректирующих проектных решений. В конце 2003 года группа представила финальные концептуальные изменения проекта ХОЯТ-2 и началось согласование дополнительного соглашения № 8, подписание которого планировалось в апреле 2004 года. Однако в мае 2004 года Подрядчик обнаружил новую для него проблему – возможное наличие воды под оболочкой ТВЭЛов.

Следует отметить, что выводы независимого эксперта Б. Пелло, проводившего аудит по контракту с Европейским банком реконструкции и развития (ЕБРР), свидетельствуют о том, что Подрядчик с самого начала должен был допускать наличие воды под оболочкой ТВЭЛов в негерметичных ТВС, которая может появиться в процессе длительного «мокрого» хранения. Предложенные Подрядчиком решения (негерметичная пористая вставка в патрон) не отвечали требованиям регулирующего органа об организации двух барьеров безопасности при хранении ОЯТ.

В ноябре 2004 года Ассамблея Доноров рассмотрела вопрос о состоянии реализации проекта ХОЯТ-2, где были рассмотрены позиции Заказчика и Подрядчика по решению проблемы наличия воды в негерметичных ОТВС. По результатам переговоров был подписан меморандум о поэтапной реализации проекта:

- достройка ХОЯТ-2 для приема герметичных ОЯТ (около 95% от всего топлива)
- обоснование концепции и технологий хранения негерметичных ОТВС.

На Ассамблее Доноров в мае 2005 года была представлена согласованная Заказчиком и Подрядчиком презентация, основанная на следующем подходе:

- применение двубарьерной системы хранения ОТВС (герметичные патроны с пучками ОТВС в пенале);
- на хранение в ХОЯТ-2 будут направляться только ОТВС группы I (ОТВС), которые будут храниться в герметичных патронах, без использования пористой вставки.
- ответственность за 100% дополнительную характеризацию ОТВС (топливных сборок на ОТВС групп I и II) возлагается на Заказчика;
- для ОТВС группы II предложено другое концептуальное техническое решение с использованием вентилируемого сооружения.

Ассамблея потребовала от сторон контракта сосредоточиться на окончательном определении обоснования безопасности для обращения с ОТВС группы I и определить условия Дополнительного соглашения № 8 таким образом, чтобы оно предусматривало обращение с ОТВС группы I.

На заседании Ассамблеи доноров в июле 2005 года в Лондоне был сделан доклад представителем Подрядчика о результатах проведенной работы и достигнутых согласованных решениях между Заказчиком и Подрядчиком относительно технической стороны проблемы. По этим решениям в объем работ по ХОЯТ-2 должны войти только 95% отработанного топлива, а 5% топлива (негерметичное) изъято из объемов работ по ХОЯТ-2. Представитель Подрядчика доложил о финансовых последствиях предложенных технических решений (приблизительно 75 миллионов евро) и сроки завершения строительства (52,5 месяцев после возобновления работ).

По результатам Ассамблеи доноров 20 июля 2005 года, были приняты следующие решения:

- Необходимо провести независимый аудит проекта ХОЯТ-2 с целью выяснения технических причин изменений объемов работ, начиная с 1999 года и связанного с этим увеличения стоимости.

- Параллельно с проведением аудита должны быть продолжены некоторые работы по проекту ХОЯТ-2 (по обоснованию безопасности).

Следует отметить, что в связи с задержкой введения в эксплуатацию ХОЯТ-2 Украина несет убытки и в финансовом, и в политическом плане:

- каждый год на поддержание в рабочем состоянии систем, оборудования по обращению с ядерным топливом и на содержание лицензированного персонала ЧАЭС дополнительно использует около 15 млн евро бюджетных средств. То есть, за 6 лет задержки по достройке ХОЯТ-2 это составляет около 90 млн евро, изъятых из бюджета Украины;

- задержка реализации проекта ХОЯТ-2 влечет за собой не только значительный рост расходов украинского бюджета на эксплуатацию Чернобыльской АЭС, но и увеличивает риск с точки зрения безопасности в связи с исчерпанием ресурсов систем и оборудования, вызванным

хранением ОЯТ в существующих сооружениях (проектный ресурс: для сооружений и оборудования энергоблока 1 – в 2007 году, энергоблока 2 – в 2008 году, существующего ХОЯТ – в 2016 году);

– 5% негерметичных топливных сборок, изъятых из объемов работ по ХОЯТ-2, по которым до сих пор нет решения по обращению с ними, приведет к дополнительным финансовым расходам в 60–80 млн евро;

– нерешение проблем по ХОЯТ-2 может привести к задержке работ по Новому безопасному конфайменту (НБК), ведь к началу демонтажа венттрубы ВТ-2 и надвижки Арки НБК из 3-го энергоблока должно быть вывезено все ядерное топливо.

10.2.3. Мероприятия по обращению с отработанным ядерным топливом ЧАЭС на период до 2010 года

Реализация процесса высвобождения энергоблоков от ядерного топлива является основным фактором, который определяет длительность этапа прекращения эксплуатации. Длительность прекращения эксплуатации непосредственно влияет на срок эксплуатации действующих систем безопасности и поддержание энергоблоков в безопасном состоянии.

Согласно «Концепции снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС» ядерное топливо подлежало вывозу из энергоблоков ЧАЭС в хранилище отработанного ядерного топлива (ХОЯТ-2) для долговременного безопасного хранения после введения его в эксплуатацию в середине 2005 года. В настоящее время, учитывая, что:

- не определены сроки введения в эксплуатацию ХОЯТ-2;
- невозможна надвижка в проектное положение нового безопасного конфайнмента без проведения демонтажа вентиляционной трубы 2-й очереди ЧАЭС;
- заканчиваются проектные сроки эксплуатации реакторной установки энергоблока № 1 в сентябре 2007 года, энергоблока № 2 – в декабре 2008 года;
- постоянно растут расходы на поддержание энергоблоков ЧАЭС в безопасном состоянии; принято решение о вывозе ОЯТ на временное сохранение в существующий ХОЯТ-1.

Однако это – далеко непростая задача, потому что в штатном режиме хранения в ХОЯТ-1 может быть загружено только около 75% всего имеющегося отработанного ядерного топлива. Для решения этой задачи необходимо провести модификацию ядерной установки ХОЯТ-1, перейдя на уплотненное хранение топлива. Аналогичная задача была успешно решена на Ленинградской АЭС и МЧС Украины рассчитывает на помощь российских коллег в решении этой задачи.

Отработано концептуальное решение по модификации ядерной установки ХОЯТ-1, разрабатывается техническое решение на монтаж.

Следует отметить, что МЧС и Чернобыльской АЭС необходимо комплексное решение проблемы отработанного ядерного топлива ЧАЭС, которое будет включать решение проблем негерметичного и дефектного топлива, будет учитывать ресурс ядерных установок ЧАЭС и срок завершения работ по проекту ХОЯТ-2. Оно состоит из параллельного выполнения следующих 3-х основных заданий:

1. Выгрузка отработанного топлива в существующее временное хранилище ХОЯТ-1 «мокрого» типа, о чем уже упоминалось ранее.

2. Продолжение сотрудничества с Подрядчиком проекта ХОЯТ-2 (Фраматом): проведение параллельных с аудитом работ по разработке документации на модернизацию проекта ХОЯТ-2 и, в случае положительных выводов аудита и успешном согласовании проектной документации с регулирующими органами Украины, возобновления работ по проекту и завершение строительства ХОЯТ-2 в максимально короткие сроки. Проведенные переговоры ЧАЭС с Фраматомом позволяют в ближайшее время возобновить работы по проекту и завершить строительство ХОЯТ-2 в кратчайшие сроки.

3. Решение проблемы обращения с негерметичным топливом на основе применения российской технологии хранения ОТВС в металлическом контейнере. Причем, эти же контейнеры можно использовать и для выгрузки топлива с ХОЯТ-1 в 2008–2010 гг. до ввода в эксплуатацию ХОЯТ-2.

При определении последовательности высвобождения энергоблоков от ОЯТ основным фактором является окончание проектного ресурса энергоблока № 1 и необходимость полного высвобождения энергоблока № 3 от ОЯТ для создания условий выполнения работ, запланированных в рамках SIP (удаление вентиляционной трубы 2-й очереди, надвижка нового безопасного конфайнмента).

Коллективная доза облучения при подготовительных, технологических и транспортных операциях с ядерным топливом, с учетом длительной выдержки, выгрузка ядерного топлива, техни-

ческого обслуживания, ремонта оборудования, исходя из опыта эксплуатации, будет составлять около 1960 мЗв.

Коллективная доза облучения при уплотненной схеме хранения ОЯТ на ХОЯТ-1, исходя из опыта эксплуатации, будет составлять около 940 мЗв.

В 2006–2007 гг. должно быть выполнено ТЭО для выбора наиболее оптимального решения по обращению с дефектными ОТВС, а в 2008–2009 гг. разработан проект модификации ядерной установки под хранение дефектного топлива, в рамках которого имеющееся на площадке ЧАЭС дефектное ядерное топливо должно быть дополнительно обследовано и разработаны соответствующие рекомендации.

Согласно предварительным расчетам, высвобождение энергоблоков ЧАЭС от отработанного ядерного топлива планируется завершить до 2009 года, а от дефектного ядерного топлива – в середине 2010 года.

Освобождение ХОЯТ-1 от ядерного топлива планируется после строительства ХОЯТ-2, ориентировочный срок ввода в эксплуатацию которого – 2010 год. К этому сроку необходимо выполнить реконструкцию транспортной технологической части ХОЯТ-1 в объеме, достаточном для организации безопасного вывоза ядерного топлива.

11. ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

После аварии на ЧАЭС в Украине образовались громадные объемы радиоактивных отходов (РАО), которые существенно превышают объемы РАО, накапливающиеся вследствие эксплуатации АЭС и других видов деятельности.

Целью данного раздела является анализ основных проблем, связанных с обращением с РАО, которые возникли после аварии на четвертом блоке Чернобыльской АЭС, в контексте необходимости создания общегосударственной системы обращения с радиоактивными отходами. Для этого рассмотрены:

- основные принципы государственной политики и направления деятельности в сфере обращения с РАО;
- объемы и характеристики РАО чернобыльского происхождения;
- объемы и характеристики РАО, которые накапливаются в Украине вследствие производства электроэнергии на АЭС и других видов деятельности;
- текущая практика обращения с РАО;
- факторы отрицательного влияния вследствие отсутствия в стране долгосрочной стратегии обращения с РАО на экономику, национальную безопасность, социально-психологическое состояние общества, окружающую среду;
- причины, сдерживающие создание общенациональной системы обращения с РАО;
- основные мероприятия, которые необходимы для решения этой проблемы.

11.1. Чернобыльская составляющая в общей системе обращения с РАО

11.1.1. Основные принципы государственной политики и направления деятельности в сфере обращения с РАО [1]

Основные принципы государственной политики в сфере обращения с РАО определены в Законе Украины «Об обращении с радиоактивными отходами» [2] и Государственной программе обращения с радиоактивными отходами, которая утверждена постановлением Кабинета Министров Украины от 25 декабря 2002 г. № 2015 [3]. Это, прежде всего:

- приоритет защиты жизни и здоровья персонала и населения, окружающей природной среды от влияния радиоактивных отходов в соответствии с государственными нормами радиационной защиты;
- гарантирование надежной изоляции РАО;
- обеспечение государственного регулирования обращения с РАО;
- разделение функций государственного регулирования и управления в сфере обращения с РАО;
- разделение функций органов государственного управления в сфере использования ядерной энергии и в сфере обращения с РАО;
- ответственность за безопасность при обращении с РАО, до передачи их специализированным предприятиям, возложена на производителей РАО;
- ограничение времени хранения РАО у производителей отходов с последующей передачей их специализированным предприятиям по обращению с РАО;
- захоронение долгосуществующих РАО должно осуществляться исключительно в геологическом хранилище, краткосуществующие РАО могут захораниваться в поверхностных хранилищах;
- принятие решений о размещении новых хранилищ РАО с участием граждан, общественных объединений, а также органов местного самоуправления;
- запрещение ввоза на территорию Украины РАО для их хранения или захоронения;
- международное сотрудничество в сфере обращения с радиоактивными отходами.

В соответствии с принципами государственной политики определены следующие основные направления деятельности:

- централизация размещения установок для обращения с РАО и их хранилищ;
- преобразование разрушенного четвертого энергоблока Чернобыльской АЭС в экологически безопасную систему;
- создание и функционирование единой государственной системы учета и контроля РАО;
- создание геологического хранилища для захоронения долгосуществующих и высокоактивных РАО;
- разработка новых и внедрение передовых технологий обращения с РАО;
- научно-техническая и информационная поддержка работ в сфере обращения с РАО;
- развитие нормативно-правовой базы по вопросам обращения с РАО;
- расширение международного сотрудничества в сфере обращения с РАО.

11.1.2. РАО чернобыльского происхождения

В результате аварии на ЧАЭС в зоне отчуждения и безусловного (обязательного) отселения сосредоточены значительные количества радиоактивных материалов, в том числе и РАО. Основными местами нахождения РАО в Зоне отчуждения являются:

- объект «Укрытие» (ОУ), или, в соответствии с [4], временное хранилище неорганизованных РАО;
- ПЗРО, или пункты захоронения РАО («Буряковка», «Подлесный», «3-я очередь ЧАЭС»);
- ПВЛРО, или пункты временной локализации РАО;
- природно-техногенная среда промплощадки ЧАЭС и прилегающей территории.

По состоянию на 2003 г. общее количество РАО в Зоне отчуждения (без ОУ) составляет около 2,8 млн м³. Из них в ПЗРО и ПВЛРО находится свыше 2,0 млн м³ РАО общей активностью около $7,4 \cdot 10^{15}$ Бк [5]. Общая активность радиоактивных веществ в природных объектах Зоны отчуждения (в поверхностном слое грунта, донных отложениях водоемов, растительности и др.) составляет свыше $8,5 \cdot 10^{15}$ Бк [5]. Общий объем радиоактивно-загрязненных материалов, сосредоточенных в зоне отчуждения, достигает 11 млн м³ [1]. Основной объем указанных отходов относится к краткосуществующим низко- и среднеактивным РАО.

РАО чернобыльского происхождения являются чрезвычайно разнообразными по радионуклидному составу, уровням удельной активности и вещественному составу. В отличие от других технологических типов, РАО чернобыльского происхождения характеризуются присутствием широкого спектра радионуклидов (в том числе имеющих значительные периоды полураспада). Большинство чернобыльских РАО хранятся в условиях, не отвечающих требованиям современных норм радиационной защиты. Так, для большинства хранилищ РАО Зоны отчуждения (за исключением ПЗРО «Буряковка» и «Подлесный») наблюдаются факты выхода радионуклидов за пределы хранилищ (например: загрязнение радионуклидами грунтовых вод). Это является следствием отсутствия адекватной системы инженерных барьеров, периодического подтопления части ПВЛРО и биогенного выноса радионуклидов.

РАО объекта «Укрытие»

В соответствии с [1, 6], в ОУ и на его промплощадке сосредоточено от 400 000 до 1 740 000 м³ РАО. По состоянию на начало 2005 г., их общая активность составляет приблизительно $4,1 \cdot 10^{17}$ Бк (пересчитано на основании данных [7, 8]).

Более чем 10% от общего объема РАО ОУ являются высокоактивными отходами (ВАО), которые представлены бетоном, металлическими конструкциями и оборудованием, материалами засыпки шахты реактора. Около 2800 т ВАО представляют собой топливосодержащие материалы (ТСМ), в том числе: лавоподобные ТСМ, фрагменты активной зоны реактора, реакторный графит, топливная пыль.

В ОУ происходит постоянное накопление воды атмосферного, грунтового, конденсационного и технологического происхождения. В результате взаимодействия воды с радиоактивными материалами образуются жидкие РАО (ЖРО). Из доступных помещений ОУ ежегодно откачивается до 900 м³ ЖРО, которые транспортируются в систему переработки и хранения жидких РАО на ЧАЭС [9].

В процессе эксплуатации ОУ, в том числе и при осуществлении мероприятий по преобразованию ОУ в экологически безопасную систему (этап стабилизации ОУ), образуются значительные объемы твердых РАО, которые в настоящее время захораниваются на ПЗРО «Буряковка». В 2002 г. эти объемы составили более 7700 м³ [9].

Пункты захоронения РАО

ПЗРО «Подлесный» построен для РАО с мощностью экспозиционной дозы (МЭД) до 50 Р/час, однако, в соответствии с решением Правительственной комиссии, здесь размещались РАО с МЭД до 250 Р/час. Общий объем РАО – $1,1 \cdot 10^4$ м³, принятая оценка суммарной активности, по данным инвентаризации 1990 г., составляет $2,6 \cdot 10^{15}$ Бк [10]. Результаты внешних обследований ПЗРО, которые проводились в последние годы, с учетом оценки активности РАО в этом хранилище, выполненной ВНИПИЭТ в 1991 г. ($2,6 \cdot 10^{18}$ Бк), дают основание допустить, что принятая оценка активности РАО является значительно заниженной [11]. Практически все РАО ПЗРО «Подлесный» являются долгосуществующими и подлежат захоронению в стабильных геологических образованиях. Наличие многочисленных трещин в бетонном фундаменте и стенах сооружения обуславливает необходимость обследования состояния его конструкций. Главной целью обследования должна быть оценка безопасности ПЗРО и разработка проекта его стабилизации на все время до сооружения геологического хранилища.

ПЗРО «3-я очередь ЧАЭС» был построен для РАО с МЭД до 1 Р/час, однако в нем тоже размещались отходы с более высокими МЭД. По данным обследования 1996 г., ПЗРО содержит $2,6 \cdot 10^3$ м³ низко- и среднеактивных РАО, в том числе долгосуществующих, суммарной активностью $4,7 \cdot 10^{14}$ Бк [11]. Атмосферные и грунтовые воды свободно проникают в хранилище из-за отсутствия гидроизоляции. ПЗРО «3-я очередь ЧАЭС» нуждается в обследовании с целью разработки проекта его стабилизации, а в перспективе – и ликвидации.

ПЗРО «Буряковка» создан в 1987 г. для размещения РАО с МЭД до 1 Р/час. Решением Правительственной комиссии было разрешено размещать в ПЗРО отходы с МЭД до 5 Р/час. В настоящее время эксплуатация ПЗРО продолжается. В нем размещено до $7,0 \cdot 10^5$ м³ РАО суммарной активностью около $2,45 \cdot 10^{15}$ Бк. Наличный свободный объем хранилища будет заполнен в ближайшее время, в связи с чем проектируется его реконструкция.

Пункты временной локализации РАО

ПВЛРО представляют собой территории, прилегающие к ЧАЭС с юга, запада и юго-запада, где в 1986–1988 гг. проводилась дезактивация местности с локализацией отходов дезактивации на месте в простых траншеях или буртах, которые не оборудовались инженерными барьерами. Считается, что в девяти ПВЛРО на общей площади около 10 км² сосредоточены до 1000 траншей и буртов. Более половины площадей ПВЛРО фактически не исследовались. ПВЛРО представлены загрязненными почвой, оборудованием, металлом, бетоном, строительными материалами, древесиной, остатками разрушенных строений, мусором и т. п.

По существующим оценкам [11], в ПВЛРО находится около $1,3 \cdot 10^6$ м³ отходов суммарной активностью $1,7 \cdot 10^{15}$ Бк. В основном это РАО низкой активности и отходы с уровнями активности ниже уровней снятия с регулирующего контроля. Практически все отходы содержат долгоживущие радионуклиды. Все ПВЛРО расположены на местности с высоким уровнем грунтовых вод; около 100 траншей постоянно или периодически подтапливаются, соответственно – радионуклиды свободно попадают в грунтовые воды.

РАО, сосредоточенные в природно-техногенной среде промплощадок ОУ, ЧАЭС и на прилегающей территории

По существующим оценкам (см. раздел 9), в техногенной среде локальной зоны ОУ после завершения работ по дезактивации осталось до 15 тыс. м³ РАО. По данным буровых работ и гамма-каротажных исследований, РАО находятся преимущественно в слое захороненной почвы мощностью 10–30 см (местами, значительно больше). РАО низкой и средней активности представляют собой загрязненные и перемешанные доаварийные почвы, загрязненные бетонные блоки и плиты, металлоконструкции, насыпные почвы (щебень, песок и др.), строительный мусор.

На промплощадке ЧАЭС находится приблизительно 500 тыс. м³ РАО низкой и средней активности, представленные загрязненными почвами, металлом, бетоном, оборудованием, разными материалами.

Значительное количество радиоактивных материалов сосредоточено в пруде-охладителе ЧАЭС. В его донных отложениях содержится более $0,2 \cdot 10^{15}$ Бк. Определенная часть донных отложений пруда-охладителя является РАО.

11.1.3. Распределение РАО по возможности захоронения

Возможности и подходы в отношении захоронения РАО чернобыльского происхождения следует рассматривать в контексте всей проблемы обращения с РАО в Украине.

В соответствии с требованиями украинского законодательства краткосуществующие РАО могут захораниваться в поверхностных хранилищах, а долгосуществующие – подлежат захоронению «только в твердом состоянии, в стабильных геологических формациях, с обязательным переводением их во взрыво-, пожаро-, ядернобезопасную форму, которая гарантирует локализацию отходов в пределах горного отвода недр» [2].

В таблицах 11.1.1 и 11.1.2 приведены обобщающие оценки объемов и активности РАО и отработанного ядерного топлива (ОЯТ), которые уже накоплены в Украине и возникнут за время эксплуатации, а также при выведении из эксплуатации существующих ныне реакторов. Здесь же оценены объем долгосуществующих РАО и их доля в общем объеме РАО.

Анализ данных, представленных в таблице 11.1.1, показывает, что в Украине подлежат захоронению от 3,3 до 4,6 млн м³ РАО. Из них от 2,9 до 4,2 млн м³ имеют чернобыльское происхождение и находятся в Зоне отчуждения. Их доля составляет приблизительно 90% по объему и приблизительно 10–15% по активности от общего объема и активности РАО в Украине.

Обобщающая оценка объемов РАО в Украине

Источник РАО	Общий объем РАО, тыс. м ³	Объем долгосуществующих РАО, тыс. м ³ (доля от общего объема РАО, %)
Остеклованные ВАО	0,1 (оценено по данным [12])	0,1 (100%)
Эксплуатационные РАО АЭС	230 [13]	3,3* (1%)
РАО при демонтаже реакторов АЭС	150 [6]	15 (10%)
Реактор ИЯИ НАН Украины	(7т) [1]	?
УкрГО «Радон»	5,3 [1]	?
Объект «Укрытие»	400...1740	44* (3...8%)
Промплощадка ОУ	15	?
Промплощадка ЧАЭС	500	?
ПВЛРО и ПЗРО	2000	12,5* (0,6%)
Всего	3300...4600	75 (2...3%)

* Согласно оценке [14].

Таблица 11.1.2

Обобщающая оценка объемов и активности отработанного ядерного топлива в Украине [12]

Источник ОЯТ	Общий вес, т урана	Оценка общей активности, Бк
ВВЭР-1000	8200	$3,4 \times 10^{20}$
РБМК-1000	2400	$4,8 \times 10^{19}$
Всего ОЯТ	10600	$3,9 \times 10^{20}$

Большая часть отходов (до 97–98%) могут быть захороненными в поверхностных хранилищах и только приблизительно 75 000 м³ РАО относится к типу долгосуществующих и, следовательно, должны захораниваться в геологическом хранилище.

11.1.4. Существующая практика обращения с РАО в Украине

Обращение с РАО в зоне отчуждения

Обращение с РАО в процессе снятия ЧАЭС с эксплуатации

Объекты, перечисленные ниже, сооружаются в период текущей подготовительной стадии для обращения с РАО, накопленными на ЧАЭС, и теми, которые возникнут при снятии станции с эксплуатации [9]. К ним относятся:

- хранилище отработанного ядерного топлива (ХОЯТ-2);
- завод по переработке жидких РАО (ЗПЖРО);
- промышленный комплекс по обращению с твердыми РАО (ПКОТРО), в его составе: установка извлечения твердых РАО из хранилищ (Лот 1); завод по переработке твердых РАО (Лот 2); промежуточное хранилище для длительного хранения низко- и среднеактивных долгосуществующих и высокоактивных отходов (Лот 2); приповерхностное хранилище для захоронения низко- и среднеактивных краткосуществующих отходов (Лот 3).

Обращение с РАО в процессе преобразования объекта «Укрытие»

На площадке ОУ выполняются подготовительные работы для строительства нового безопасного конфайнмента (НБК).

В соответствии с утвержденной «Стратегией преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему» [15], ТСМ, ВАО и другие долгосуществующие РАО должны быть извлечены из ОУ и удалены в геологическое хранилище. Первый этап этой Стратегии – стабилизация конструкций ОУ и второй – сооружение НБК и подготовка к извлечению ТСМ, осуществляются в рамках проекта План осуществления мероприятий на ОУ.

Предусмотрено, что в ближайшее время увеличатся объемы жидких РАО, которые необходимо будет собирать в ОУ и перерабатывать. Значительное количество твердых РАО возникнет при выполнении работ по стабилизации ОУ, сооружении НБК и строительстве объектов инфраструктуры. Совершенствование существующей системы обращения с РАО предусмотрено Интегрированной программой обращения с РАО на ЧАЭС [9].

Обращение с РАО, находящимися в ПЗРО и ПВЛРО

Обращение с РАО осуществляет Государственное специализированное предприятие «Центр переработки и захоронения техногенных отходов «Техноцентр» (ГСП «Техноцентр»), в состав которого входит обособленное подразделение (ОП) «Комплекс». ОП «Комплекс» осуществляет сбор и транспортировку РАО в зоне отчуждения, эксплуатацию действующего ПЗРО «Буряковка», мониторинг законсервированных ПЗРО «Подлесный» и «3-я очередь ЧАЭС» и мониторинг ПВЛРО. На ПЗРО «Буряковка», построенном в 1987 г., производится захоронение краткосуществующих низко- и среднеактивных РАО в хранилищах траншейного типа. В связи с тем, что хранилища ПЗРО «Буряковка» не полностью отвечают современным требованиям к поверхностям хранилищ РАО, в 1997 г. ГСП «Техноцентр» начал строительство комплекса «Вектор», который, в соответствии с [3], должен стать основой для строительства Центра переработки и захоронения низко- и среднеактивных РАО. Этот Центр будет осуществлять:

- переработку и захоронение низко- и среднеактивных РАО чернобыльского происхождения;
- захоронение низко- и среднеактивных РАО, возникающих вследствие эксплуатации ОУ, а в перспективе – тех, которые возникнут в процессе преобразования этого объекта в экологически безопасную систему;
- захоронение низко- и среднеактивных РАО, которые образовались вследствие эксплуатации АЭС, а в перспективе – тех, которые возникнут во время снятия АЭС с эксплуатации;
- захоронение РАО, возникающих на промышленных предприятиях, в медицинских, научно-исследовательских и других учреждениях и находящихся ныне на пунктах хранения государственных межобластных специализированных предприятий УкрГО «Радон».

Обращение с РАО на АЭС и спецкомбинатах УкрГО «Радон»

На площадках АЭС построены и эксплуатируются штатные хранилища для длительного хранения низко-, средне- и высокоактивных твердых РАО (ТРО), хранилища для длительного хранения жидких РАО (ЖРО), установки: сортировки ТРО, сжигания ТРО и масел, прессования ТРО, глубокого упаривания ЖРО, дезактивации оборудования.

Отработанное ядерное топливо реакторов ВВЭР-440 и ВВЭР-1000 АЭС Украины после хранения в бассейнах выдержки, которые имеются на каждом энергоблоке АЭС, вывозится в Российскую Федерацию. Исключением является Запорожская АЭС, на площадке которой построено хранилище для «сухого» контейнерного хранения ОЯТ ВВЭР-1000. ОЯТ реакторов РБМК-1000 хранится в бассейнах выдержки и бассейновом хранилище ХОЯТ-1 на площадке ЧАЭС. Поблизости от ЧАЭС сооружается модульное хранилище «сухого» типа (ХОЯТ-2) для хранения на протяжении 100 лет всего объема ОЯТ реакторов РБМК-1000. В Украине начаты работы по созданию централизованного хранилища ОЯТ (ЦХОЯТ) для длительного хранения ОЯТ Ровенской, Хмельницкой и Южно-Украинской АЭС, а также работы по выбору площадки для его размещения и разработки технологий хранения.

На площадках спецкомбинатов УкрГО «Радон» находятся хранилища траншейного типа для ТРО, хранилища-колодцы для источников ионизирующего излучения (ИИИ) и хранилища-емкости для ЖРО. В отличие от предыдущих лет, когда здесь выполнялось захоронение РАО, сейчас УкрГО «Радон» принимает РАО только на хранение.

11.1.5. Современные проблемы, сопровождающие деятельность по обращению с РАО

За годы независимости в Украине выполнены определенные работы по созданию общегосударственной системы обращения с РАО. Приняты основные законы, разработано много нормативных документов, регулирующих деятельность физических, юридических лиц и органов государственного управления. Все это позволяет улучшить качество жизни населения Украины.

Однако далеко не все проблемы нашли надлежащее решение. Они в одинаковой степени сопровождают деятельность по обращению с РАО как чернобыльского происхождения, так и с отходами ядерной энергетики. Среди проблем, которые должны быть решены для существенного улучшения состояния дел в сфере обращения с РАО, можно выделить: общегосударственные, нормативно-правовые, межведомственные и технические.

Общегосударственные проблемы

К общегосударственным проблемам относится отсутствие специального фонда по обращению с РАО, а также проблема законодательного регулирования источников наполнения этого фонда. Вследствие отсутствия стабильного финансирования ни одна из предыдущих программ обращения с РАО не была выполнена в полном объеме. Из-за нестабильности и недостаточности финансирования, в Украине до сих пор не создана общегосударственная система обращения с РАО, которая должна быть сбалансированной с учетом интересов и взаимных обязательств производителей радиоактивных отходов и организаций, ответственных за их хранение и захоронение.

К общегосударственным проблемам следует, прежде всего, отнести и нерешенность вопроса о преобразовании ОУ в экологически-безопасную систему. Согласно [16], демонтаж ОУ через 50 лет после сооружения НБК не кажется жизнеспособным решением, так как это означает необходимость длительного содержания в относительной бездеятельности высококвалифицированного персонала ЧАЭС и персонала, поддерживающего безопасность НБК. Кроме этого, совокупные затраты на эксплуатацию НБК и ОУ на протяжении 100 лет могут превысить затраты на создание геологического хранилища. Проблемой отложенного решения об извлечении ТСМ является также постоянный процесс их саморазрушения. Со временем это потребует применения более сложных технологий извлечения ТСМ и РАО. Следовательно, извлечение ТСМ сразу же после стабилизации ОУ является более целесообразным, чем связывание начала их извлечения с моментом сдачи в эксплуатацию геологического хранилища РАО. Эти работы следует выполнять параллельно. Другими словами, стабилизационные мероприятия и строительство НБК позволят лишь на некоторое время достичь повышения уровня безопасности ОУ. Стойкое повышение уровня его безопасности может быть достигнуто при условии реализации стратегии безотлагательной подготовки, извлечения и захоронения ТСМ и РАО ОУ, для чего необходимы дополнительные безотлагательные государственные решения.

Если в ближайшее время в Украине не будет создана общегосударственная система обращения с РАО и не начнется эффективная передача РАО из пристанционных хранилищ АЭС в общенациональные хранилища, то дальнейшее функционирование АЭС будет существенно осложнено. По оценкам [13], приблизительно в 2010 г. емкости пристанционных хранилищ для хранения эксплуатационных РАО будут исчерпаны. Кроме этого, согласно [17], после 2010 г. в Украину начнут поступать из Российской Федерации остеклованные высокоактивные отходы. Для создания общегосударственной системы обращения с РАО и для обеспечения ее гибкости необходимо также принять государственное решение в отношении переработки или прямого захоронения ОЯТ.

Безопасное обращение с указанными РАО должно стать составляющей общей системы обращения с РАО, включающей обращение с РАО, которые возникнут при снятии с эксплуатации энергоблоков ЧАЭС, и находящимися на территории зоны отчуждения. Интегральная система обращения с РАО должна быть обеспечена соответствующей инфраструктурой и мощностями для переработки, хранения и захоронения РАО. Такая инфраструктура в Украине пока не создана. Часть зоны отчуждения (так называемая промышленная зона), где расположены ЧАЭС и основные объекты, предназначенные для обращения с РАО, которые сейчас строятся, может стать технологической основой для создания такой инфраструктуры.

С учетом вышеизложенного, общегосударственное значение приобретает создание в зоне отчуждения комплекса производств «Вектор» в составе первой и второй очередей, а также Центрального хранилища ОЯТ АЭС Украины и геологического хранилища. Это позволит в будущем гарантировать радиационную безопасность населения Украины и создать Национальный центр переработки и сохранения всех типов РАО Украины.

Для создания общегосударственной системы обращения с РАО и проектирования объектов Национального центра переработки и сохранения РАО необходимо провести инвентаризацию всех радиоактивных материалов с созданием соответствующих реестров и кадастров.

Отдельно следует подчеркнуть необходимость создания государственной системы привлечения международной технической помощи и ее эффективного использования.

Общегосударственным заданием является существенное улучшение состояния научного сопровождения деятельности в отношении обращения с РАО – в последние годы она практически не финансируется. Необходимо улучшить также состояние подготовки квалифицированных специалистов и уровень информационно-просветительских мероприятий с целью перманентного смягчения последствий Чернобыльской катастрофы. В дальнейшем эти проблемы могут стать решающими для практической деятельности в области развития ядерной энергетики в Украине.

Нормативно-правовые проблемы

Нормативно-правовое поле Украины не полностью обеспечивает потребности практической деятельности в сфере обращения с РАО. Это относится к гармонизации украинской классификации РАО с требованиями мировых стандартов, разработки нормативных требований в отношении кондиционирования, перевозки, хранения и захоронения РАО разных типов, а также требований к соответствующим хранилищам.

Обращение с долгосуществующими РАО является не только технологической, но и нормативно-правовой проблемой. Способом ее решения является разработка и внедрение более совершенной, чем та, что определена в ОСПУ – 2005, классификации РАО, которая может стать фундаментом современной стратегии по обращению с РАО. Возможность использования новых подходов к классификации РАО на основе критериев долговременной безопасности, разрабатываемых в МАГАТЭ, дает надежду на экономически обоснованное решение вопросов обращения с РАО аварийного происхождения и РАО уранодобывающей и перерабатывающей промышленности на территории Украины.

В отношении захоронения РАО в геологическом хранилище отсутствуют нормативные требования по критериям принятия отходов, обеспечения безопасности на всех этапах жизненного цикла хранилищ, критериев выбора площадки и процедуры принятия общегосударственных решений в процессе выбора.

В Зоне отчуждения сосредоточены значительные объемы радиоактивно загрязненных материалов (далее – РЗМ), которые в современном их состоянии не могут быть отнесены к какой-либо категории РАО. К РЗМ относятся почвы, которые выполняют не только функции природного барьера на пути распространения радионуклидов, но и пригодны для получения полезной продукции. Практически все виды производственной деятельности в Зоне отчуждения связаны с РЗМ. При этом возникают вторичные отходы, часть которых может быть отнесена к РАО. Вместе с тем статус РЗМ законодательно не определен, что создает препятствия для получения полезной продукции путем использования радиоактивно загрязненных природных объектов (почв, лесов, водоемов).

Межведомственные проблемы

Межведомственные проблемы в одинаковой степени негативно влияют на обращение с РАО и чернобыльского происхождения, и энергетической отрасли.

Частично они уже находят решение. В частности, уже сделаны первые шаги по ликвидации наличия в Зоне отчуждения двух органов государственного управления в сфере обращения с РАО (МЧС Украины и Минтопэнерго Украины). До недавнего времени такое распределение ответственности приводило к существованию двух источников финансирования, двух стратегических целей деятельности и двух подходов к проблемам будущего статуса Зоны отчуждения. Однако, относительно простое решение о передаче ГСП ЧАЭС и объекта «Укрытие» в сферу ответственности МЧС Украины, требует реализации дальнейших мероприятий по координации деятельности МЧС и Минтопэнерго Украины в решении проблемы обращения с РАО чернобыльского происхождения.

Технические проблемы

К сожалению, проблема обращения с РАО в бывшем Советском Союзе рассматривалась как второстепенная. С приобретением независимости Украина унаследовала не только проблемы, связанные с необходимостью ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы и обращением с РАО чернобыльского происхождения, но и проблемы обращения с РАО энергетической отрасли. По этой причине украинские АЭС не были охвачены общей системой обращения с РАО. Фактически обращение с РАО в бывшем Советском Союзе ограничивалось созданием специальных пристанционных хранилищ, которые по своей сути являются временными хранилищами для хранения жидких и твердых РАО. Серийное оборудование для переработки в Украине РАО АЭС до сих пор не производится. В Украине практически полностью отсутствует парк контейнеров, который охватывал бы потребности транспортировки, хранения и захоронения существующих типов и категорий РАО [13].

К техническим проблемам обращения с РАО чернобыльского происхождения, размещенным в ПВЛРО и ПЗРО, наряду с незавершенностью инвентаризации мест их локализации, следует отнести также и отсутствие утвержденных методик и технических средств для проведения исследования хранилищ.

Несмотря на то, что исследованные временные хранилища РАО зоны отчуждения не создают ныне ощутимого радиационного риска для населения [16], для наиболее опасных хранилищ (особенно затапливаемых или подтапливаемых) необходимо выполнить прогноз их долговременного влияния на население и окружающую среду. Принимая во внимание то, что уровень

воды в пруде-охладителе ЧАЭС искусственно поддерживается до ее снятия с эксплуатации, а крупномасштабные земляные работы на промплощадке ЧАЭС еще не начаты, такой прогноз необходимо выполнить как можно скорее в соответствии с международными стандартами и рекомендациями. В отношении менее изученных хранилищ, необходимо определить их характеристики (объемы и активность РАО, нуклидный состав, условия хранения РАО), для выполнения оценки их безопасности, изучения динамики миграции радионуклидов и, возможно, разработать мероприятия по минимизации их негативного влияния. Только на основе результатов выполнения указанных оценок должна быть определена необходимость и очередность извлечения и перезахоронения РАО из мест их нынешнего хранения.

Для принятия решения в отношении дальнейшего приведения хранилищ РАО в соответствие с требованиями радиационной безопасности и оптимизации затрат на производство работ по консервации или перезахоронению РАО, необходимо разработать руководства по управлению качеством обращения с РАО, отчеты по анализу безопасности и оценке влияния на окружающую среду. Указанные отчеты должны содержать организационные мероприятия, оценки рисков и предложения о разработке контрмер для предупреждения аварийных ситуаций при сооружении и эксплуатации новых объектов для обращения с РАО. Соответственно, необходимы также доработка и официальное утверждение методики оценки рисков, аварийных планов и проектов контрмер. Отметим также, что для принятия управленческих решений, важным является внедрение интегрированной системы мониторинга хранилищ РАО, состояния окружающей среды на территориях размещения хранилищ РАО и, особенно, общего гидрологического и гидрогеологического состояния зоны отчуждения. Это необходимо для оценки рисков миграции радионуклидов из ландшафтов зоны отчуждения, промышленных площадок ОУ и ЧАЭС, а также ПЗРО и ПВЛРО.

Значительные технические проблемы связаны с обеспечением целостности инженерных барьеров существующих и сооружаемых в зоне отчуждения поверхностных хранилищ РАО. Они могут возникнуть в будущем, как следствие игнорирования или отсутствия комплексных научных рекомендаций при выборе места их размещения. В частности, площадка для сооружения комплекса производств «Вектор» выбрана на участке широкого развития отрицательных форм рельефа, которые динамично развиваются. Эволюция указанных структур во времени может привести к растрескиванию фундаментов и опорных плит модулей хранилищ, а также к прогнозировано быстрому радионуклидному загрязнению грунтовых вод [18]. Детальная оценка указанных рисков остается невыполненной.

К проблемам, сопровождающим деятельность по преобразованию ОУ в экологически безопасную систему, кроме проблем, связанных с доказательством надежности сооружения уникального строения НБК, а также качественной и практичной реализации всего проекта, следует отнести необходимость разработки собственно стратегии преобразования; технических средств для извлечения ТСМ, их сортировки, кондиционирования и упаковки; средств для транспортировки РАО и хранилищ для их изоляции. Требуют решения также и проблемы обращения с РАО, которые образуются вследствие проведения подготовительных грунтовых работ для строительства фундаментов НБК.

Состояние физической защиты объектов для обращения с РАО в Зоне отчуждения требует его приведения в соответствие с требованиями современного законодательства. Охрана всей территории зоны по ее периметру не полностью препятствует несанкционированному распространению РЗМ за пределы зоны. Необходимо создать собственную систему физической защиты на каждом объекте, предназначенном для обращения с РАО.

К унаследованным техническим проблемам обращения с РАО энергетической отрасли относится также отсутствие требований и оборудования для характеристики отходов. Данные же о радиационных, изотопных, химических и механических свойствах отходов крайне необходимы как для завершения инвентаризации РАО, так и для разработки технических требований к технологиям переработки, кондиционирования, перевозки и сохранения РАО, а также для проектирования соответствующих объектов.

К проблемам РАО энергетической отрасли следует отнести также и нерешенность вопроса обращения с остеклованными высокоактивными отходами от переработки ОЯТ украинских АЭС в Российской Федерации.

Для решения проблемы обращения с РАО энергетической отрасли и создания общегосударственной системы обращения с РАО необходимо также разработать проекты снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС в связи с исчерпанием их ресурса с обязательным определением объемов, свойств и графика поступления РАО, которые при этом возникнут.

Общей технической проблемой в сфере обращения с РАО является отсутствие в Украине

сертифицированного контейнерного парка и средств для их транспортирования, а также контейнеров для хранения и захоронения РАО.

Кроме перечисленных выше проблем, в Украине, как уже отмечалось, существует исключительно острая проблема организации адекватного научно-технического сопровождения всей деятельности по обращению с РАО. Это касается планирования работ, разработки безопасных технологий переработки и кондиционирования, оценки радиологических рисков и последствий для разных сценариев обращения с РАО, а также – выбора площадок для размещения хранилищ.

11.1.6. Влияние существующего состояния обращения с РАО на украинское общество

Современное состояние дел в Украине в сфере обращения с РАО характеризуется господством отраслевого подхода в отношении технической политики. При этом финансирование мероприятий по ядерной и радиационной безопасности при обращении с РАО осуществляется по остаточному принципу. Это приводит к невозможности системной реализации долгосрочной национальной программы обращения с РАО из-за наличия нескольких распорядителей средств, имеющих разные приоритеты.

Вместе с тем сохранение существующего состояния дел неминуемо приведет к пессимистическим сценариям событий для нашей страны. Указанные проблемы будут продолжать накапливаться. Это увеличивает вероятность возникновения различных аварийных ситуаций и может вызвать отрицательную реакцию и применение к Украине соответствующих санкций со стороны ЕС и международных организаций.

Сохранение существующего состояния дел и отсутствие общегосударственной стратегии обращения с РАО оказывает существенное отрицательное влияние на национальную безопасность. Это влияние обусловлено следующими факторами:

- 1) зависимостью эксплуатации украинских АЭС от программы обращения с РАО в России;
- 2) угрозой устойчивому развитию ядерной энергетики вследствие исчерпания емкости пристанционных хранилищ РАО и ОЯТ;
- 3) повышенной угрозой терроризма во время перевозок и хранения ОЯТ, ВАО и долгосуществующих РАО в уязвимых поверхностных хранилищах;
- 4) экономическим бременем для будущих поколений, которые будут оплачивать расходы на эксплуатацию хранилищ РАО, накопленных их предшественниками.

Нерешенность проблемы изоляции РАО не снимает социально-психологического напряжения в украинском обществе, вызванного недоверием населения в отношении безопасности ядерной энергетики и незавершенностью ликвидации последствий аварии на ЧАЭС.

11.2. Стратегия обращения с РАО

11.2.1. Основные подходы к разработке общегосударственной стратегии обращения с РАО

Анализ представленной в предыдущем разделе информации показывает, что для разработки общенациональной стратегии обращения с РАО необходимо:

- принять ряд политических и управленческих решений о создании специального фонда обращения с РАО, определения и формирования механизма его наполнения, а также стратегии обращения с ОЯТ;
- разработать и утвердить общегосударственную целевую программу обращения с РАО;
- разработать и утвердить государственную целевую программу захоронения высокоактивных и долгосуществующих РАО как обособленную часть общегосударственной программы;
- в свою очередь, в числе мероприятий общегосударственной целевой программой обращения с РАО должна быть обеспечена разработка и усовершенствование: нормативной базы; проектов снятия с эксплуатации АЭС; технико-экономического обоснования работ по мониторингу, локализации и перезахоронению ПВЛРО и ПЗРО, а также хранилищ УкрГО «Радон»; проектов хранилищ для хранения и захоронения всех типов РАО Украины; проектов создания инфраструктуры для обращения с РАО; технологий переработки и кондиционирования РАО; контейнерного парка для транспортировки, хранения и захоронения всех типов РАО, а также средств транспортировки контейнеров.

Указанная общегосударственная целевая программа обращения с РАО должна быть сбалансированной с учетом интересов и взаимных обязательств производителей РАО и организаций, ответственных за их хранение и захоронение.

Для развития общегосударственной системы обращения с РАО (учитывая ряд социальных, транспортных проблем и условий обеспечения радиационной безопасности, а также необходи-

мость минимизации отчуждения земель для создания инфраструктуры для хранения и захоронения РАО) оптимальной является территория чернобыльской Зоны отчуждения. Это определяется следующим:

- более 90% объемов РАО Украины находятся в Зоне отчуждения, что связано с последствиями Чернобыльской катастрофы, работой и снятием с эксплуатации ЧАЭС;

- в Зоне отчуждения концентрируются работы по созданию инфраструктуры для хранения и захоронения РАО;

- поскольку из Зоны отчуждения выселено население, поэтому социально-психологические вопросы, связанные с размещением хранилищ РАО и объектов по переработке РАО, будут сведены к минимуму;

- поскольку основная доля РАО, подлежащих захоронению, сосредоточена в Зоне отчуждения, то транспортные расходы и проблемы безопасности транспортирования РАО в хранилища в кратко- и среднесрочной перспективе также будут минимальными;

- предварительные исследования, выполненные в пределах Зоны отчуждения и прилегающих территорий, свидетельствуют о наличии перспективных площадей для строительства хранилищ (в том числе и геологического) для хранения и захоронения всех типов РАО.

Основными заданиями по созданию в Украине общегосударственной системы обращения с РАО являются:

- завершение инвентаризации РАО энергетической отрасли, промышленности, научных и медицинских заведений Украины, хранилищ УкрГО «Радон», а также РАО и РЗМ в Зоне отчуждения;

- разработка отчетов об анализе безопасности и оценке влияния на окружающую среду хранилищ РАО Зоны отчуждения как основы для принятия решений об их консервации или ликвидации;

- выполнение работ по обоснованию выбора площадок для размещения хранилищ для хранения и захоронения краткосуществующих РАО, а также работ по выбору площадки для геологического хранилища для изоляции высокоактивных и долгосуществующих РАО;

- разработка технико-экономического обоснования инвестиций на создание в Украине общегосударственной системы обращения с РАО с учетом проблем снятия с эксплуатации энергетических реакторов и других ядерно- и радиационно-опасных объектов;

- разработка графика создания в Украине объектов инфраструктуры для обращения с РАО, в том числе: установок для извлечения РАО из хранилищ в Зоне отчуждения и пристанционных хранилищ АЭС; установок для кондиционирования РАО с целью их дальнейшего хранения или захоронения; контейнерного парка и средств для транспортировки РАО, а также контейнерного парка для хранения и захоронения РАО;

- разработка генерального плана размещения в Зоне отчуждения объектов для обращения с РАО;

- разработка графика поступления РАО Украины для переработки, хранения и захоронения с учетом потребностей ядерной энергетики;

- оптимизация эксплуатации существующих объектов по обращению с РАО;

- проектирование и строительство хранилищ для хранения и захоронения всех типов РАО;

- обеспечение создания и функционирования Национального центра переработки и сохранения РАО в Зоне отчуждения как основы для устойчивого развития ядерной энергетики и технологий.

11.2.2. Пути решения проблемы изоляции высокоактивных и долгосуществующих РАО

Современное состояние проблемы удаления долгосуществующих РАО в стабильные геологические образования характеризуется следующим образом. В результате выполнения научно-исследовательских работ [19], практически определен Чернобыльский регион (Зона отчуждения и зона безусловного (обязательного) отселения и сопредельные территории) для постановки специализированных работ по поиску площадок для захоронения долгосуществующих РАО.

Выбор потенциально пригодных площадок должен основываться на результатах комплексного изучения геологического строения и гидрогеологических условий территории с применением различных геофизических, дистанционных и индикаторных методов, прямых геологических и гидрогеологических исследований с выполнением необходимых объемов буровых и исследовательских работ, с применением комплекса скважинных геолого-геофизических исследований.

В настоящее время концептуально рассматриваются следующие альтернативные варианты геологических хранилищ РАО.

1. **Сооружение единого геологического хранилища шахтного типа**, предназначенного для размещения РАО, которые будут накоплены на момент введения хранилища в эксплуатацию (ори-

ентировочно к 2040 г.) и будут возникать на протяжении некоторого времени до закрытия хранилища. В этом варианте в хранилище будут удалены все виды высокоактивных и долгосуществующих РАО [3, 9]. Конструкция хранилища должна быть комплексной и многомодульной [20].

2. Сооружение двух геологических хранилищ разного типа – скважинного и шахтного. Это означает распределение всех объемов РАО во времени на два потока. В хранилище скважинного типа, которое может быть построено значительно раньше (до 2025 г.), могут изолироваться ОЯТ, ТСМ и остеклованные ВАО. Хранилище шахтного типа может быть введено в эксплуатацию позже, когда будут выполнены основные работы по извлечению и подготовке к захоронению долгосуществующих РАО из ОУ и хранилищ Зоны отчуждения. В шахтном хранилище будут захоронены также высокоактивные и долгосуществующие РАО, которые возникают при эксплуатации и снятии с эксплуатации реакторов АЭС.

В соответствии с оценками [21], захоронение ОЯТ и остеклованных ВАО в хранилище скважинного типа в два раза дешевле, а общая стоимость исследований по обоснованию возможности создания такого хранилища приблизительно в 4–5 раз меньше по сравнению с хранилищем шахтного типа. Кроме этого, можно добиться снижения объемов РАО для изоляции в геологических хранилищах обоих типов, если удастся обосновать возможность захоронения части долгосуществующих РАО в приповерхностных хранилищах на территории центральной части Зоны отчуждения.

Данный вариант будет целесообразным, если общий объем ОЯТ и РАО, которые фактически подлежат захоронению в хранилище скважинного типа, будет достаточным для оправдания затрат на создание этого хранилища.

Таким образом, выбор оптимальной концепции изоляции долгосуществующих РАО в стабильных геологических формациях требует неотлагательного выполнения всестороннего технико-экономического анализа с рассмотрением альтернативных решений, особенно в отношении ОУ. Однако, независимо от дальнейшей разработки концепции удаления РАО и определения необходимого количества и типа геологических хранилищ, крайне необходимым является проведение прямых геологических исследований по изучению глубинного строения региона с применением буровых работ и комплекса скважинных геолого-геофизических методов.

11.2.3. Основные мероприятия по захоронению РАО чернобыльского происхождения

Основное внимание будет уделено определению мероприятий по решению проблемы обращения с РАО, которые сконцентрированы в Зоне отчуждения. Это не означает, что мероприятия планируются в отрыве от общих потребностей развития общенациональной системы обращения с РАО. Наоборот, они должны стать органической интегрированной составляющей указанной системы. Ранее уже обосновывалась целесообразность создания основных объектов инфраструктуры для хранения и захоронения РАО именно в Зоне отчуждения. Поэтому первоочередной задачей является формирование технических требований к такой инфраструктуре со стороны ведомств и организаций, являющихся собственниками РАО.

Основной подход к решению проблемы хранения и захоронения РАО базируется на том, что:

- хранение всех типов РАО и захоронение краткосуществующих РАО планируется осуществлять на комплексе «Вектор», для чего на площадке комплекса должен быть создан Национальный центр переработки и сохранения РАО;
- для захоронения РАО очень низкой активности необходимо использовать поверхностные хранилища траншейного типа;
- для захоронения высокоактивных и долгосуществующих РАО необходимо создать геологическое хранилище РАО.

Все технические мероприятия по обращению с РАО в зоне отчуждения рассматриваются отдельно для РАО, которые возникли вследствие [22]:

- Чернобыльской катастрофы и будут образованы при ликвидации ее последствий;
- эксплуатации ЧАЭС и будут образовываться в процессе выведения ее из эксплуатации;
- технического обслуживания ОУ и будут образовываться при преобразовании его в экологически безопасную систему.

По времени исполнения работ все мероприятия подразделяются на первоочередные, краткосрочные и долгосрочные.

Первоочередные мероприятия

Продолжительность реализации первоочередных мероприятий составляет приблизительно 5 лет. Содержание и объемы работ на этот период определяются Комплексной программой обращения с радиоактивными отходами на 2002–2005 гг. и на период до 2010 гг. [3].

К первоочередным мероприятиям относится строительство в Зоне отчуждения:

- комплекса производств «Вектор»;
- завода по переработке жидких РАО;
- завода по извлечению и переработке твердых РАО;
- хранилища для захоронения РАО, которые будут извлекаться из хранилищ ЧАЭС (на площадке комплекса «Вектор»);
- нового конфайнмента для ОУ.

К первоочередным мероприятиям следует отнести также существенное расширение масштаба поисковых и разведывательных работ с целью выбора площадки для геологического хранилища (шахтного и скважинного типов).

Конечный результат реализации первоочередных мероприятий будет достигнут, если будут введены в эксплуатацию следующие объекты для обращения с РАО:

- пусковые комплексы первой и второй очередей комплекса «Вектор»;
- заводы по переработке жидких и твердых РАО на промплощадке ЧАЭС;
- вторая очередь ПЗРО «Буряковка».

Кроме этого, должны быть определены перспективные площади для постановки детальной разведки с целью определения площадок для размещения геологического хранилища.

Краткосрочные мероприятия

Длительность реализации краткосрочных мероприятий по обращению с РАО и РЗМ в Зоне отчуждения составляет приблизительно 20 лет. Целью краткосрочных мероприятий является приведение РАО и РЗМ в экологически безопасное состояние. Это реализуется путем:

- перезахоронения или локализации наиболее опасных ПВЛРО и ПЗРО;
- подготовок к извлечению высокоактивных отходов из ОУ;
- начала извлечения высокоактивных отходов из ПЗРО и размещения их в специальных хранилищах на комплексе «Вектор»;
- переработки и сохранения РАО на комплексе «Вектор»;
- выполнения детальных разведывательных работ по исследованию наиболее перспективных площадок для размещения геологического хранилища;
- проектирования и строительства подземной экспериментальной лаборатории для подтверждения площадки для размещения геологического хранилища и экспериментальной проверки технологий изоляции высокоактивных и долгосуществующих РАО;
- завершение работ по разведке и подтверждению площадки, а также проведение работ по строительству геологического хранилища (в случае принятия решения о создании геологического хранилища в глубоких скважинах).

Во время реализации краткосрочных мероприятий предусмотрено построить комплекс «Вектор» и обеспечить его эксплуатацию в составе:

- технологического комплекса для переработки всех видов РАО;
- хранилищ для захоронения краткосуществующих РАО;
- хранилищ для хранения долгосуществующих РАО;
- хранилищ для хранения ТСМ;
- хранилищ для хранения высокоактивных кондиционированных РАО.

Кроме того, во время реализации краткосрочных мероприятий необходимо определить объемы и источники финансирования, организацию – заказчика на проведение поисковых, научно-исследовательских работ по выбору площадки для геологического хранилища, выбрать площадку, а также разработать технико-экономическое обоснование инвестиций, завершить проектирование и начать строительство геологического хранилища.

Конечным результатом краткосрочных мероприятий должно стать:

- обеспечение преобразования основных ПВЛРО и ПЗРО в экологически безопасное состояние;
- преобразование ОУ в поверхностное хранилище для захоронения краткосуществующих РАО;
- завершение консервации радиоактивного оборудования как промежуточного этапа вывода из эксплуатации ЧАЭС;
- завершение разведывательных работ с целью подтверждения выбора площадки и обоснования строительства геологического хранилища РАО;
- завершение проектирования и начало строительства геологического хранилища.

Долгосрочные мероприятия

Продолжительность долгосрочных мероприятий составляет около 50–70 лет.

Стратегической целью долгосрочных мероприятий является сосредоточение основных

работ по обращению с ОЯТ, РАО и РЗМ в той части зоны, которая станет так называемой промышленной зоной, не подлежащей реабилитации.

На территории «промышленной» зоны выполняются основные работы по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы:

- по переработке, хранению и захоронению РАО;
- по выведению из эксплуатации ЧАЭС;
- по преобразованию ОУ в экологически безопасную систему;
- по проектированию, строительству, лицензированию и введению в эксплуатацию геологического хранилища шахтного типа и эксплуатации хранилища скважинного типа.

Конечным результатом долгосрочных мероприятий должно стать:

- завершение этапов «окончательное закрытие» и «консервация» при снятии с эксплуатации ЧАЭС;

- создание в Зоне отчуждения геологического хранилища РАО.

Совокупность комплекса «Вектор» и геологического хранилища РАО позволит создать Национальный Центр переработки и сохранения РАО всех категорий.

Выводы

Суммируя вышеизложенное, можно сделать следующие основные выводы.

1. В Украине накоплены значительные объемы РАО. Они образовались вследствие аварии на ЧАЭС, эксплуатации атомных электростанций и исследовательских ядерных реакторов, а также при использовании источников ионизирующего излучения в промышленности, медицине и научных организациях. Объемы РАО будут возрастать за счет эксплуатации объектов ядерного энергетического цикла и выведения из эксплуатации энергоблоков АЭС. Общее количество РАО, которые подлежат захоронению, может составить 3,3–4,6 млн м³. Из них около 75 000 м³ необходимо разместить в геологическом хранилище. До 90% объема всех РАО сосредоточено в Зоне отчуждения.

2. В Украине отсутствует общегосударственная система обращения с РАО, которая должна быть сбалансированной с учетом интересов и взаимных обязательств производителей РАО и организаций, ответственных за их хранение и захоронение. Такая ситуация создает угрозу для национальной безопасности и устойчивого развития экономики, а также является препятствием для интеграции в европейские структуры.

3. Для создания общегосударственной системы обращения с РАО вообще и для решения проблемы обращения с отходами чернобыльского происхождения в частности, необходимо осуществить следующие первоочередные задания:

- создать Государственный фонд обращения с РАО;
- разработать стратегию обращения с РАО и ОЯТ;
- принять долгосрочную Общегосударственную целевую программу обращения с РАО и в качестве ее составляющей – государственную целевую программу захоронения высокоактивных и долгосуществующих РАО.

4. Долгосрочная Государственная программа обращения с РАО позволит достичь высокого уровня ядерной и радиационной безопасности благодаря созданию единой системы обращения с РАО; внедрению единой технической политики в отношении обращения с РАО и их физической защиты; снижению риска попадания РАО в неконтролируемый оборот.

5. В свою очередь, создание единой системы и внедрение единой технической политики в отношении обращения с РАО обеспечит ряд положительных экономических, социальных и экологических результатов, а именно:

- содействие устойчивому развитию ядерной энергетики и уменьшение экономического бремени для будущих поколений (экономические результаты);
- повышение уровня национальной безопасности (снижение радиационных последствий природных катастроф, техногенных аварий, террористических актов, военных действий); уменьшение социально-психологического напряжения в обществе, а также обеспечение социального развития регионов, где будут создаваться хранилища РАО (социальные результаты);
- гарантированную изоляцию РАО для избежания на протяжении тысячелетий вредного влияния радиации на биосферу; преобразование ОУ в экологически-безопасную систему; завершение ликвидации последствий аварии на ЧАЭС; повышение радиационной безопасности энергоблоков АЭС (экологические результаты).

12. ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ В СФЕРЕ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ И ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

12.1. Государственное управление в сфере ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы и правовое обеспечение

Авария ядерного реактора на ЧАЭС по своим масштабам не укладывалась в параметры аварий, которые в нормативных документах Советского Союза рассматривались как возможные. Произошло глобальное распространение широкого спектра радиоактивных изотопов чернобыльского происхождения, которое поставило перед органами государственной власти и управления СССР совершенно новые задачи, связанные с локализацией и минимизацией последствий катастрофы. Проблемы, возникшие в результате аварии на ЧАЭС, и управленческие решения по ее ликвидации принимались на основе постановлений и распоряжений ЦК КПСС, Совета Министров СССР, приказов министерств и ведомств, решений государственных комиссий. Принимались они с грифом «совершенно секретно», «секретно» или «для служебного пользования», что сужало область их применения. В Украинской ССР на их основе принимались постановления ЦК Компартии Украины и Совета Министров Украины. Эти документы были обнародованы в 1990 г. в сборнике, который был подготовлен для депутатов Верховного Совета Украины [1].

С целью организации обеспечения радиационной защиты населения Министерство здравоохранения СССР (МЗ СССР) с первых дней после аварии начало вводить регламенты временных аварийных уровней загрязнения объектов окружающей среды, тела, сооружений, дорог, доз облучения населения, допустимые уровни содержания радиоактивных веществ в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и пр. Применение этих регламентов давало возможность проводить организационные и управленческие мероприятия, которые в некоторой степени обеспечивали защиту людей от радиоактивных выбросов ЧАЭС. С учетом уточненных данных о воздействии ионизирующего излучения на организм человека, опыта по обеспечению радиационного контроля и проведения профилактических мероприятий, в том числе и по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, в СССР в 1987 г. была введена новая редакция Норм радиационной безопасности (НРБ-76/87) и Основных санитарных правил ОСП-72/87 [2]. Вопросы организации медицинской помощи населению в местах размещения АЭС и при радиационных авариях регламентировались специальными руководствами [3–6].

Принципиально новым в НРБ-76/87 было распределение нормативов для каждой категории облученных граждан на три класса: основные дозовые пределы, допустимые уровни и контрольные уровни. К основным дозовым пределам для категории А (персонал) отнесена предельно допустимая доза за год (ПДД), а для категории Б (ограниченная часть населения) – предел дозы за год (ПД).

Облучение ограниченной части населения согласно НРБ-76/87 должно было контролироваться путем измерения радиоактивных выбросов, мощности дозы на местности и уровней радиоактивного загрязнения окружающей среды (воздух, вода, почва, продукты питания, пр.) с последующим расчетом доз. Индивидуальная эффективная доза облучения граждан категории Б не должна была превышать 0,5 бэр (0,005 Зв) в год.

В 1996 г. практически все документы и материалы, которые имели отношение к аварии на ЧАЭС, стали доступными широкой общественности и были опубликованы в специальном сборнике [7]. Документы, которые вошли в сборник (508 документов с 1967 по 1996 гг.) являются подтверждением того, что проблемы, связанные с аварией на ЧАЭС, с первого дня стали центром внимания органов власти и управления бывшего СССР, а также Украины, Республики Беларусь и Российской Федерации.

Верховный Совет СССР в постановлении от 25 апреля 1990 г. [8] аварию на ЧАЭС по совокупности последствий признал наибольшей катастрофой современности, общенародной бедой, которая коснулась судеб миллионов людей, проживающих на огромных территориях.

Катастрофе на ЧАЭС и ходу работ по ликвидации ее последствий была дана политическая оценка на XXVIII съезде КПСС [9]. Съезд признал мероприятия по ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС неудовлетворительными и недостаточными. В Украине обобщенная оценка работ по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы была дана в Заявлении XXVIII съезда Компартии Украины «О ликвидации последствий чернобыльской катастрофы и

защите населения от их влияния» в июле 1990 г. и постановлении Верховного Совета УССР от 1 августа 1990 г. [10]. Эти документы стали отправной точкой для перехода на качественно новый путь преодоления последствий катастрофы.

Верховный Совет Украинской ССР на протяжении 1990 г. дважды рассматривал на своих сессиях экологическую ситуацию и неотложные меры по защите населения от последствий Чернобыльской катастрофы. Была создана Комиссия Верховного Совета УССР по вопросам Чернобыльской катастрофы. 1990 год был объявлен годом оздоровления детей, которые проживали на территориях, пострадавших от аварии на ЧАЭС [11]. С целью обеспечения научно обоснованного подхода к решению проблем радиационной защиты населения, расширения международного сотрудничества по этим вопросам было принято решение о создании национальной Комиссии радиационной защиты населения Украины, Государственного комитета Украинской ССР по вопросам Чернобыльской катастрофы, территория республики объявлена зоной экологической катастрофы, Председателю правительственной комиссии по чрезвычайным ситуациям предоставлены полномочия Первого заместителя Председателя Совета Министров Украинской ССР, призвано необходимым создание в аппарате Правительства, ряда министерств, в Житомирской, Киевской, Ровенской, Черниговской, Волынской, Черкасской, Винницкой, а при необходимости и в других областях, специальных подразделений по обеспечению организации работ по преодолению и ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы [10].

29 марта 1990 г. Президиум Верховного Совета Украинской ССР, учитывая предложения народных депутатов Украины и широкой общественности об увековечении в памяти народа трагических событий, связанных с аварией на ЧАЭС, а также с целью предупреждения ядерных катастроф, своим Указом (№ 8985-ХП) объявил 26 апреля «Днем Чернобыльской трагедии».

С 1990 г. начали реализовываться принятые на государственном уровне решения по оценке проведенных мероприятий по ликвидации последствий катастрофы и предложения по их устранению в будущем. Была утверждена «Государственная союзно-республиканская программа неотложных мер на 1990–1992 годы по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС» [8]. В ней нашли отражение и те мероприятия, которые планировалось осуществить в Украине.

Так постановлением Совета Министров УССР и Украинского Республиканского Совета Профессиональных Союзов от 21 мая 1990 г. № 115 Киевскому, Житомирскому, Ровенскому и Черниговскому облисполкомам поручалось обеспечить переселение граждан с территорий, которые подверглись радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС.

До 1991 г. выполнение заданий Программы велось общесоюзными усилиями. С момента распада СССР ликвидация последствий аварии осуществлялась каждым государством самостоятельно, что создало немало трудностей.

В целом Государственная союзно-республиканская программа и принятые постановления предусматривали целый ряд широкомасштабных государственных мероприятий, направленных на обеспечение экологической безопасности, охрану и укрепление здоровья, социально-правовую защиту пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы и населения загрязненных территорий.

Правительством Украины, местными органами власти и управления осуществлялись мероприятия, направленные на уменьшение влияния на здоровье людей радиоактивного загрязнения. За период 1987–1990 гг. правительством Украины принято 116 постановлений и распоряжений по вопросам ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. Была разработана и реализовывалась Государственная программа неотложных мероприятий по преодолению последствий аварии на Чернобыльской АЭС в Украинской ССР на 1990–1992 гг. Несмотря на это, обстановка в загрязненных районах оставалась чрезвычайно сложной. Обострились проблемы, связанные с отсутствием детального обследования территорий и оценки радиационной обстановки, широкого и объективного информирования населения о радиационной ситуации. Неоправданно затягивалась разработка республиканской концепции безопасного проживания людей на радиоактивно загрязненных территориях. До этого времени не был определен статус 30-километровой зоны и других загрязненных территорий, не обеспечена надежная социальная защита пострадавших. Не выполнялось решение по обеспечению населения «загрязненных» районов «чистыми» продуктами питания и дозиметрическими приборами, оздоровления и лечения людей, строительства жилья и объектов социальной сферы, других неотложных задач.

При принятии решений органы исполнительной власти руководствовались главным критерием временных нормативных уровней загрязнения радионуклидами, утвержденных МЗ СССР в мае 1986 г., – плотностью загрязнения.

Верховный Совет СССР в своем постановлении № 1452-1 от 25 апреля 1990 г. обратил внимание на то, что «что меры, принимаемые для ликвидации последствий аварии, оказались недо-

статочными. В районах, подвергшихся радиоактивному загрязнению, сложилась крайне напряженная социально-политическая ситуация, обусловленная противоречиями в рекомендациях ученых и специалистов по проблемам радиационной безопасности, промедлением в принятии необходимых мер и, в итоге, потерей частью населения доверия к местным и центральным органам власти» решила не принимать как максимальную дозу 35 бэр за жизнь, предложенную Академией наук СССР и одобренную Советом Министров СССР в сентябре 1989 г. Совету Министров СССР поручалось завершить в 1990 г. формирование научно обоснованных критериев безопасного проживания людей с учетом беспороговой (гуманной) концепции и других современных данных.

В конце 1990 г. Комиссией Верховного Совета Украины по вопросам Чернобыльской катастрофы, правительством Украины, Академией наук, общественным объединением «Союз Чернобыль» были подготовлены проекты Концепции проживания населения на территориях с повышенным уровнем радиоактивного загрязнения вследствие Чернобыльской катастрофы, а также законов «О правовом режиме территорий, загрязненных вследствие Чернобыльской катастрофы» и «О статусе и социальной защите пострадавших».

За основу при разработке Концепции были взяты материалы научного доклада Совета по изучению продуктивных сил УССР Академии наук Украинской ССР [12], который был подготовлен для Совета Министров Украинской ССР. В докладе была предложена Концепция радиационной безопасности, в которой были определены и обоснованы критерии и нормативы проживания населения и его жизнеобеспечения. В основу Концепции заложена международная практика радиационной защиты, которая в основном сводится к непревышению нормативов безопасности, реализации всех необходимых мер по снижению облучения человека до минимума.

Базовый принцип Концепции состоит в том, что для критической группы населения (дети 1986 года рождения) величина эффективной дозы дополнительного облучения, связанного с Чернобыльской катастрофой, не должна превышать 1,0 мЗв (0,1 бэр) за год и 70,0 мЗв (7 бэр) за жизнь сверх дозы, которую население получало в доаварийный период в конкретных природных условиях [13]. В Концепции и последующих законах «О правовом режиме территории, которая подверглась загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» и «О статусе и социальной защите граждан, которые пострадали в результате Чернобыльской катастрофы» предусмотрено разделение всей территории, загрязненной аварийными выбросами, на зоны [14, 15].

Учитывая социальную значимость законопроектов, Комиссия по вопросам Чернобыльской катастрофы приняла решение об их всенародном обсуждении. Проекты были опубликованы в центральных газетах. Тысячи граждан Украины, министерства, ведомства и организации дали свои предложения. Над подготовкой законопроектов длительное время работали ученые Академии наук УССР, сотрудники министерств здравоохранения, юстиции, труда, агропромышленного комплекса, общественные организации, местные советы пострадавших областей и районов. 5 февраля 1991 г. законопроекты были внесены на рассмотрение Верховным Советом УССР в первом чтении, а 27 и 28 февраля 1991 г. приняты окончательно подавляющим большинством народных депутатов.

При рассмотрении законопроектов на сессии Верховного Совета обращалось внимание на то, что, по подсчетам Министерства финансов, годовые затраты на реализацию прописанных льгот составляют более 4 млрд руб. Если исходить из всех постановлений и решений, которые были приняты и действовали на момент рассмотрения законопроектов, по дифференцированной системе оплаты труда, по доплатам, по оздоровлению, по бесплатному питанию детей и т. д., то эта сумма составляла 580 млрд руб. Таким образом, дефицит средств на реализацию законов превышал 3 млрд руб. Эти средства предполагалось получить из союзного бюджета.

С развалом Советского Союза возможность получения средств из союзного бюджета была утрачена и финансирование всех мероприятий, предусмотренных чернобыльским законодательством, полностью легло на украинский бюджет. Несмотря на то, что за годы независимости Украина потратила более 7 млрд долларов США на ликвидацию последствий Чернобыльской катастрофы, в ценовом эквиваленте законы не финансировались более чем на 57%.

Принятие Концепции и законов Украины «О правовом режиме территории, которая подверглась радиоактивному загрязнению в результате Чернобыльской катастрофы» и «О статусе и социальной защите граждан, которые пострадали в результате Чернобыльской катастрофы» позволило законодательно закрепить зоны радиоактивного загрязнения в зависимости от степени возможного негативного влияния на здоровье населения, установить критерии первоочередного отселения, создать систему контроля за безопасным проживанием, упорядочить жизнь на загрязненных территориях. Каждому пострадавшему в результате Чернобыльской катастрофы государство гарантировало предоставление льгот и компенсаций в зависимости от установленной категории [16].

Для повышения статуса органа государственного управления, который занимался решением черновыльских проблем, по предложению Комиссии по вопросам Чернобыльской катастрофы Верховной Рады Украины, Законом «О перечне министерств и других центральных органов государственного управления СССР» от 13 мая 1991 г. № 10306-ХІІ на базе Государственного комитета по вопросам Чернобыльской катастрофы было создано Министерство по вопросам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы.

Сказанное позволяет отнести функцию государства в преодолении последствий Чернобыльской катастрофы к числу основных.

Важнейшим фактором для отнесения той или иной функции к числу основных является ее конституционное закрепление. В отличие от конституций других государств бывшего СССР, функция государства по отношению к Чернобыльской катастрофе отображена в Конституции Украины: «... преодоление последствий Чернобыльской катастрофы – катастрофы планетарного масштаба, сохранение генофонда украинского народа является обязанностью государства» (статья 16).

С принятием «черновыльских» законов и развалом Союза встал вопрос о финансировании всей черновыльской программы. Постановлением Верховной Рады Украины «О проекте Республиканского бюджета Украины на 1 квартал 1992 года» от 20 декабря 1991 года № 206-ХІІ в составе Республиканского бюджета на 1992 г. создан Фонд для осуществления мероприятий по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы и социальной защиты населения. В этот Фонд направлялись взносы предприятий и хозяйственных организаций, независимо от подчинения и формы собственности, в размере 19% фонда заработной платы, с отнесением перечисленных сумм на себестоимость продукции (работ, услуг). Постановлением Верховной Рады Украины «О порядке введения в действие Закона Украины «О налогообложении доходов предприятий и организаций» от 21 февраля 1992 г. № 2147-ХІІ с 1 марта 1992 г. отчисления в названный фонд были установлены в размере 12%.

Законом Украины «О формировании Фонда для осуществления мероприятий по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы и социальной защиты населения» (1997) ставка сбора составила 10% от объекта налогообложения с отнесением оплаченных сумм на валовые затраты производства и оборота плательщика сбора [17].

Указом Президента Украины «О некоторых изменениях в налогообложении» от 07 августа 1998 г. № 857/98, начиная с 1 января 1999 г., было остановлено отчисление сбора в Фонд для осуществления мероприятий по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы и социальной защите населения. Указом было установлено, что финансирование затрат на ликвидацию последствий Чернобыльской катастрофы и связанной с ней социальной защитой населения проводится за счет Государственного бюджета Украины, в том числе за счет увеличения бюджетных поступлений от расширения базы налогообложения.

Формирование, порядок наполнения и использования средств Фонда для осуществления мероприятий по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы и социальной защите населения были установлены соответствующим Законом Украины № 1445-ІІІ от 10 февраля 2000 г. Было определено, что финансирование расходов, связанных с ликвидацией последствий Чернобыльской катастрофы и социальной защитой населения, проводится за счет Фонда для осуществления мероприятий по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы и социальной защиты населения, который образуется в составе Государственного бюджета Украины. Средства Фонда засчитываются на отдельный счет Государственного бюджета Украины. Распорядителем Фонда определено Министерство Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций и социальной защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы (МЧС) [18].

Таким образом постепенно была сформирована правовая база для реализации национальной политики в сфере комплексной защиты пострадавших от последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

Опыт применения требований Закона Украины «О статусе и социальной защите граждан, которые пострадали в результате Чернобыльской катастрофы» показал, что стратегические задания по социальной защите потерпевших граждан были определены правильно. Под защиту были взяты непосредственные участники ликвидации последствий аварии, наиболее подверженные рискам – дети и инвалиды, жители населенных пунктов, которые расположены в зонах радиоактивного загрязнения.

Именно этим Законом определены основные положения по реализации конституционного права граждан, которые пострадали от Чернобыльской катастрофы, на охрану их жизни и здоровья, создан единый порядок определения статуса пострадавших. После принятия названного Закона в государстве была начата работа по подготовке и введению в действие подзаконных норма-

тивных актов для реализации определенных законодательством положений и, прежде всего, относительно определения статуса пострадавших и организации их социальной защиты. В то же время необходимо отметить, что значительная часть мероприятий, предусмотренных Законом, не были никогда выполнены и не оправдали надежд на ожидаемые результаты.

В период 1996–2004 гг. Верховной Радой Украины внесен ряд изменений к действующему Закону Украины «О статусе и социальной защите граждан, которые пострадали в результате Чернобыльской катастрофы», большинство из которых касается уточнения норм законодательства и расширения социальных гарантий пострадавшим. Так, при изменении редакции Закона от 4 июня 1996 г., введен новый порядок установления категорий пострадавших и расширен перечень льгот и компенсаций потерпевшим детям, инвалидность которых связана с Чернобыльской катастрофой [19].

Всего за период с 1990 г. нормативно-правовая база по вопросам Чернобыльской катастрофы включает более 800 документов, которые позволяют регулировать различные аспекты жизнедеятельности граждан Украины в связи с Чернобыльской катастрофой. Изменения к Закону Украины «О статусе и социальной защите граждан, которые пострадали в результате Чернобыльской катастрофы» вносились 27 раз, к Закону Украины «О правовом режиме территории, которая подверглась радиоактивному загрязнению в результате Чернобыльской катастрофы» – 9 раз.

Изучению теоретических и практических вопросов правового регулирования социальной защиты граждан, которые подверглись радиационному воздействию в результате Чернобыльской катастрофы, особое внимание уделяла Верховная Рада Украины. Анализ законодательства о социальной защите граждан и практики его применения, который ежегодно проводится Верховной Радой Украины в рамках парламентских слушаний или «Дней Правительства Украины», дает возможность определить основные проблемы и предложить пути совершенствования.

Так, в Рекомендациях парламентских слушаний «15-я годовщина Чернобыльской катастрофы. Опыт преодоления», утвержденных Постановлением Верховной Рады Украины от 26 апреля 2001 г. № 2404-III, указывалось на необходимость разработки и внесения на утверждение Верховной Радой Украины государственной программы минимизации последствий Чернобыльской катастрофы на 2001–2005 гг. и на период до 2010 г., предусмотрев в ней отдельным разделом завершение переселения граждан из зоны безусловного (обязательного) отселения и обеспечение жильем граждан, которые самостоятельно переселяются с загрязненных территорий, а также граждан, отнесенных к 1-й и 2-й категориям [20].

Также предлагалось изучить вопрос индексации пенсий по инвалидности, которая наступила в результате травм или заболевания, а также пенсий в связи с потерей кормильца в результате Чернобыльской катастрофы; рассмотреть возможность повышения пенсий по возрасту участникам ликвидации последствий аварии на ЧАЭС; пересмотреть постановление Кабинета Министров Украины от 20 июня 2000 г. № 987 «Об утверждении Порядка использования средств Фонда для осуществления мероприятий по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы и социальной защиты граждан» в части выплаты компенсаций и льгот, предусмотренных Законом «О статусе...» работающим пенсионерам по месту получения пенсий; подготовить и направить в Верховную Раду Украины предложения по индексации размера компенсации за утраченное имущество во время эвакуации, отселения или самостоятельного переселения, которая была выплачена до введения национальной денежной единицы.

Впервые 5 лет назад был поставлен вопрос о необходимости разработки государственной программы социально-экономической реабилитации населенных пунктов на период до 2005 и 2010 гг. До сих пор эта программа не утверждена.

В последующие годы, оценивая работу Правительства Украины как недостаточную или неудовлетворительную, Верховная Рада Украины подчеркивала необходимость выполнения перечисленных мероприятий.

На парламентских слушаниях к 17-й годовщине катастрофы было уделено внимание повышению значения комплексных научных исследований, которые должны быть положены в основу управленческих решений. Подчеркивалось, что остается актуальным определение рисков для здоровья, связанных с облучением в результате Чернобыльской катастрофы, интегральных показателей (индексов) вреда облучения для расчетов рисков, изучение влияния радиоактивного загрязнения на окружающую среду, разработка новых стратегий решения проблем распространения радионуклидов в воде, воздухе, почве, изучение возможных последствий этих явлений для конкретных групп населения, которые подвержены рискам. Обращалось внимание на проблему установления доз облучения людей, на необходимость продолжения работ по оценке последствий Чернобыльской катастрофы для осуществления адекватной политики относительно радиоактивно загрязненных территорий и проведения комплекса мероприятий по экономической, социальной и медико-психологической реабилитации населения [21].

Невыполнение этих рекомендаций делает невозможным принятие обоснованных решений по пересмотру границ зон радиоактивного загрязнения.

Всесторонний анализ государственного управления в сфере преодоления последствий Чернобыльской катастрофы и правового обеспечения был сделан на парламентских слушаниях «18-я годовщина Чернобыльской катастрофы. Взгляд в будущее» [22].

Прежде всего, указывалось на необходимость поиска новых путей преодоления последствий Чернобыльской катастрофы и защиты пострадавшего населения – переходу к новой фазе преодоления последствий катастрофы – фазы возрождения и развития. Также подчеркивалось, что главным условием перехода к новой фазе является полное погашение задолженности по льготам и компенсациям, выполнение обязательств государства по обеспечению жильем, переселения с радиоактивно загрязненных территорий, выполнения строительных программ и т. п.

Переход к новой фазе должен сопровождаться пересмотром статуса территорий, которые подверглись радиоактивному загрязнению после Чернобыльской катастрофы, в соответствии с государственными программами реабилитации этих территорий. Вместе с этим подчеркивалось, что изменение статуса населенных пунктов ни в коем случае не должно сопровождаться изменением статуса и социальной защиты граждан, которые пострадали от катастрофы.

Этот тезис находит свое подтверждение и в одобренной Кабинетом Министров Украины Концепции проекта Закона Украины «О внесении изменений к законам Украины «О статусе и социальной защите граждан, которые пострадали в результате Чернобыльской катастрофы» и «О правовом режиме территории, которая подверглась радиоактивному загрязнению в результате Чернобыльской катастрофы».

Прежде всего в ней отмечено, что в случае изменения статуса территории определяется система мероприятий, которая включает действия, направленные на медицинскую и психологическую защиту и реабилитацию населения, предупреждение или ограничение стрессовых ситуаций и обеспечение устойчивого уровня показателей здоровья населения. Изменение статуса территорий не сопровождается безусловным изменением статуса граждан, которые проживают на этих территориях и пострадали в результате Чернобыльской катастрофы.

Исходя из существующей и прогнозируемой ситуации, главной целью минимизации последствий Чернобыльской катастрофы должно стать улучшение здоровья пострадавших. Для достижения этой цели приоритет нужно отдавать мерам профилактики, социальной и медицинской защиты. В основу дальнейшей стратегии преодоления последствий Чернобыльской катастрофы необходимо поставить поддержку и расширение научных программ национального и международного уровней, направленных в ближайшее десятилетие на решение проблем последствий катастрофы, повышение роли комплексных научных достижений и их практического значения [22].

Анализ причин Чернобыльской аварии и процессов, связанных с ликвидацией ее последствий, наглядно демонстрирует, что новая стратегия должна в единое целое связать экологические, социальные, медицинские и радиационные проблемы. Без этого не могут быть разработаны оптимальные пути предупреждения и ликвидации последствий этой глобальной катастрофы, не может быть разорван порочный круг самовоспроизводящих себя причин возникновения старых и новых проблем, не может быть повышена эффективность использования средств, которые бы обеспечили минимизацию риска и создание надлежащего качества жизни пострадавших.

В законодательных актах государства следует четко определить рамки правового регулирования функциональной деятельности государства в сфере минимизации долгосрочных последствий Чернобыльской катастрофы. Система конституционно-правовых принципов по данной проблеме станет важным стимулом дальнейшего усовершенствования государственного управления комплексом проблем, связанных с аварией на ЧАЭС и ее последствиями.

Накопление новых научных знаний о последствиях Чернобыльской катастрофы, здоровье пострадавшего населения и многих других факторов требуют дальнейшей работы по усовершенствованию законодательства по вопросам защиты пострадавших, которую в отдаленный период можно рекомендовать в следующих направлениях.

Социальная защита граждан, которые подверглись влиянию радиации в результате Чернобыльской катастрофы, следует понимать как комплекс мероприятий экономического, правового и другого характера, которые осуществляются органами государственного управления и направлены на компенсацию вреда, причиненного аварией, и реабилитацию пострадавших граждан, материальную поддержку, повышение их медицинского и социального обеспечения. Цели социальной защиты не должны ограничиваться реализацией права граждан на компенсацию вреда, причиненного катастрофой, социальная защита имеет многоплановый характер.

В основу законодательного регулирования отношений в сфере социальной защиты граждан, которые пострадали в результате Чернобыльской катастрофы, должны быть заложены следую-

щие принципы: презумпция ответственности государства за вред, причиненный Чернобыльской катастрофой; государственная гарантия социальной защиты; универсальность и персонифицированность социальной защиты; дифференциация компенсаций и льгот в зависимости от характера негативного влияния и его последствий; максимальное использование имеющихся в государстве ресурсов для полноты социальной защиты.

Современный этап развития чернобыльского законодательства будет связан с решением сложных проблем, среди которых следует назвать разработку единых подходов к определению критериев возмещения ущерба и дифференциации размеров этого возмещения, конкретизацию категорий граждан, которые подверглись радиоактивному влиянию, определение оптимальных форм возмещения ущерба и защиты граждан.

На сегодня повышение уровня социальной защищенности граждан правительством Украины видится в усилении адресности социальной помощи, которая базируется на определении ее размера в соответствии с материальным положением и доходами семьи.

С точки зрения законодательной ветви власти, объективная потребность (уровень обеспеченности) граждан, которые подверглись влиянию радиации в результате Чернобыльской катастрофы, не должна выступать условием предоставления им социальной защиты. Характер и объем компенсаций и льгот, которые предоставляются, должны определяться уровнем негативного влияния. Вместе с тем отдельные виды льгот не могут рассматриваться в виде форм возмещения ущерба и не должны включаться в размеры компенсации. Сюда можно отнести трудовые льготы, тяжесть предоставления которых практически ложится на работодателей, льготы на обеспечение товарами повышенного спроса, внеконкурсное поступление в учебные заведения и т. п.

Следствием предложенной программы пересмотра действующего чернобыльского законодательства в отдаленный период и осуществления защитных мероприятий в «загрязненных» районах может стать потеря определенными территориями статуса радиоактивно загрязненных и, соответственно, потеря гражданами, которые проживают на этих территориях, права на получение компенсаций и льгот. В связи с этим считается необходимым законодательное закрепление гарантий медицинской и социальной защиты, исходя из того, что они находились в зоне негативного влияния.

Вопрос пересмотра границ зон радиоактивного загрязнения является одним из важнейших и наиболее сложных из всех чернобыльских вопросов [22]. Это связано, во-первых, с тем, что большинство специализированных нормативных актов исходит из того, что в результате Чернобыльской катастрофы образовалась значительная загрязненная радионуклидами территория, жизнедеятельность населения которой требует особой формы хозяйственной деятельности и управления. Во-вторых, одним из условий отнесения граждан к потерпевшим является проживание в соответствующих зонах радиоактивного загрязнения [14].

В соответствии с законами [14, 15], границы зон радиоактивного загрязнения устанавливаются и пересматриваются Кабинетом Министров Украины на основе экспертных выводов Национальной комиссии радиационной защиты населения Украины, Национальной Академии наук, Минздрава, Минагрополитики, Госкомгидромета, Минэкологии, МЧС по представлению областных советов народных депутатов и утверждаются Верховной Радой Украины. До сих пор границы этих зон не утверждены в соответствии с законодательством и не вносились на утверждение Кабинетом Министров Украины.

В соответствии с требованиями пункта 8 постановления Совета Министров УССР от 23 июля 1991 г. № 106 предусмотрено, что Минчернобыль (МЧС) и областные советы вместе с указанными центральными организациями ежегодно до 1 декабря подают в Совет Министров УССР предложения о внесении изменений в перечень населенных пунктов, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения (приложения № 1, 2, 3 постановления) [23].

В то же время обладминистрации предлагают воздержаться от пересмотра границ зон, а некоторые предлагают разработать механизм пересмотра статуса населенных пунктов, который бы предусматривал определение дальнейшего статуса жителей этих территорий в соответствии с социально-экономическими условиями, в которых они проживают, и считают необходимым сохранить статус пострадавших граждан и их медицинское обеспечение.

Законодательством Украины предусмотрено, что для предупреждения влияния радиологических факторов необходимо внедрять систему мероприятий медицинской, санитарно-гигиенической и радиационной защиты, которые, в первую очередь, основываются на требованиях Закона Украины «Об обеспечении санитарного и эпидемиологического благополучия населения» [24] и определяются научно обоснованными современными представлениями о действии ионизирующего излучения на организм человека и принципах радиационной защиты. Эти представления изложены в Государственных гигиенических нормативах «Нормы радиационной безопас-

ности Украины (НРБУ-97) [25], а также в публикациях Международной комиссии радиационной защиты, Научного комитета ООН по действию атомной радиации, Всемирной организации здравоохранения, основных стандартах радиационной безопасности Международного агентства по атомной энергии, в данных отечественных и зарубежных специалистов [26].

Действенность и экономическая рациональность этих мероприятий должны быть обеспечены принципиально новыми системными способами по осуществлению радиационного мониторинга состояния здоровья населения радиоактивно загрязненных территорий, а также гигиенического состояния объектов инфраструктуры.

Таким образом, основным социальным приоритетом государственной политики по преодолению последствий Чернобыльской катастрофы является экологическое оздоровление загрязненных радионуклидами территорий, возрождение жизни на этих территориях, поддержка социальной адаптации пострадавших, проведение медико-санитарного обслуживания населения.

Результаты дозиметрической паспортизации свидетельствуют о стойкой тенденции к улучшению радиационной ситуации на территориях, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения. Если в 1991 г. на территории Украины было 826 населенных пунктов, в которых доза облучения населения могла превышать 1 мЗв в год, то в 2001 г. таких населенных пунктов было 389, а в 2004 г. – 202 [28]. Результаты дозиметрического мониторинга свидетельствуют, что в 1551 населенном пункте, отнесенном к зоне усиленного радиоэкологического контроля, за последние три года суммарная эффективная доза облучения населения не превышала 0,5 мЗв в год [28]. Эти населенные пункты могут быть вынесены за границы зон радиоактивного загрязнения.

3 февраля 2004 г. Верховная Рада Украины приняла Закон Украины «Об отнесении некоторых населенных пунктов Волынской и Ровенской областей к зоне гарантированного добровольного отселения» [27]. Этим Законом шесть населенных пунктов были переведены из зоны безусловного (обязательного) отселения в зону гарантированного добровольного отселения. Принятие этого Закона было позитивным шагом к повышению эффективности социально-экономических и экологических мероприятий на радиоактивно загрязненных территориях, постепенного развития производственной и социальной сфер в этих населенных пунктах, стабилизации экономической ситуации в регионе, поддержки действующих предприятий.

Вместе с тем принятие Закона создало правовую коллизию, когда в соответствии с законами к зонам радиоактивного загрязнения могут быть отнесены названные шесть населенных пунктов. В связи с этим возникает острая необходимость утверждения Законом, по представлению Кабинетом Министров Украины, перечня населенных пунктов, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения. Следующим шагом должно стать постепенное выведение населенных пунктов за пределы границ зон радиоактивного загрязнения в соответствии с законодательством.

Одним из наиболее важных вопросов минимизации последствий Чернобыльской катастрофы является возвращение загрязненных территорий к нормальной жизни, обеспечение людей работой, предоставление возможности гражданам, населенным пунктам, районам реализации своего экономического потенциала. Постепенно в обществе, на всех уровнях его организации, осознается экономическая реабилитация загрязненных территорий становится очень важным приоритетом в сфере социальной защиты пострадавшего населения.

Наивысший приоритет социальной защиты и экономической реабилитации должны иметь те населенные пункты, которые в 2004 г. были переведены из зоны безусловного (обязательного) отселения, и те, для которых предусматривается пересмотр категории зон радиоактивного загрязнения.

Накопление новых научных данных о последствиях Чернобыльской катастрофы для здоровья пострадавших и других факторов вызывают необходимость дальнейшей работы по усовершенствованию законодательства по вопросам защиты пострадавших. Но этому процессу мешает отсутствие координации действий на всех уровнях государственного управления минимизацией последствий Чернобыльской катастрофы.

Государственно-правовой механизм преодоления последствий Чернобыльской катастрофы является существенной составляющей государственно-правового механизма Украины. Он должен представлять собой совокупность государственных органов, которые последовательно осуществляют мероприятия по локализации и минимизации долговременных последствий катастрофы, а также комплекс организационных, нормативно-правовых и других мероприятий, с помощью которых государство реализует функцию преодоления последствий Чернобыльской катастрофы.

Как отмечается в нормативно-правовых актах Верховной Рады Украины, в данное время структура государственно-правового механизма преодоления последствий Чернобыльской катастрофы в Украине несбалансированна. С одной стороны, есть достаточно развитая и нереали-

зованная система нормативно-правового обеспечения. С другой – отсутствует системная деятельность центральных и местных органов исполнительной власти в этой сфере.

Вопросами минимизации последствий Чернобыльской катастрофы в свое время занимался Минчернобыль Украины, а с 1997 г., согласно Указу Президента Украины от 28 октября 1996 г. № 1005/96, – Министерство Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы. Оно было главным органом в системе других центральных органов исполнительной власти по обеспечению реализации государственной политики в сфере ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы.

Необходимо признать, что с расширением функций Министерства на протяжении последних лет ослабело внимание к решению проблем чернобыльцев. Анализ деятельности МЧС указывает, что по сравнению с Минчернобылем, оно не стало органом межотраслевого управления и, соответственно, было не в состоянии в полном объеме решать проблемы взаимодействия с другими органами государственного управления, осуществлять контроль за их деятельностью по выполнению программ преодоления последствий катастрофы.

Выражая обеспокоенность структурными изменениями в управлении данной сферой, местные органы исполнительной власти, органы местного самоуправления, общественные организации, народные депутаты предложили создать специальный орган государственного управления – Государственный комитет по вопросам ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы, который стал бы главным объединяющим органом в государстве в сфере преодоления последствий Чернобыльской катастрофы. Этому способствовало также принятие решения о распределении ответственности за выполнение чернобыльских программ между различными органами исполнительной власти [22].

На отсутствие системной деятельности центральных органов исполнительной власти в создании социально-экономических, организационных условий и гарантий в сфере социальной защиты населения, которое пострадало от последствий Чернобыльской катастрофы, и развития радиоактивно загрязненных территорий неоднократно обращала внимание Верховная Рада Украины.

Указом Президента Украины «О мерах по усовершенствованию системы управления в сфере преодоления последствий Чернобыльской катастрофы» от 6 июля 2004 г. № 755/2004 создан Государственный комитет по вопросам преодоления последствий Чернобыльской катастрофы, как специально уполномоченный центральный орган исполнительной власти по вопросам защиты населения и территорий от последствий Чернобыльской катастрофы, в том числе по вопросам социальной защиты граждан, которые пострадали от Чернобыльской катастрофы, превращения объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, реабилитации загрязненных в результате Чернобыльской катастрофы территорий.

Другим Указом Президента Украины «О Министерстве Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от Чернобыльской катастрофы» от 20 апреля 2005 г. № 681/2005 с целью дальнейшего усовершенствования государственного управления в сфере преодоления последствий Чернобыльской катастрофы ликвидируется Госкомчернобыль, а его функции вновь передаются в МЧС.

Результатом такого «государственного управления» является то, что сегодня, накануне 20-й годовщины Чернобыльской катастрофы, страна оказалась неподготовленной к глубокому осмыслению последствий этой трагедии, своевременному решению научных, социальных, психологических и правовых проблем, что негативно влияет на реализацию широкомасштабного комплекса мероприятий по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы.

Характерными чертами государственного управления в сфере преодоления последствий Чернобыльской катастрофы должны стать научная обоснованность и стабильность.

Выводы

Минимизация последствий Чернобыльской катастрофы – это не временная, а рассчитанная на длительное время целенаправленная деятельность государства, которая будет осуществляться в течении длительного исторического периода.

В Украине сформирована нормативно-правовая база для реализации национальной политики в сфере комплексной защиты пострадавших от последствий Чернобыльской катастрофы, которая отвечает международным и национальным нормам радиационной безопасности.

Вместе с тем структура государственно-правового механизма преодоления последствий Чернобыльской катастрофы несбалансирована. С одной стороны есть достаточно развитая и нереализованная система нормативно-правового обеспечения, с другой – недостаточна системная деятельность центральных и местных органов исполнительной власти в этой сфере.

Формируя основы государственной политики в сфере преодоления последствий Черно-

быльской катастрофы и социальной защиты потерпевшего населения, Верховная Рада Украины указывает на необходимость перехода к новой фазе преодоления последствий Чернобыльской катастрофы – фазе возрождения и развития.

На сегодня вопрос пересмотра границ зон радиоактивного загрязнения в результате Чернобыльской катастрофы является одним из важнейших и наиболее сложным.

Основным социальным приоритетом государственной политики по преодолению последствий Чернобыльской катастрофы должно стать экологическое оздоровление радиоактивно загрязненных территорий, возрождение жизни на этих территориях, поддержка социальной адаптации пострадавших, проведение медико-санитарного обеспечения пострадавшего населения.

12.2. К вопросу об оценке эффективности чернобыльского законодательства

Эффективность любых средств или мероприятий определяется их способностью достигать намеченной цели в запланированные сроки и с использованием предусмотренных ресурсов. При этом возникает вопрос научного обоснования собственно цели, задач, которые должны быть выполнены для ее достижения, путей решения поставленных задач, определенных для их решения сроков и ресурсов.

Признавая непреодоленность последствий Чернобыльской катастрофы 20 лет спустя, мы должны поставить вопрос об эффективности чернобыльского законодательства как средства преодоления последствий катастрофы. Следует признать, что значительная часть мероприятий, начатых во исполнение чернобыльских законов, не были доведены до конца и не оправдали надежд на ожидаемые результаты, и этому есть две причины.

Первая причина, которая чаще всего называется в качестве основной – это недостаток средств для реализации мероприятий, другая – недостаточная их обоснованность.

В литературе отсутствует информация о наличии детальных расчетов стоимости введения чернобыльских законов во время их принятия Верховной Радой Украинской ССР в феврале 1991 г., однако уже тогда было понятно, что их введение станет серьезным испытанием для Украины. В своем Постановлении от 28 февраля 1991 г. № 797 «О порядке введения в действие Закона Украинской ССР «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших в результате Чернобыльской катастрофы» Верховная Рада, помимо прочего, поручала Кабинету Министров Украинской ССР: «Выйти с предложением к Кабинету Министров СССР о полном финансировании из союзного бюджета комплекса работ и мероприятий по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы. В случае отказа в реализации данного предложения уменьшить с 1 апреля 1991 г. отчисления в союзный бюджет средств, необходимых для финансирования комплекса работ и мероприятий по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы».

В литературе можно найти данные о расходах Украины на преодоление последствий Чернобыльской катастрофы (см. раздел 7.1), можно найти также и сведения о соотношении плановых и фактических бюджетных расходов на финансирование мероприятий, предусмотренных чернобыльским законодательством, начиная с 1992 г. [29]. Но данные о потребностях финансирования всех мероприятий, предусмотренных чернобыльским законодательством, и их сравнение с плановыми и фактическими расходами, доступны лишь с 1996 г. [30, 31], табл. 12.2.1. Несмотря на некоторое расхождение в цифрах, приведенных в указанных источниках, анализ данных позволяет сделать следующие выводы.

Во-первых, потребности финансирования согласно действующему законодательству имеют тенденцию к росту, с 1996 по 2004 гг. они возросли в 4,4 раза. Это можно объяснить двумя причинами: первая – процессы инфляции и удорожание жизни, вторая, не менее весомая, – постоянное «усовершенствование» чернобыльского законодательства путем внесения в него изменений и дополнений, что приводит к увеличению размеров льгот и компенсаций, а также расширению круга лиц, которым они предоставляются.

Во-вторых, существует устойчивая тенденция к уменьшению соотношения планируемых Госбюджетом расходов и потребностей на исполнение чернобыльского законодательства. В 1996–1998 гг. плановые расходы составляли 44–57% от потребности, в 1999–2002 гг. – 21–29%, а в 2003–2004 гг. – только около 11% от предусмотренных действующим законодательством расходов. Создалась парадоксальная ситуация, когда законодатель постоянно увеличивает предусмотренные чернобыльскими законами затраты и в то же время ограничивая расходы на выполнение чернобыльских программ путем приостановления действия статей (или их частей) чернобыльских законов при принятии Закона о Государственном бюджете Украины, постоянно снижает долю затрат, финансирование которых предусмотрено в Госбюджете, вероятно осознавая неспособность государства профинансировать в полном объеме потребности чернобыльских законов, а также сомневаясь в достаточной обоснованности предусмотренных ими льгот и компенсаций.

Состояние финансирования мероприятий по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы и социальной защите населения за 1996–2005 гг. (млн грн.) [29, 31]

Годы	Потребности согласно действующему законодательству	Предусмотрено Госбюджетом на соответствующий год	В % к потребности	Профинансировано	В % к предусмотренному Госбюджетом	Задолженность на начало года
1996	3363,32	1794,56	53,4	1527,88	85,1	160,59
1997	5681,72	2513,00	44,2	1746,59	69,5	310,04
1998	4548,5	2606,00	57,3	1432,26	55,0	457,75
1999	6015,95	1746,80	29,0	1535,51	87,9	763,21
2000	7479,25	1812,89	24,2	1809,63	99,8	931,48
2001	8744,46	1843,99	21,08	1925,02	104,4	786,4
2002	9957,8	2144,5	21,5	2002,8	93,4	729,3 в т. ч. 634,6 соц. защита.
2003	126567,4	1381,16	11,0	1381,16	100,0	760,3 в т. ч. 596,4 соц. защита
2004	14872,5	1710,97	11,5			685,4

В-третьих, планы финансирования чернобыльских программ до 1999 г. включительно не выполнялись, и только с 2000 г. фактическое их финансирование стало близким к плановому.

Естественно, что в таких условиях Украина, в лице властных структур и неправительственных организаций, обращалась за помощью к международному сообществу. Украине была предоставлена существенная помощь, однако в последнее время ее объемы сокращаются, и тут мы снова возвращаемся к вопросу обоснованности запросов о помощи и обоснованности собственно положений чернобыльского законодательства. Ситуация становится понятнее при рассмотрении ее в ретроспективе.

Одним из ключевых моментов, определивших дальнейшие направления планирования и осуществления мероприятий, направленных на защиту населения от последствий Чернобыльской катастрофы, было утверждение Верховной Радой УССР в 1991 г. **Концепции проживания населения Украинской ССР на территории с повышенными уровнями радиоактивного загрязнения вследствие Чернобыльской катастрофы** [32]. В этой Концепции *основным принципом радиологической защиты населения* признано поэтапное отселение в радиологически чистые местности по временному критерию плотности загрязнения грунта радионуклидами (цезием, стронцием, плутонием). Основным тезисом обоснования этого принципа стала ссылка на **отсутствие полной информации о радиационном состоянии территории Украины и дозах дополнительного облучения населения, которые уже получены с момента аварии на ЧАЭС и которые еще могут быть получены за все время проживания на загрязненных территориях.**

В законах Украины «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» и «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» этот принцип и критерии плотности загрязнения были положены в основу зонирования территории, которая подверглась радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы.

Постановлением Кабинета Министров Украины от 23 июля 1991 г. № 106 «Об организации выполнения постановлений Верховной Рады Украинской ССР О порядке введения в действие законов Украинской ССР «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» и «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» был определен ряд мероприятий, направленных на реализацию положений действующего законодательства, касающихся защиты населения от влияния негативных факторов, обусловленных аварией на ЧАЭС и ликвидацией ее последствий, а также определен список населенных пунктов, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения (всего 2293 н. п.) [33].

Следует отметить, что в чернобыльских законах существует важное внутреннее противоречие. В соответствии со ст. 1 Закона Украины «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» к территориям, подвергшимся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы, относятся такие, где население может получить дозу облучения свыше 1,0 мЗв (0,1 бэр) за год [33]. Аналогич-

ное положение содержится в ст. 3 Закона Украины «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы», которой определено, что условием проживания и трудовой деятельности населения без ограничений по радиационному фактору является получение дополнительной за счет загрязнения радиоактивными изотопами дозы, которая не превышает уровня облучения 1,0 мЗв (0,1 бэр) за год [34]. Однако, в ст. 2 обоих законов среди выделенных категорий зон радиоактивно загрязненных территорий существует также и зона усиленного радиоэкологического контроля, которая определяется как территория с плотностью загрязнения грунта изотопами цезия сверх доаварийного уровня от 1,0 до 5,0 Ки/км² или стронция от 0,02 до 0,15 Ки/км², или плутония от 0,005 до 0,01 Ки/км² при условии, что расчетная эффективная доза облучения человека, с учетом коэффициентов миграции радионуклидов в растения и других факторов, превышает 0,5 мЗв (0,05 бэр) в год свыше дозы, которую человек получал в доаварийный период.

Таким образом в соответствии с одними статьями законов зона усиленного радиоэкологического контроля не является территорией, подвергшейся радиоактивному загрязнению, и не требует ограничений по радиационному фактору относительно условий проживания и трудовой деятельности населения, в соответствии же с другими статьями этих же законов на этой территории проводятся мероприятия противорадиационной защиты, а население получает льготы и компенсации за проживание на загрязненной территории и ограничения своей деятельности с этим связанные. Согласно официальным данным [31], численность населения зон радиоактивного загрязнения составляет около 2,3 млн чел., из них более 1,6 млн чел. – это жители зоны усиленного радиоэкологического контроля.

Следует обратить внимание также на то, что согласно Концепции загрязнение грунта радионуклидами используется в качестве временного критерия для принятия решений до тех пор, пока не будет установлена индивидуальная эффективная доза облучения населения. В Украине с 1991 г. систематически осуществляется дозиметрическая паспортизация населенных пунктов, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской аварии, индивидуальные эффективные дозы облучения населения этих населенных пунктов (так называемые паспортные дозы) и их динамика хорошо известны и регулярно публикуются. На сегодняшний день вследствие самоочищения природной среды и предпринятых контрмер содержание радионуклидов в объектах окружающей среды уменьшилось на 37%, а в продукции сельского хозяйства – в 1,5–2 и более раз, что в свою очередь снизило в 2–3 раза дозы внешнего и внутреннего облучения населения, что находит свое отражение в изменении распределения населенных пунктов по уровням паспортных доз, таблица 12.2.2. Для сравнения в этой же таблице приводится отнесение населенных пунктов к зонам радиоактивного загрязнения согласно Постановлению Кабинета Министров Украины от 23 июля 1991 г. № 106, которое действует и поныне, за исключением 6 населенных пунктов Волынской и Ровенской областей, которые законом [35] были переведены из зоны безусловного (обязательного) отселения в зону гарантированного добровольного отселения. Из таблицы 12.2.2 нетрудно заметить разительные расхождения между нормативно-правовым отнесением населенных пунктов к зонам радиоактивного загрязнения и дозиметрическими реалиями сегодняшнего дня, но согласованный механизм изменения статуса населенных пунктов на сегодня отсутствует, а сам вопрос утратил смысл целесообразности и приобрел чисто политическую окраску.

На протяжении последних лет правительство Украины пыталось снять противоречия между действующим законодательством и экономическими возможностями Украины, с одной стороны, и уровнем социальной защищенности лиц, пострадавших в результате Чернобыльской катастрофы, и нарастающим социально-психологическим напряжением в разных общественных группах – с другой, но без заметных изменений в этом направлении. Неоднократно представления о внесении изменений и дополнений в законы Украины, связанные с Чернобыльской катастрофой, которые предлагались для снятия расхождений между отдельными статьями законов, согласования действующего законодательства с экономическими возможностями государства и создания системы всесторонней защиты пострадавших, были отклонены Комитетами (а раньше Постоянными комиссиями) Верховной Рады Украины как противоречащие действующей Концепции. Это стимулировало разработку нового документа в качестве основы, необходимой для пересмотра законов Украины, связанных с Чернобыльской катастрофой. Такой документ был подготовлен, одобрен Правительством Украины в 1997 и 1998 гг. и направлялся в Верховную Раду Украины, однако в конце 1999 г. был отозван новым правительством для оценки его актуальности и доработки.

Последний вариант Концепции защиты населения в связи с Чернобыльской катастрофой базировался на признанных международной научной общественностью радиологических крите-

Распределение количества населенных пунктов (из тех, которые согласно действующему законодательству отнесены к зонам радиоактивного загрязнения) по уровню доз дополнительного облучения, определенному на основе материалов дозиметрической паспортизации [36–39]

Год паспортизации	Средние дозы облучения в населенных пунктах (мЗв в год)			
	< 0,5	0,5–0,99	1,0–4,99	> 5,0
1996	1307	333	507	6
1997	1350	359	443	9
1998	1332	375	440	7
1999	1375	380	397	9
2000	1417	298	440	6
2001	1455	314	389	5
2002	1471	317	372	3
2003	1538	338	285	2
2004	1551	410	202	0
1991, постановление КМУ № 106	–	1290 (зона 4)	835 (зона 3)	92 (зона 2)

риях и рекомендациях, на опыте и знаниях, накопленных за годы преодоления последствий катастрофы отечественными и зарубежными специалистами в разных областях науки.

Учитывая важность Концепции, постановлением Верховной Рады Украины «О парламентских слушаниях к четырнадцатой годовщине Чернобыльской катастрофы» было рекомендовано рассмотреть проект Концепции Национальной академии наук Украины, Академии медицинских наук Украины, Украинской академии аграрных наук. На заседаниях президиумов всех вышеперечисленных академий ученые выразили поддержку проекта в качестве основы для дальнейшего усовершенствования действующего законодательства.

В 2000–2001 гг. правительство Украины предприняло еще несколько попыток внести проект новой Концепции на рассмотрение Верховной Рады Украины, однако, из-за противодействия комитетов Верховной Рады, этот документ до сессионного зала ни разу так и не дошел. Завершился этот процесс распоряжением Кабинета Министров Украины от 25 июля 2002 г. «Об утверждении Концепции проекта Закона Украины «О внесении изменений в законы Украины «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» и «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы».

Еще один аспект, на который следует обратить внимание, это существенное отличие в компенсациях за облучение, предусмотренных чернобыльским и ядерным законодательством Украины. Закон Украины «О защите человека от влияния ионизирующего излучения» [34] содержит статью 19 «Компенсация за превышение годового основного дозового предела облучения» которой предусмотрено, что компенсация за превышение годового основного дозового предела облучения предоставляется лицам, которые проживают или временно пребывают на территории Украины, в случаях, в частности, вынужденного употребления загрязненных радионуклидами продуктов питания и питьевой воды, а также радиационно опасных условий проживания, трудовой деятельности и обучения, что полностью отвечает чернобыльской ситуации.

Этой же статьей предусмотрено, что компенсация за превышение годового основного дозового предела облучения устанавливается в размере 1,2 необлагаемых налогом минимумов доходов граждан за каждый миллизиверт превышения установленного допустимого предела облучения.

В соответствии с Законом Украины «О налоге с доходов физических лиц» (статья 22. Заключительные положения, п. 22.5), если нормы других законов содержат ссылки на необлагаемый налогом минимум, то для целей их применения используется сумма в размере 17 грн., кроме норм административного и криминального законодательства в части квалификации преступлений или правонарушений, для которых сумма необлагаемого налогом минимума устанавливается на уровне налоговой социальной льготы, определенной подпунктом 6.1.1 пункта 6.1 статьи 6 этого Закона для соответствующего года (с учетом положений пункта 22.4 этой статьи) [40].

Таким образом, в соответствии с ядерным законодательством компенсация за превышение

годового основного дозового предела облучения составляет 20,4 грн. за каждый 1 мЗв превышения установленного законом допустимого предела облучения (напомним, что для населения этот предел составляет 1 мЗв в год). Возвращаясь к таблице 12.2.2 легко можно подсчитать, что если бы компенсации жителям загрязненных вследствие аварии на ЧАЭС территорий предоставлялись в соответствии с положениями ядерного законодательства, то по результатам дозиметрической паспортизации населенных пунктов, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, проведенной в 2004 г., жители только 206 населенных пунктов имели бы право на компенсацию переоблучения (превышения основного дозового предела), и эта компенсация составляла бы не более 81,6 грн. в год на человека, поскольку наибольшая доза не превышала 5 мЗв, а превышение основного дозового предела, соответственно, составляло не более 4 мЗв.

Сумма льгот и компенсаций, получаемых жителями населенных пунктов, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения по чернобыльскому законодательству, значительно превышает размеры предусмотренной ядерным законодательством компенсации за превышение годового основного дозового предела облучения, что нарушает принцип социальной справедливости.

Таким образом, подытаживая изложенное, следует признать, что чернобыльское законодательство, несмотря на всю свою гуманистическую направленность, имеет такие недостатки:

- содержит внутренние противоречия;
 - в нем отсутствуют действенные внутренние механизмы адаптации к изменениям радиационной ситуации на загрязненных территориях;
 - размеры предусмотренных им льгот и компенсаций не являются достаточно обоснованными с точки зрения противорадиационной защиты;
 - общая стоимость реализации всех его положений несоизмерима с экономическими возможностями Украинского государства;
 - его положения относительно компенсации превышения основного дозового предела облучения не соответствуют ядерному законодательству, чем нарушается принцип социальной справедливости,
- и потому не стало достаточно эффективным средством преодоления последствий Чернобыльской катастрофы.

13. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Чернобыльская катастрофа подтвердила, что тяжелые ядерные аварии приводят к глобальным последствиям и влияют на жизненные интересы многих стран. Ресурсы, необходимые для ликвидации последствий техногенных катастроф такого масштаба, выходят далеко за пределы экономических и технологических возможностей отдельной страны и требуют объединения усилий мировой общественности.

На первом этапе (1986–1989) международное сотрудничество по чернобыльским вопросам осуществлялось исключительно под эгидой МАГАТЭ, поскольку совместная деятельность Украины и МАГАТЭ по мирному использованию ядерной энергии началась задолго до Чернобыльской аварии.

Подробную информацию об аварии, ее последствиях и принятых мерах советские специалисты доложили на совещании экспертов МАГАТЭ в августе 1986 г. в Вене. Были определены такие приоритеты взаимодействия между бывшим СССР и МАГАТЭ:

- установить причины и масштабы аварии;
- оценить адекватность принятых мер по радиационной защите населения;
- повысить уровень безопасности реакторов РБМК и всех АЭС с реакторами советского производства.

Сотрудничество в этом крайне важном направлении продолжается и сегодня с участием МАГАТЭ, ведущих институтов Франции (IRSN), Германии (GRS), национальных лабораторий США (PNNL, BNL, ANL и др.) и других государств.

События в Чернобыле дали толчок к разработке Конвенции об оперативном оповещении о случаях ядерных аварий и Конвенции о помощи в случае ядерной аварии, которые были приняты Генеральной конференцией МАГАТЭ на специальной сессии в Вене 26 сентября 1986 г. Вместе с тем понадобилось еще несколько лет прежде, чем советские официальные круги отказались от политики замалчивания реальных причин и масштабов аварии и обратились к профессионалам мирового ядерного сообщества. Так, несмотря на то, что Конвенция о помощи в случае ядерной аварии вступила в действие для СССР 24 января 1987 г. [1], только в декабре 1989 г. СССР впервые официально обратился к международным экспертам, которые работали под эгидой МАГАТЭ. Правительство бывшего СССР попросило провести международную экспертизу концепции безопасного проживания населения в районах с радиоактивным загрязнением и оценить эффективность соответствующих мер, проводившихся в Украине, России и Белоруссии. Начиная с этого момента, круг участников сотрудничества по Чернобылю начал расширяться, механизмы сотрудничества совершенствоваться, а понимание необходимости кооперации в вопросах Чернобыльской катастрофы окончательно укрепилось как в Украине, так и в мировом сообществе. В начале 1990 г. секретариат МАГАТЭ инициировал разработку Международного чернобыльского проекта, в рамках которого проводились изучение и оценка радиологических последствий Чернобыльской катастрофы для человека и окружающей среды силами международных экспертов. Управление Чернобыльским проектом осуществлял Международный консультативный комитет, созданный по инициативе соответствующих организаций системы ООН и Комиссии Европейских Сообществ (КЕС).

В ходе выполнения Чернобыльского проекта проанализированы результаты оценок радиационного состояния окружающей среды (плотность загрязнения почв, содержание радионуклидов в сельскохозяйственной продукции и питьевой воде), состояния здоровья людей (клинические, гематологические и другие показатели). В целом была подтверждена правильность выбранных критериев для принятия решений и мер по защите населения. Поддержана тактика правительства СССР – наряду с радиационной обстановкой рассматривать конкретные социальные и экономические условия при принятии решения об отселении людей [2].

В апреле 1990 г. постоянное представительство Украины при ООН в Нью-Йорке, по поручению своего правительства и вместе с полпредствами бывшего СССР и Белоруссии, обратилось в ООН с просьбой включить в повестку дня первой очередной (весенней) сессии 1990 г. Экономического и Социального совета ООН (ЭКОСОС) дополнительный пункт: «Международное сотрудничество по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции» [3].

Положительное решение ЭКОСОС на обращение СССР способствовало началу многопланового сотрудничества по Чернобылю. Благодаря этому, несмотря на значительное опоздание, открылся путь для практического использования международного опыта и знаний для изучения последствий Чернобыльской катастрофы и оказания технической, медицинской, социальной помощи и реабилитации пострадавшего населения и территорий, а также открылись возможности использования странами мира чернобыльского опыта для повышения собственной готовности

при возникновении чрезвычайных радиационных инцидентов. Провозглашение Украины независимым государством привело к дальнейшим положительным переменам в схеме участия международного сообщества в деле смягчения последствий Чернобыльской катастрофы. Существенно возросла активность ООН, других правительственных и неправительственных организаций, в том числе КЕС; объем помощи со стороны КЕС для обеспечения ядерной безопасности и ликвидации последствий Чернобыля увеличился в 1992 г. в 10 раз по сравнению с 1991 г. [3].

К сотрудничеству привлекались наиболее влиятельные международные организации и учреждения, расширялось межгосударственное взаимодействие в научно-технической и гуманитарной сферах, устанавливались деловые контакты с ведущими научными центрами и лабораториями передовых ядерных государств.

Анализ и обобщение практики международного сотрудничества по чернобыльской проблеме позволяет выявить его основные механизмы:

- взаимодействие на государственном уровне с ведущими международными организациями и фондами (ООН, КЕС, МАГАТЭ, ЮНЕСКО, Фонд Сасакави и др.);
- двустороннее сотрудничество на основе межправительственных договоров и меморандумов;
- участие в международных проектах по конкретным программам;
- привлечение финансовых средств международных и национальных финансовых институтов других стран, таких, как Мировой банк реконструкции и развития, Фонд «Know-how» правительства Великобритании, а также фирм и организаций, имеющих опыт и технологии для оказания помощи Украине в вопросе ограничения последствий Чернобыльской катастрофы.

Международные организации и страны, которые помогали Украине в решении проблем Чернобыля, старались облегчить судьбу сотен тысяч людей, пострадавших вследствие катастрофы, и таким образом, выполнить гуманитарную миссию, обусловленную доброй волей и общечеловеческими ценностями, а также получить доступ к уникальному Чернобыльскому полигону и приобрести опыт ликвидации последствий крупнейшей ядерной аварии.

Постепенно, на протяжении 1990–1995 гг., преобладающим фактором международного сотрудничества по Чернобылю стало стремление мирового сообщества к безопасности, которое воплотилось в следующие основные цели:

- окончательно остановить Чернобыльскую АЭС;
- превратить разрушенный четвертый блок в экологически безопасную систему;
- довести уровень безопасности АЭС Украины до мировых стандартов.

Ключевую роль в повышении безопасности АЭС Украины сыграли так называемая Лиссабонская инициатива, провозглашенная в мае 1992 г., и решения совещания на высшем уровне в Мюнхене в июне 1992 г., на котором руководители государств и правительств стран «Большой Семерки» предложили странам, имеющим реакторы советской конструкции, многостороннюю программу действий по повышению уровня безопасности их атомных станций.

Положительная позиция руководителей стран «Большой Семерки» существенно активизировала и двустороннее сотрудничество Украины с отдельными странами.

Двусторонняя кооперация охватывала практически все аспекты атомной проблематики: ядерная безопасность, радиоэкология, радиоактивные отходы, медицинские и социальные последствия и др. Основными странами, которые принимают наиболее активное участие в таком сотрудничестве, являются Великобритания, Германия, Франция, США, Канада, Япония, Швеция и др. Международно-правовую основу двустороннего сотрудничества Украины и США по вопросам Чернобыля составляют два документа:

- договор о гуманитарном и технико-экономическом сотрудничестве, 1992 г.;
- договор о сотрудничестве в области ядерной безопасности, 1995 г.

Двустороннее техническое сотрудничество с зарубежными странами проводится в рамках ряда двусторонних международных договоров и/или меморандумов:

– Договор между Правительством Украины и Правительством Федеративной Республики Германии о сотрудничестве по вопросам, которые представляют взаимный интерес в связи с ядерно-технической безопасностью и радиационной защитой от 10 июня 1993 г.;

– Договор между Правительством Украины и Правительством Федеративной Республики Германии о сотрудничестве в области охраны окружающей среды от 10 июня 1993 г.;

– Рамочный договор о грантах технической помощи между Украиной и Международным банком реконструкции и развития от 14 января 1998 г.;

– Дополнительный договор к рамочному договору от 29 мая 1996 г. между Правительством Украины и Правительством Федеративной Республики Германии о консультациях и техническом сотрудничестве от 30 октября 1997 г.;

– Меморандум о взаимопонимании между Правительством Украины и Правительством США по поводу технической помощи со стороны правительства США по вопросам реформирования электроэнергетического сектора Украины (Постановление КМУ от 04 декабря 1999 г. № 2202);

– Меморандум о взаимопонимании между Правительством Украины и Правительством США об оказании технической помощи в области охраны здоровья в Украине (Постановление КМУ от 31 марта 2003 г. № 408);

– Меморандум о взаимопонимании между Правительством Украины и Правительством США по основным направлениям и целям программы помощи со стороны агентства США по международному развитию в 2005–2007 гг. (Распоряжение КМУ от 16 ноября 2005 г. № 458-р) и др.

Большая семерка обеспечила также создание многостороннего дополнительного механизма для срочного принятия мер, повышающих эксплуатационную и техническую безопасность АЭС, которые не вошли в двусторонние программы, и призвала мировую общественность принять участие в его финансировании. В 1993 г. Совет директоров ЕБРР создал счет ядерной безопасности, на который страны-доноры перечисляли средства для финансирования проектов повышения безопасности АЭС в регионе. Наиболее активными донорами являются КЕС и 14 стран: Бельгия, Великобритания, Дания, Италия, Канада, Нидерланды, Германия, Норвегия, США, Финляндия, Франция, Швейцария, Швеция и Япония.

Естественно, что внимание большинства ядерных государств было приковано к работам по локализации разрушенного реактора и превращения его в экологически безопасную систему, что и по сей день является одной из важнейших в комплексе проблем, связанных с ликвидацией последствий Чернобыльской аварии.

Началом понимания путей технического решения этой проблемы стал международный конкурс, объявленный правительством Украины. Многие страны Европы и США в 1992–1993 гг. приняли активное участие в организованном Минчернобылем Украины и Национальной Академией наук Украины конкурсе на лучший проект сооружения второго «Саркофага» над временным объектом «Укрытие» и разработки технологий извлечения из него топливосодержащих масс. Участие в конкурсе ведущих международных экспертов, представителей мощных инженерно-технологических фирм, их опыт и знания было исключительно полезным и способствовало выработке более четкого взгляда на многогранную проблему объекта «Укрытия». По итогам международного конкурса в 1993 г. была одобрена концепция поэтапного преобразования объекта «Укрытия» в экологически безопасную систему и объявления КЕС тендера на разработку ТЭО первых этапов этой концепции [4].

Победитель тендера – консорциум Alliance – представил в 1995 г. отчет о технико-экономическом обосновании, основные выводы которого и сейчас сохраняют актуальность. Главными этапами последующих действий по объекту «Укрытие» были:

- подписание в Брюсселе Протокола между Европейской Комиссией и Украиной для уточнения и координации плана дальнейших действий на основании результатов исследований «Альянса» (сентябрь 1995 г.);
- принятие Меморандума о взаимопонимании между правительством Украины, правительствами стран «Большой Семерки» и КЕС о закрытии Чернобыльской АЭС (декабрь 1995 г.).

В соответствии с Меморандумом, в качестве продолжения работ «Альянса», был предложен в рамках проекта ТАСИС «Чернобыльский блок 4. Кратковременные и долгосрочные меры» так называемый Рекомендованный курс действий. Таким образом, реальные и наиболее полноценные шаги в направлении усиления активности международной кооперации по проблемам Чернобыля были сделаны в середине 90-х годов, чему способствовало решение Украины приостановить эксплуатацию Чернобыльской АЭС в 2000 г. и подписанный в связи с этим Меморандум.

Наконец, в 1997 г., в продолжение работ по упомянутому выше проекту ТАСИС, при взаимодействии КЕС, США, Украины и группы международных экспертов был разработан подробный план работ в соответствии с Рекомендованным курсом действий, так называемый SIP (Shelter Implementation Plan). Финансирование SIP осуществляется за счет взносов стран-доноров из специально созданного Международного Чернобыльского фонда под административным управлением ЕБРР. Направления и ход работы по проекту SIP отражены в разделе Национального доклада «Объект «Укрытие».

Значительным вкладом в решение сложного комплекса Чернобыльских проблем стала организация совместных международных исследований между КЕС и пострадавшими государствами СНГ – Украиной, Беларусью и Россией. Участие в выполнении экспериментальных и исследовательских проектов приняли ведущие ученые около 200 научных учреждений с обеих сторон. За 4 года (1992–1996) выполнено 16 проектов, посвященных созданию Атласа радиоактивного

загрязнения территории Европы, изучению закономерностей вторичного переноса радионуклидов в окружающей среде и миграции их в естественных ландшафтах и пищевых цепях, изучению и оценке путей формирования и реконструкции поглощенных доз облучения человека, диагностике индуцированных радиацией медицинских эффектов, методов ранней их диагностики и лечения, поддержке принятия управленческих решений [5]. Успеху сотрудничества способствовало создание Научно-координационного Совета для управления и корректировки программ.

Результаты исследований по большинству проектов были внедрены в научных учреждениях и при планировании и проведении контрмер на загрязненных территориях. Основные достижения освещены во многих отечественных и зарубежных изданиях высшего уровня, они стали достоянием мировой науки в отрасли радиационной защиты населения и радиационной медицины. Учреждения СНГ получили современное научное оборудование, сотрудничество способствовало повышению методического уровня научных работ в Украине, Беларуси и России. Результаты всех проектов были обсуждены на Международной конференции в Минске в 1986 г. и опубликованы [6].

Особое внимание привлекает проблема влияния радиационных факторов аварии на здоровье человека. Наиболее актуальный вопрос в этой проблеме – радиационно индуцированный рак щитовидной железы – его диагностика и лечение. Международное сотрудничество по изучению медицинских последствий аварии на ЧАЭС для здоровья населения Украины продолжается и сегодня.

В 1992–1994 гг. под эгидой ВОЗ Институтом эндокринологии и обмена веществ АМН Украины выполнялся пилотный проект «Щитовидная железа» международной программы медицинских последствий Чернобыльской аварии «АЙФИКА». С 1996 г. по сегодняшний день в рамках сотрудничества между правительствами Украины и Соединенных Штатов Америки выполняется Украинско-американский проект «Научная Программа исследования рака и других заболеваний щитовидной железы в Украине после аварии на Чернобыльской АЭС».

Важным этапом международного сотрудничества стала серия проектов в рамках программ «ИнкоКоперникус» и «Безопасность радиоактивного распада». Научный центр радиационной медицины Академии медицинских наук Украины принимал участие в проекте «STRESS-95», посвященном оценке значимости различных путей формирования дозы облучения населения на загрязненных территориях.

В 1997–1999 гг. под эгидой Европейского Союза Институтом эндокринологии и обмена веществ АМН Украины выполнялись два научных проекта по программе «Инко-Коперникус»:

- «Роль лимфоидной инфильтрации в развитии послечернобыльских тиреоидных опухолей: морфологические, иммунно-гистохимические и молекулярно-биологические исследования».
- «Исследование тиреоидного рака и другой тиреоидной патологии в странах СНГ, потерпевших от ядерной катастрофы на Чернобыльской АЭС».

В 1998–1999 гг. под эгидой ВОЗ Институтом эндокринологии выполнен научный проект «Изучение патологии щитовидной железы и экскреции йода с мочой у детей Украины, рожденных до и после Чернобыльской аварии, с целью оценки влияния экологических факторов на возникновение заболеваний щитовидной железы у детей».

С 1998 г. до настоящего времени длится общий проект ВОЗ, Европейского Союза, Национального Института рака США, Фонда «Сасакава» (Япония), «Чернобыльского банка тканей Содружества Независимых Государств – международные научные ресурсы».

Медицинские аспекты радиационных аварий продолжают вызывать заинтересованность международного сообщества. В 1999–2000 гг. под эгидой Европейского Союза выполнялся научный проект «Исследование распространенности субклинического и клинического инсулин-независимого сахарного диабета и аутоиммунного тиреоидита у детей и подростков, проживающих на загрязненных после аварии на Чернобыльской АЭС территориях». На протяжении 2000–2002 гг. выполнялся общий с Кембриджским университетом (Великобритания) проект «Чернобыль, общеевропейское исследование: морфология, онкогены, ДНК-повреждения в результате радиационного канцерогенеза».

В 2000–2003 гг. Институтом эндокринологии совместно с Научно-исследовательским центром экологии и здоровья (Германия) выполнялись проекты: «Облучение щитовидной железы у белорусских и украинских детей после Чернобыльской катастрофы и риск развития тиреоидного рака» и «Диапазон использования интегрированных данных для определения факторов риска в эпидемиологических исследованиях».

Значительной вехой на пути международного сотрудничества стала Франко-немецкая инициатива – (FGI) «Чернобыль. Результаты и их использование в интересах человека и окружающей среды», цель которого заключалась в сборе, унификации и согласовании широкого круга

научных данных о последствиях аварии и эффективности контрмер. Созданием такой масштабной программы правительства Франции и Германии способствовали началу работы Международного Чернобыльского центра, к созданию которого призывало в 1995 г. правительство Украины. Выполнение программы организовано Институтом безопасности реакторов GRS (Германия) и Институтом радиационной защиты IRCN (Франция). Координацию деятельности научных центров, лабораторий и институтов России, Украины и Беларуси, участвовавших в выполнении FGI, осуществлял Чернобыльский центр по проблемам ядерной безопасности, радиоактивных отходов и радиоэкологии, созданный в 1996 г. в г. Славутич, выполнявший также функции административного посредника Международного Чернобыльского Центра.

В состав FGI входили 3 подпроекта: «Безопасность Саркофага», «Радиоэкологические последствия аварии», «Медицинские последствия аварии».

Выполнение программы FGI завершилось созданием интегрированных баз данных по всем главным аспектам оценки и минимизации последствий аварии. Очень важно, что материалы, накопленные в Беларуси, Украине и России, были верифицированы, детально обсуждены и согласованы всеми исполнителями вместе с учеными ведущих научных учреждений в области радиационной и ядерной безопасности Германии и Франции. Основные итоги работы были подведены на конференциях 5–6 октября 2004 г. в Киеве, в которой приняли участие представители МАГАТЭ, ЕБРР и других международных организаций. Данные по оценке и ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы стали достоянием не только отечественных ученых, но и международного сообщества.

За годы существования под эгидой Международного Чернобыльского Центра и при финансовой поддержке правительств США, Великобритании, Франции, Германии и Японии было выполнено около 100 исследовательских проектов в сфере анализа безопасности ядерных установок, снятия с эксплуатации блоков Чернобыльской АЭС, физической защиты источников ионизирующего излучения, исследований состояния объекта «Укрытие» и др.

В 1998 г. между Украиной и США заключено межправительственное соглашение, в соответствии с которым в составе Чернобыльского центра создана Международная Радиоэкологическая Лаборатория, деятельность которой способствует проведению международных исследований влияния радиации на растительный и животный мир Чернобыльской зоны.

Широкое научное международное сотрудничество по проблемам медицинских последствий Чернобыльской катастрофы проводит Научный центр радиационной медицины АМН Украины, который с 1998 р. является региональным центром сотрудничества с ВОЗ в направлении медицинской готовности и неотложной помощи при радиационных авариях (REMPAN). Международные научные исследования осуществляются в рамках программ ВОЗ, МАГАТЭ, Комиссии Европейского Содружества, сотрудничества с научно-исследовательскими учреждениями США, Японии, Германии, Италии, Франции и других стран.

Наиболее масштабными и значимыми международными исследовательскими программами, выполненными при участии НЦРМ АМН Украины, были «Эффекты пренатального облучения мозга как результат Чернобыльской аварии» и программа ВОЗ «АИФИКА» (International Program on Health Effects of the Chernobyl Accident, IPHECA). Срок выполнения 1992–1997 гг. Программа включала проекты «Гематология», «Эпидемиологический реестр», «Внутриутробное повреждение головного мозга», «Щитовидная железа».

С октября 2000 г. до настоящего времени по Межправительственному соглашению между Украиной и США о сотрудничестве в области ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы (2000) выполняется программа «Научный протокол по изучению лейкемии и других гематологических заболеваний среди участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в Украине». В результате выполненных исследований сформирована когорта участников ЛПА на ЧАЭС 1986–1987 гг. – 110 645 лиц мужского пола, проживающих в 6 регионах Украины, для выявления случаев лейкемии, миелодиспластического синдрома (МДС) и множественной миеломы (ММ).

Совместно с научным комитетом НАТО по угрозам обществу НЦРМ АМН Украины с 2001 г. выполняет Международный исследовательский проект с научным департаментом НАТО «Исследования рисков последствий Чернобыльской катастрофы», по результатам которого проводятся международные научные конференции «Чернобыль, медицинские последствия и уроки на будущее» (2001, 2003 и 2004 годы).

Одной из наиболее эффективных форм международного сотрудничества и объединения усилий научного сообщества для достижения общей цели являются международные конференции. В апреле 2001 г. в Киеве проведена Международная конференция «Пятнадцать лет Чернобыльской катастрофы. Опыт преодоления» [7, 8]. Основной целью конференции было:

– определить общее видение ученых и специалистов наиболее пострадавших стран и международного научного сообщества по поводу последствий Чернобыльской катастрофы через 15 лет в экологической, медицинской, социальной и других сферах;

– согласовать выводы и рекомендации для использования их органами и лицами, ответственными за принятие решений, как на национальном, так и на международном уровнях, для внедрения последующих мероприятий по преодолению последствий катастрофы;

– обеспечить общее понимание нынешней ситуации, которая сложилась в результате аварии, и необходимых в будущем контрмер.

Единая точка зрения заключается в том, что эта катастрофа существенно изменила жизнь миллионов людей, которые живут на наиболее загрязненной территории, прежде всего в Беларуси, России и Украине. События, связанные с аварией (переселение, ограничение в производстве сельскохозяйственной и промышленной продукции, другие контрмеры) радикально изменили уклад их жизни. Отсутствие специальных знаний по радиологии не позволило населению самостоятельно оценить правдивость информации, которая предоставлялась в прессе, по радио и телевидению. Поэтому субъективное восприятие возможных последствий аварии намного превысило реальное состояние дел. На фоне ухудшения экономического положения, распада СССР – все это вместе взятое сделало аварию действительно катастрофой для миллионов людей, переведя их в категорию «пострадавшие в результате аварии на Чернобыльской АЭС».

Опираясь на общее понимание причин и последствий аварии, а также эффективность реагирования, конференция определила основные уроки Чернобыльской катастрофы, которые вытекают из анализа последствий и действий пострадавших государств в послеварийный период.

Созданная усилиями многих стран (Беларуси, России, Украины, стран Европейского Союза, США, Японии и др.) и международных организаций (ООН, ВОЗ, МАГАТЭ) практика научной кооперации позволила получить важные научные результаты в области ядерной и радиационной безопасности, радиоэкологии, радиационной медицины, которые имеют существенное практическое значение. Вместе с тем недостаточное финансирование национальных научных исследований и их неполное согласование не способствуют созданию обоснованной комплексной стратегии научных исследований. На национальных (Беларусь, Россия и Украина) и международном уровнях необходимо развитие и углубление программ научных исследований с учетом долговременных заданий.

Для развития этого направления международного сотрудничества Кабинет Министров Украины своим решением от 15 февраля 2002 г. создал единую систему привлечения, использования и мониторинга международной технической помощи. Функции координатора деятельности, связанной с привлечением международной технической помощи, обеспечением формирования помощи в соответствии с приоритетными направлениями социально-экономического развития Украины, возложены на Министерство экономики Украины.

Важным шагом стало создание в 2003 г. Чернобыльского Форума под эгидой ООН с участием ВОЗ, МАГАТЭ, Европейской Комиссии, ЕБРР, других международных организаций и правительств пострадавших от аварии стран с целью подвести итоги в наших знаниях и способствовать лучшему пониманию и усовершенствованию мероприятий для преодоления последствий аварии. На заседании Чернобыльского Форума в апреле 2005 г. участники Форума от Беларуси, Российской Федерации и Украины обратились с просьбой разработать рекомендации правительствам этих трех стран по специальным программам здравоохранения и восстановлению окружающей среды, обозначив потребности в последующих исследованиях, а также по социально-экономической политике. В сентябре 2005 г. в Вене состоялось заключительное заседание Форума, который рассмотрел и одобрил доклады-отчеты двух групп научных экспертов – «Здоровье», подготовленный при координации ВОЗ, и «Окружающая среда», подготовленный при координации МАГАТЭ ведущими специалистами мировой науки.

Заключительный документ был подготовлен Секретариатом Форума на основе рекомендаций, представленных в технических докладах Форума. Кроме того, ПРООН предложила рекомендации по экономической и социальной политике, которые основываются на проведенном в 2002 г. ООН исследовании «Гуманитарные последствия аварии на Чернобыльской АЭС: стратегия реабилитации», а также на документе Всемирного банка «Беларусь: взгляд на Чернобыль» (2002). Рекомендации Форума были распространены среди участников и приняты на основе консенсуса.

Форум признал, что авария 1986 г. была самой тяжелой ядерной аварией в истории мировой атомной промышленности. В связи с выбросом очень большого количества радионуклидов она стала также и наиболее крупной радиационной аварией. Однако с годами, по мере снижения уровней облучения и накопления гуманитарных последствий, на первое место постепенно выхо-

дят тяжелая социально-экономическая депрессия пострадавших регионов Беларуси, России и Украины и серьезные психологические проблемы непосредственных участников ликвидации аварии и населения.

Ученые пришли к выводу, что радиация станет причиной приблизительно 4000 смертей среди тех, кто получил повышенные дозы облучения. Второй критической группой пострадавших стали дети и подростки, щитовидная железа которых в результате употребления молока с повышенным содержанием радиоактивного йода получила значительные дозы облучения. Всего в 1992–2003 гг. зарегистрировано около 4000 случаев рака щитовидной железы, большинство из которых (99%) успешно прооперировано.

Один из главных выводов Форума заключается в том, что мероприятия, принятые в прошлом правительствами для преодоления последствий Чернобыльской аварии, были своевременными и адекватными. В то же время современные исследования и наблюдения указывают на необходимость изменения направления этих усилий. Форум считает, что приоритетом должно стать социальное и экономическое возрождение пострадавших районов Беларуси, России и Украины, устранение психологического груза у их населения и у ликвидаторов.

Нет сомнения, что Международная научная конференция в Киеве, проведение которой запланировано 24–26 апреля 2006 г., станет новым шагом на пути к смягчению последствий аварии, повышению уровня ядерной и радиационной безопасности и будет способствовать дальнейшему развитию международного сотрудничества по вопросам Чернобыля.

14. ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА. ЧЕРНОБЫЛЬСКИЙ ОПЫТ

14.1. Влияние Чернобыльской катастрофы на развитие мировой ядерной энергетики

В истории цивилизации вряд ли найдется другая технология, которая так драматически, как ядерная, повлияла на общественно-политическую и социально-экономическую жизнь человеческого сообщества. Тем более в столь короткий промежуток времени. С момента своего рождения, 27 июня 1954 г., ядерная энергетика испытала взлеты и падения. Но именно на территории Украины ядерная энергия продемонстрировала не только свои бесспорные потребительские качества, но и потенциал ущерба, который она несет при низкой культуре ее использования. И именно анализ причин и обстоятельств аварии на Чернобыльской АЭС привел к формированию понятия «культура безопасности», которое впервые было применено международной консультативной группой по ядерной безопасности (МКГЯБ), созданной генеральным директором МАГАТЭ. Это понятие – «культура безопасности» – определяется как «набор характеристик, особенностей деятельности организаций и поведения отдельных лиц, который устанавливает, что проблемам безопасности АЭС как таким, что имеют наивысший приоритет, уделяется внимание, определенное их значимостью».

Главное, что заставляет еще и еще раз возвращаться к событиям 20-летней давности: это необходимость оценить, в какой степени осознаны коренные причины аварии, как повлияла авария на мировую атомную энергетику, все ли сделано для того, чтобы подобная трагедия не повторилась?

Чернобыльская авария болезненно ударила по ядерной энергетике не только Украины, но и всего мира. Минимизация и преодоление последствий катастрофы такого масштаба являются сложной задачей, потребовали значительных интеллектуальных, материальных и финансовых ресурсов, консолидации усилий как на национальном, так и на международном уровне.

В некоторых странах мира после аварии начались политические спекуляции вокруг проблем ядерной энергетики, принимались и отменялись моратории на развитие ядерной энергетики, что в значительной степени дезорганизовывало планомерные работы по повышению её безопасности и модернизации. В ряде стран были приняты решения, направленные на отказ от ядерной энергетики в перспективе (Швеция, Италия, Австрия, Австралия, Германия). Однако фактически эти решения реализованы только в Австрии и Италии. В Швеции и Германии остановлены только блоки, уже выработавшие свой проектный ресурс. Сразу после Чернобыля ряд стран отказались от строительства АЭС или «заморозили» строительство новых АЭС (Польша, Болгария, Словакия, Украина). Справедливости ради надо сказать, что здравый смысл взял верх и начался кропотливый анализ того, что произошло, выработка и реализация мер для предотвращения сколь-либо значимых аварий в ядерной энергетике в будущем.

Авария потребовала от специалистов всех стран мира, в которых эксплуатируются АЭС, выполнения детальной оценки произошедшего, особенно с точки зрения оценки влияния человеческого фактора на безопасность ядерной энергетики. Были проведены значительные исследования поведения человека в различных ситуациях, усовершенствованы методики подготовки операторов, созданы совершенные инженерно-технические средства для такой подготовки. Кроме того, значительное внимание было уделено оценке деятельности в экстремальных ситуациях, в условиях так называемых запроектных аварий, т. е. аварий для которых проектом не были или не могли быть предусмотрены технические меры их предотвращения. Самое серьезное внимание было уделено во всех без исключения странах мира повышению независимости и инженерно-технического потенциала органов ядерного регулирования, совершенствованию ядерного законодательства и нормативного регулирования ядерной безопасности.

Не вызывает сомнения, что из аварии были извлечены серьезные уроки, не только в Украине, но и во всем мире. Однако, важно отметить и то, что в большинстве стран мира огромный объем работ по переоценке безопасности ядерных энергоблоков и их модернизации к моменту аварии на Чернобыльской АЭС в основном уже был выполнен. Авария на американской АЭС «Три Майл Айленд» (1979), практически не имевшая последствий за пределами станции, вызвала к жизни процесс глубокого критического анализа состояния дел в ядерной энергетике, реализации значительных мер повышения ее безопасности и эффективности. Авария на «Три Майл Айленд» дала мощный толчок к развитию научных исследований по ядерной безопасности, внедрению методов вероятностной оценки безопасности, совершенствованию режима ядерного регулирования, повышению квалификации персонала и повсеместному внедрению различной

тренажерной техники для его подготовки и поддержания квалификации. К сожалению, опыт преодоления последствий аварии на АЭС «Три Майл Айленд» (анализ, выработка и реализация мер повышения безопасности и эффективности ядерной энергетики) практически прошли мимо бывшего СССР.

Важнейшим следствием аварий на АЭС «Три Майл Айленд» и, особенно, на Чернобыльской АЭС, стало повышение эффективности ядерной энергетики и ее конкурентоспособности. Этому содействовал ряд обстоятельств. Во-первых, выполненные исследования по безопасности и последующая модернизация действующих энергоблоков позволили снять многие опасения, значительно повысить надежность АЭС. Во-вторых, были выявлены значительные резервы, которые позволили повысить мощность многих действующих ядерных реакторов. В-третьих, наложенные временные или постоянные ограничения на развитие ядерной энергетики (строительство новых энергоблоков) потребовали от операторов значительных усилий, направленных на совершенствование режимов эксплуатации и технического обслуживания, оптимизацию использования ядерного топлива. Все это привело к тому, что несмотря на практически прекратившееся новое строительство, доля АЭС в мировом производстве электроэнергии на протяжении последних 20 лет остается неизменной и составляет около 16%. Повышение эффективности производства электроэнергии на АЭС за последние 20 лет оказалось эквивалентным вводу в эксплуатацию 33 ядерных энергоблоков мощностью 1000 МВт каждый. Средний коэффициент использования установленной мощности, например, на АЭС США вырос до почти 91% в сравнении с менее чем 70% в начале 80-х годов прошлого столетия.

Исследования, проведенные после аварий на «Три Майл Айленд» и Чернобыльской АЭС, а также накопленный опыт позволили поставить вопрос о продлении срока службы ядерных энергоблоков. В мире идет процесс переоценки безопасности блоков и продление на этой основе сроков их службы, сверх первоначально установленного проектом. В США более чем для 20 блоков срок службы продлен с 40 до 60 лет. Заявки на продление поданы практически для всех эксплуатируемых энергоблоков. В России уже для 5 энергоблоков продлены сроки службы. Ядерная энергетика и ранее была высокорентабельной отраслью. Сейчас, при практически полной амортизации, ядерные блоки многих стран мира становятся сверхприбыльными.

Очевидно, что авария на Чернобыльской АЭС заставила мировое сообщество обратить повышенное внимание на безопасность АЭС с РБМК и другими реакторами советской разработки. В результате дискуссий на саммитах 1991 и 1992 гг. стран «большой семерки» (G-7) было положено начало нескольким международным программам технической помощи, связанной с оценкой и повышением безопасности так называемых «советских» ядерных энергоблоков. Наряду с многосторонними проектами в области ядерной безопасности, осуществляемыми Европейской комиссией, OECD/NEA, Европейским банком реконструкции и развития (ЕБРР), с 1990 по 1998 год осуществлялась Внебюджетная программа МАГАТЭ. Целью этой программы было оказание содействия странам, эксплуатирующим АЭС с реакторами «советской» конструкции, в проведении всестороннего анализа безопасности этих АЭС и определения слабых мест с точки зрения их конструкции и эксплуатации. МАГАТЭ сыграло фундаментальную роль при определении конкретных областей для оказания технической помощи и способствовало повышению эффективности обмена информацией между различными странами. Данная программа явилась уникальной для регулярного обмена информацией между всеми странами-участницами и создала условия для глубокого диалога между экспертами западных и восточноевропейских стран по проблемам безопасности атомных электростанций. Результаты и рекомендации программы широко используются в качестве технической основы при разработке мероприятий по повышению безопасности АЭС и выделении приоритетов в национальных, двусторонних и других международных программах по безопасности ядерной энергетики.

Большая помощь была оказана и оказывается международным сообществом в вопросах анализа и повышения безопасности действующих украинских АЭС. Многочисленные исследования, выполненные за счет средств международных организаций, а также на двухсторонней основе, позволили объективно оценить уровень безопасности ядерных энергоблоков и наметить конкретные меры ее повышения. Международная техническая помощь позволила Украине подготовить коллективы специалистов, владеющих современным инструментом анализа безопасности, внедрить меры повышения безопасности и надежности АЭС, создать уникальную по своим возможностям систему подготовки оперативного персонала. Достаточно отметить, что за время независимости Украины техническая помощь оказана на сумму более 500 млн долларов США. В целом, сегодня АЭС Украины отвечают признанным международным сообществом принципам безопасности. Созданы и реализуются соответствующие программы, направленные на повышение эффективности и безопасности эксплуатации АЭС.

Украина значительно расширила и укрепила связи в области ядерной энергетики с зарубежными партнёрами. В мае 1997 г. НАЭК «Энергоатом» стал коллективным членом Всемирной Ассоциации организаций, эксплуатирующих атомные электростанции – ВАО АЭС (WANO, World Association of Nuclear Operators). Главной идеей организации, созданной после Чернобыльской аварии, стало объединение усилий ядерных операторов для повышения безопасности и надежности атомных станций во всем мире. ВАО АЭС уникальна тем, что является международной профессиональной организацией, для которой не существует политических барьеров, государственных границ и иных интересов, кроме обеспечения безопасности и эффективности ядерной энергетики. Члены Ассоциации сотрудничают в рамках программ региональных центров, расположенных в Москве, Париже, Атланте и Токио.

ВАО АЭС выполняет свои задачи на основе добровольного обмена информацией о событиях, происходящих на АЭС, сравнении достигнутых результатов, партнерских проверок и обмена опытом эксплуатации. При этом незыблемыми основополагающими принципами остаются самостоятельность членов, добровольность их участия в программах Ассоциации, равное партнерство, взаимопомощь и неразглашение передаваемой информации. Прошедшие годы доказали плодотворность идеи создания Ассоциации и подтвердили правильность поставленных перед ней целей. Реализация программ ВАО АЭС, широкий обмен специалистами атомных станций позволили решать актуальные задачи по повышению уровня безопасности и эффективности АЭС во всем мире.

Важную роль играют проверки уровня безопасности и качества эксплуатации АЭС, которые проводятся международными миссиями. Они дают возможность сравнить состояние безопасности различных энергоблоков, своевременно изучать современные тенденции и подходы к решению вопросов безопасности. На протяжении последних двух лет, например, партнерские проверки ВАО АЭС проводились на действующих блоках Южно-Украинской АЭС (2003) и Ровенской АЭС (2002). В апреле 2004 г. проведена партнерская проверка перед пуском энергоблоков № 2 Хмельницкой АЭС и № 4 Ровенской АЭС при участии экспертов Московского, Парижского, Атлантического и Токийского центров и наблюдателей от МАГАТЭ.

Необходимо отметить большую роль МАГАТЭ в повышении безопасности ядерного комплекса Украины. За последние пятнадцать лет в нашей стране было проведено несколько десятков различных миссий Агентства, осуществлен ряд проектов по повышению безопасности энергоблоков АЭС.

Авария на Чернобыльской АЭС показала, что ядерная энергетика – потенциально опасная технология. Пренебрежение этим фактором ведет к тяжелым последствиям. Безопасность действующих ядерных энергоблоков должна и может быть обеспечена доступными техническими и организационными мерами.

Говоря о влиянии Чернобыльской аварии на развитие мировой ядерной энергетики необходимо подчеркнуть, что авария и преодоление её последствий подвели итог пионерному этапу развития ядерной энергетики. Он был бурным, характеризовался невиданными темпами развития: от единичной мощности 5 МВт (1954) до более чем 1000 МВт уже в конце 70-х годов. Очевидно, что были допущены ошибки, иногда трагические. Созданная технология и уроки ее использования поставили вопрос об условиях и пределах, в которых человек может гарантировано управляться с созданной им техникой. Сегодня есть основания считать, что уроки из достижений и неудач пионерного этапа ядерной энергетики извлечены и это открывает путь для её устойчивого, широко масштабного развития.

14.2. Развитие ядерной энергетики

Объективные данные указывают на то, что постчернобыльский синдром фактически преодолен, мировая ядерная энергетика начинает новый этап своего развития и найдет достойное место в решении энергетических проблем. Это особенно важно на фоне прогрессирующих климатических изменений, обусловленных, в первую очередь, сжиганием органических видов топлива.

По состоянию на конец 2003 г., в мире эксплуатировалось 439 и сооружалось 35 ядерных энергоблоков суммарной мощностью 360,3 и 28,1 млн кВт соответственно. Производство электроэнергии на них достигло в 2001 г. 2500 млрд кВт·часов, что составило около 17% общего производства электроэнергии в мире. В ряде стран, таких как Литва, Франция, Бельгия, Словакия, ядерная энергетика занимает доминирующее положение, вырабатывая более половины необходимой электроэнергии. В Западной Европе около трети электроэнергии производится на АЭС.

Оценка Международного энергетического агентства показывает, что несмотря на меры по энергосбережению, потребление энергии в мире росло со средним темпом 3,3% в год за последние 30 лет. Рост энергопотребления с темпом около 2% в год будет продолжаться и в будущем. Это-

му способствует увеличение населения Земли и активный рост экономики развивающихся стран. Ядерная энергетика будет играть значительную роль в обеспечении энергетических потребностей человечества в будущем. В немалой степени этому способствует растущее влияние «парникового» эффекта и обусловленные им глобальные климатические изменения. Одним из основных «виновников» такой ситуации является накопление в атмосфере «парниковых» газов, в первую очередь – CO_2 , являющегося продуктом сжигания органического топлива.

Вид энергоносителя	Эмиссия CO_2 , г/кВт·ч
Уголь	980
Газ	500–600
Солнце	50–100
Ветер	10–30
Атом	5–25
Вода	3–15

Стоимость производства электроэнергии на АЭС практически для всех регионов мира сегодня на 10–20% ниже, чем производство электроэнергии на угле и газе. Растет и стоимость урана, но, во-первых, доля урана в стоимости ядерного топлива составляет только 30–40%. Топливная составляющая в себестоимости ядерного энергопроизводства не превышает 30–40%, в то время, как для энергопроизводства на органическом топливе она достигает 80% и более. Таким образом, по мере роста стоимости органического топлива, а это процесс объективный, конкурентоспособность ядерной энергетики будет расти. Запасы урана и тория обеспечивают масштабное развитие ядерной энергетики в длительной перспективе. Переход на технологию на быстрых нейтронах позволяет увеличить ресурсную базу ядерной энергетики в 60–70 раз. Ядерная энергетика, по существу, представляет собой один из возобновляемых источников энергии.

Наиболее существенное наращивание ядерных энерго мощностей наблюдается в азиатском регионе. Амбициозные планы развития ядерной энергетики объявлены Китаем, Индией, Россией. О планах строительства первых АЭС заявили Индонезия и Вьетнам. Рассматриваются планы строительства АЭС в Турции, Польше, Аргентине и Бразилии. Смягчение постчернобыльского синдрома и оживление ядерной энергетики наблюдается в Канаде, Японии и ряде других развитых стран. Возобновлено строительство ранее «замороженных» АЭС в Болгарии и Словакии. Начато строительство первой за многие годы АЭС в Западной Европе (Финляндия, площадка АЭС «Олкилуото»). Принято решение о строительстве двух новых ядерных энергоблоков на площадке АЭС «Фламанвиль» во Франции. В США принят закон о развитии энергетике в XXI веке, значительная роль в котором отводится ядерной энергетике. Предполагается, что до 2010 г. США начнут строить 4–6 новых ядерных энергоблоков. О возобновлении развития ядерной энергетике официально объявлено премьер-министром Великобритании.

Ядерно-энергетический комплекс занимает доминирующее положение в обеспечении энергетических потребностей Украины. Доля АЭС в производстве электроэнергии поддерживается на уровне 45%, а на рынке продаж доля ядерной электроэнергии уже превысила 50%. Это обеспечивает энергетическую безопасность страны в условиях устаревшего парка электростанций на органическом топливе. Благодаря ядерной энергетике цены на электроэнергию остаются на приемлемом уровне, обеспечивающем конкурентоспособность продукции украинских предприятий.

По объемам производства электрической энергии АЭС Украины занимают восьмое место в мире после США, Франции, Японии, России, Республики Корея, Великобритании и Германии. Производство электрической и тепловой энергии в Украине обеспечивается на 45–50% за счет естественного урана (рис. 14.2.1), на 26–30% – за счет угля, на 18–20% – за счет газа, на 5–10% – гидроресурсов.

Все действующие АЭС Украины объединены в одной эксплуатирующей организации, ГП НАЭК «Энергоатом», которая является одной из крупнейших в мире ядерно-генерирующих компаний. Установленная мощность действующих АЭС на 01.11.2005 составляет 13 835 МВт, что соответствует 26,1% от общей установленной мощности электроэнергетического комплекса Украины (табл. 14.2.1).

За годы независимости достигнут прогресс в повышении эффективности эксплуатации АЭС, который подтверждается представленной ниже динамикой изменения коэффициента использования установленной мощности (КИУМ) на АЭС Украины (рис. 14.2.2).

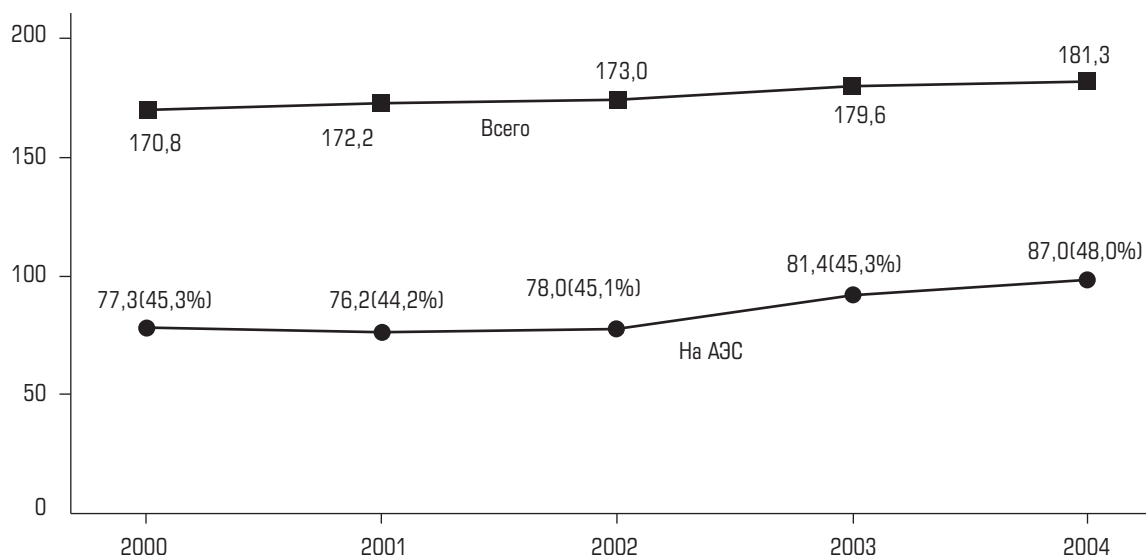


Рис. 14.2.1. Динамика производства электроэнергии на АЭС по сравнению с общим производством электроэнергии в Украине, ТВт·ч

Таблица 14.2.1

Действующие АЭС Украины (по состоянию на 01.11.05)

Название АЭС	Номер блока	Тип реактора	Установленная мощность (МВт)	Дата энергопуска	Дата окончания срока эксплуатации, предусмотренная исходным проектом
Запорожская	1	ВВЭР-1000/320	1000	10.12.1984	10.12.2014
	2	ВВЭР-1000/320	1000	22.07.1985	22.07.2015
	3	ВВЭР-1000/320	1000	10.12.1986	10.12.2016
	4	ВВЭР-1000/320	1000	18.12.1987	18.12.2017
	5	ВВЭР-1000/320	1000	14.08.1989	14.08.2019
	6	ВВЭР-1000/320	1000	19.10.1995	19.10.2025
Южно-Украинская	1	ВВЭР-1000/302	1000	31.12.1982	30.12.2012
	2	ВВЭР-1000/338	1000	06.01.1985	06.01.2015
	3	ВВЭР-1000/320	1000	20.09.1989	20.09.2019
Ровенская	1	ВВЭР-440/213	415	22.12.1980	22.12.2010
	2	ВВЭР-440/213	420	22.12.1981	22.12.2011
	3	ВВЭР-1000/320	1000	21.12.1986	20.12.2016
	4	ВВЭР-1000/320	1000	10.10.2004	10.10.2034
Хмельницкая	1	ВВЭР-1000/320	1000	22.12.1987	21.12.2017
	2	ВВЭР-1000/320	1000	07.08.2004	07.08.2034

Важным фактором, который обеспечивает безопасную и надежную эксплуатацию, является постоянная деятельность, направленная на повышение безопасности и надежности АЭС.

Ядерная промышленность и энергетика Украины зародились и функционировали в рамках единого и сбалансированного ядерно-энергетического комплекса (ЯЭК) бывшего СССР. Это оказывало, оказывает и еще достаточно долго будет оказывать существенное влияние на состояние и перспективы развития ЯЭК страны. Управленческие и социальные проблемы переходного периода, тяжелейший экономический кризис в конце прошлого столетия привели к существенному срабатыванию производственного и технологического потенциала, который достался Украине в ядерной области. Украина не обладает научной, конструкторской и производственной базой по разработке и созданию собственно реакторных установок. Это породило серьезные труд-

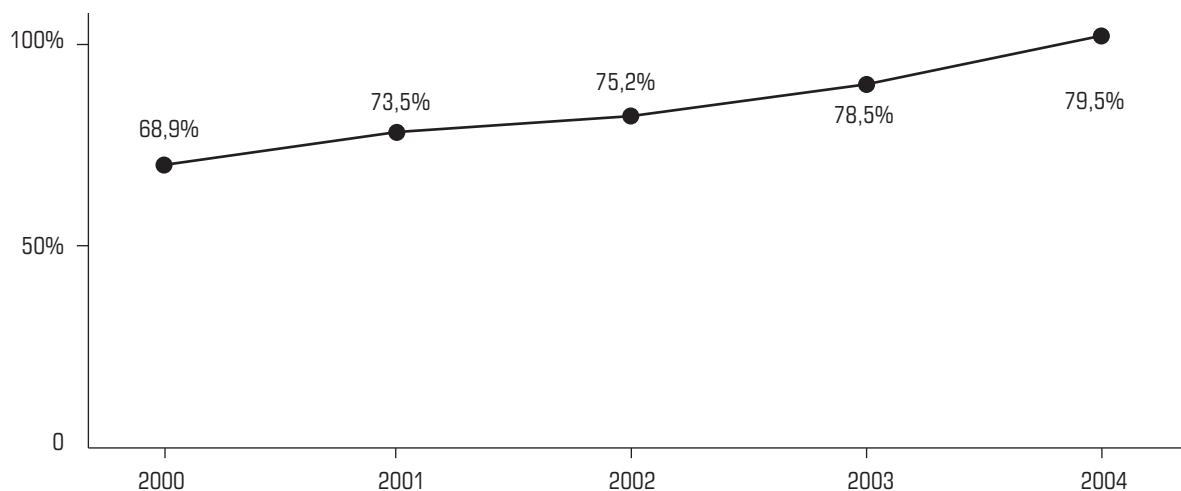


Рис. 14.2.2. Динамика изменения КИУМ действующих АЭС Украины в 2000–2004 гг., %

ности в обеспечении безопасной эксплуатации действующих АЭС. Надежды на быстрое создание национальной научно-производственной инфраструктуры по реакторостроению и обеспечению украинских АЭС собственным ядерным топливом не оправдались.

В то же время на АЭС Украины производится почти половина всей вырабатываемой в стране электроэнергии. Украина производит урановый и циркониевый концентраты, гафний, многие виды оборудования для ЯЭК. Страна обладает признанным научно-техническим потенциалом.

Основной целью устойчивого развития ЯЭК Украины является обеспечение энергетической безопасности государства. Проектом стратегии развития топливно-энергетического комплекса (ТЭК) Украины до 2030 г. предусматривается поддержание на протяжении рассматриваемого периода доли производства электроэнергии на АЭС на уровне немногим более 50% суммарного производства электроэнергии в стране (рис. 14.2.3).

Такое решение диктуется наличием первичных сырьевых ресурсов урана и циркония, стабильной работой АЭС и их преимущественными, для условий Украины, в сравнении с тепловой энергетикой, технико-экономическими показателями; потенциальными возможностями страны по созданию новых мощностей на АЭС; существенными техническими, финансовыми и экологическими проблемами энергетике на органическом топливе.

В рамках Стратегии рассматриваются два основных этапа развития ЯЭК Украины: кратко-

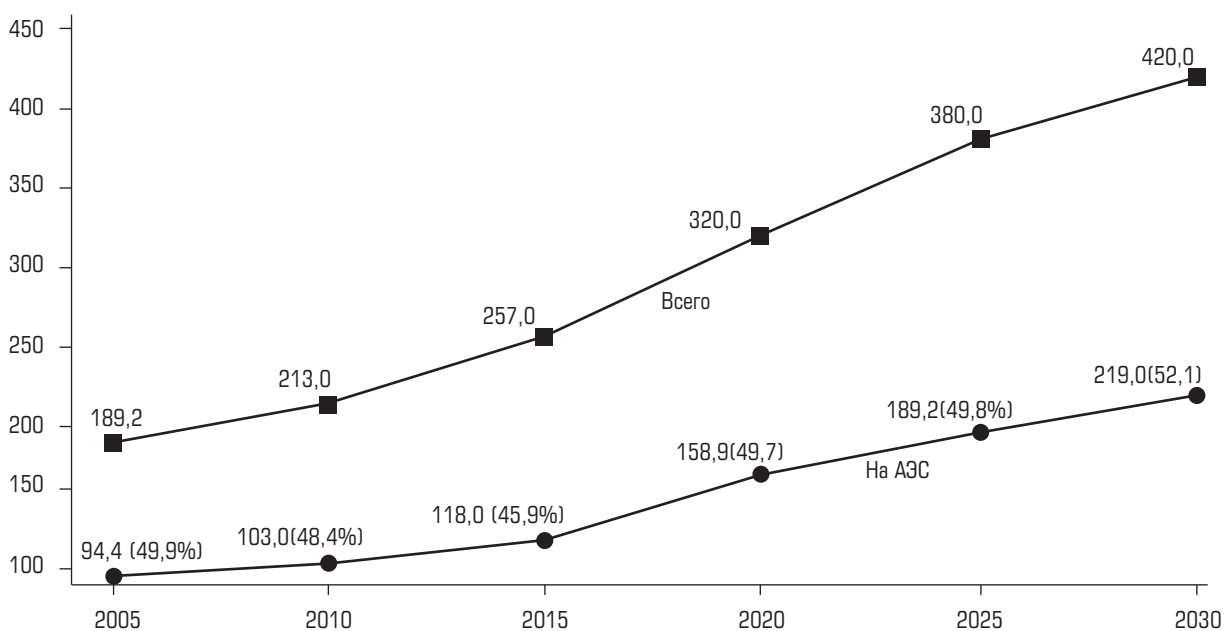


Рис. 14.2.3. Ожидаемое производство электроэнергии в Украине в период 2005–2030 гг., ТВт·ч

срочный – период до 2014–2016 гг., и долгосрочный – период до 2030 г. и на дальнейшую перспективу. В краткосрочной перспективе необходимо:

- обеспечить надежную и безопасную эксплуатацию действующих энергоблоков;
- обеспечить управление старением оборудования действующих энергоблоков и продление сроков их эксплуатации, прежде всего энергоблоков № 1 и № 2 РАЭС и № 1 и № 2 ЮУАЭС;
- начать строительство и ввести новые энергетические мощности (предположительно на площадке Хмельницкой АЭС);
- построить и ввести в эксплуатацию централизованное хранилище отработанного ядерного топлива (ОЯТ) для АЭС Украины и обеспечить в необходимом объеме расширения хранилища ОЯТ на ЗАЭС;
- выполнить первоочередные работы, связанные со строительством новых ядерно-энергетических объектов (выбор площадок, разработка ТЭО, определение требований по безопасности и т. д.);
- решить основные вопросы обращения с радиоактивными отходами (РАО), включая высокоактивные, учитывая сооружение необходимых установок на действующих АЭС, а также первоочередные работы, связанные с централизованными установками обращения и захоронения РАО;
- обеспечить развитие научно-инженерной и проектно-конструкторской поддержки ЯЭК силами предприятий и организаций Украины.

В долгосрочной перспективе необходимо:

- обеспечить сооружение, введение в эксплуатацию и безопасную эксплуатацию замещающих и дополнительных мощностей, а также действующих энергоблоков;
- решить вопросы продления сроков эксплуатации энергоблоков АЭС, отработавших определенный первоначальными проектами ресурс;
- создать необходимую инфраструктуру и начать работы по снятию с эксплуатации энергоблоков после завершения срока их эксплуатации;
- обеспечить безопасное обращение с ОЯТ;
- решить вопросы максимального участия украинских производителей в создании новых энергетических мощностей и обеспечении потребностей предприятий ЯЭК;
- обеспечить необходимый уровень научно-инженерной и проектно-конструкторской поддержки ЯЭК украинскими организациями и предприятиями;
- принять стратегию развития ЯЭК Украины на длительную перспективу и создать для этого соответствующие условия.

Важной является задача нормативно-правового обеспечения развития ЯЭК Украины. Требуется совершенствование комплекса документов, необходимых для реализации задач по всем составляющим ЯЭК. Имеющаяся нормативно-правовая база в значительной мере обеспечивает условия эксплуатации и развития ЯЭК, однако она требует усовершенствования и дополнения путем опережающей разработки новых и пересмотра действующих документов. Необходимы гармонизация требований национальных норм и правил с требованиями документов стран Европейского Союза, других стран с развитой ядерной энергетикой, учет рекомендаций МАГАТЭ. Требуется также приведение нормативных документов в соответствие с новыми принципами финансовой и хозяйственной деятельности, например, тендерного подхода при реализации больших энергетических проектов. Предусматривается корректировка нормативной базы, регулирующей финансово-экономическую деятельность в ЯЭК, в том числе при определении схем финансирования строительства дорогих и ресурсоемких энергетических объектов.

Важной является задача кодификации ядерного законодательства. Следует отметить, что Украина имеет развитую систему законодательных актов, регулирующих отношения в ядерной энергетике. Однако законодательные акты разрабатывались в сжатые сроки, в отсутствие соответствующего опыта, в значительной степени под воздействием сиюминутных обстоятельств и интересов. Необходим анализ практики применения действующих законов, их систематизация, исключение противоречий, синхронизация «ядерных» законов с законами, регулирующими финансово-экономическую деятельность в стране.

Необходимо уточнение и конкретизация требований документов, регламентирующих процесс проектирования, лицензирования, утверждения проектов и принятия соответствующих решений:

- на всех уровнях с учетом тендерных процедур;
- по продлению сроков эксплуатации энергоблоков, превышающих проектный период;
- о размещении объектов нового строительства.

Необходимо также уточнение нормативных требований, связанных с обращением с ОЯТ и

РАО, включая процедуру подготовки и передачи на захоронение РАО предприятиями ЯЭК, формирование фондов обращения с ОЯТ и РАО. В дальнейшей перспективе необходимо разработать нормативно-правовое обеспечение процедур обращения с РАО после их долгосрочного хранения, нормативно-правовое обеспечение окончательного захоронения РАО в глубоких геологических формациях.

Достигнутый на АЭС Украины уровень безопасности, в основном, соответствует уровню безопасности АЭС того же поколения, которые эксплуатируются в других странах с развитой ядерной энергетикой. В то же время технологический прогресс позволяет ставить и реализовывать задачи по достижению более высоких показателей безопасности. Повышение надежности и эффективности эксплуатации АЭС должно основываться на завершении перехода на 4- и 5-годичные топливные циклы, на оптимизации длительности ремонтов при одновременном повышении их качества, снижении неплановых потерь. Коэффициент использования установленной мощности к 2010–2012 гг. должен быть повышен до 83–85%, штатный коэффициент существенно снижен. Планируются к реализации мероприятия, обеспечивающие возможность работы АЭС в маневренном режиме, с суточным варьированием мощности в пределах 10–20%.

Для Украины продление сроков эксплуатации АЭС – стратегически важная задача, которая обеспечивает поддержку производства электроэнергии на достигнутом уровне до ввода новых мощностей на тепловых и атомных электростанциях. В период до 2030 г. истекает предусмотренный проектом срок эксплуатации всех действующих энергоблоков АЭС, кроме блока № 2 Хмельницкой АЭС и № 4 Ровенской АЭС.

Продление срока службы действующих АЭС является необходимым условием обеспечения энергетической безопасности Украины. Основной задачей этого направления предстоящей деятельности является обеспечение надежной и эффективной эксплуатации действующих энергоблоков после окончания проектного срока эксплуатации (30 лет), что позволит повысить эффективность использования финансовых ресурсов в сравнении с другими вариантами обеспечения страны энергетическими мощностями в ближайшие десятилетия. Мировой опыт свидетельствует, что продление сроков эксплуатации действующих АЭС сверх срока, предусмотренного начальными проектами, является одним из наиболее эффективных направлений обеспечения окупаемости капиталовложений в ЯЭК. Кроме того, продление эксплуатации отодвигает начало работ по снятию с эксплуатации действующих и строительству новых мощностей, обеспечивает создание запаса времени для накопления средств, необходимых для своевременного развертывания работ по этим направлениям. Ограничивающим фактором при решении задачи продления срока службы ядерного энергоблока является наличие элементов, замена которых невозможна или требует значительных средств. Сегодня отсутствует исчерпывающая информация по остаточному ресурсу таких элементов (в первую очередь – корпуса реактора), которая бы дала возможность однозначно определить предельный срок эксплуатации действующих АЭС. Консервативные оценки позволяют принять усредненный срок продления эксплуатации сверх проектного ресурса – 15 лет. Опыт, полученный другими странами, говорит о том, что этот срок реально достигаем и может быть увеличен. В 2006–2008 гг. необходимо провести комплекс исследований для обоснования продления срока службы энергоблоков на более продолжительные сроки.

Продление срока службы действующих АЭС и модернизация электростанций на органическом топливе может обеспечить некоторую паузу. Кардинальное решение задачи надежного энергоснабжения Украины возможно только путем сооружения новых энергоблоков, эксплуатация которых, совместно с действующими, обеспечит производство электроэнергии в необходимых для страны объемах. Очевидно, что необходимо применение энергоблоков, уровень безопасности и технико-экономические показатели которых отвечают передовым мировым технологиям.

Не позднее 2006 г. необходимо начать работу по формированию кадастра площадок для размещения новых энергоблоков, подготовку к проведению тендеров на проектирование и строительство новых ядерных энергоблоков. При этом в максимальной степени должны учитываться возможности отечественного машиностроения.

Для достижения планируемой в стране выработки электроэнергии в период до 2015 г. должен быть обеспечен ввод дополнительных мощностей суммарной величиной 2000 МВт. При этом в эксплуатации будут находиться все 15 действующих ныне энергоблоков. В последующий период с 2016–2030 гг. должен быть обеспечен ввод замещающих и дополнительных мощностей суммарной величиной 20 000–22 000 МВт.

Строительство и ввод замещающих мощностей целесообразно осуществлять, в первую очередь, на существующих площадках. Это позволит максимально использовать сложившиеся инфраструктуру, кадровый потенциал.

Приоритетные тенденции развития мировой ядерной энергетики и продолжительный опыт

эксплуатации в Украине реакторных установок водоводяного типа позволяет сделать выбор в пользу энергоблоков с реакторными установками с водой под давлением, то есть типа PWR / ВВЭР. Уровень мощности энергоблоков, предполагаемых к строительству в Украине: 1000 и 1500 МВт. Энергоблоки указанной мощности в настоящее время разрабатываются, сооружаются и планируются в различных странах мира.

Предварительные оценки показывают, что с учетом возможностей существующих площадок может быть построено до 4 новых энергоблоков мощностью 1000 МВт каждый и 10 новых энергоблоков мощностью 1500 МВт. Кроме этого, для обеспечения устойчивого электроснабжения после 2030 г. требуется в 2026–2027 гг. начать строительство еще не менее 4 энергоблоков мощностью 1500 МВт каждый.

Обращение с ОЯТ в долгосрочной перспективе является важной проблемой, привлекает пристальное внимание общественности. Создание мощностей по переработке ОЯТ, по крайней мере, в ближайшие десятилетия, в Украине нецелесообразно как с экономической, так и с технической точек зрения. Существующие в мире мощности в несколько раз перекрывают текущие потребности мировой ядерной энергетики. Целесообразно до определения долгосрочной, на период до 100 лет и более, стратегии развития ядерной энергетики применить так называемое «отложенное решение», обеспечивая развитие системы сухого хранения ОЯТ на территории Украины. Первое в Украине сухое хранилище ОЯТ (СХОЯТ) с 2001 г. эксплуатируется на Запорожской АЭС. Ведутся работы по обоснованию строительства централизованного хранилища ОЯТ (ЦХОЯТ) для энергоблоков остальных АЭС. Возможный срок введения его в эксплуатацию 2009–2010 гг.

Планируется в период 2015–2020 гг. завершить работы по извлечению из хранилищ и переработке ранее накопленных непереработанных РАО на площадках АЭС и завершить создание инфраструктуры, необходимой для перевозки переработанных РАО на захоронение. С этой целью в период до 2010 г. планируется завершить модернизацию существующих и создание новых систем обращения с РАО на АЭС, усовершенствование систем транспортировки РАО, включая создание необходимого контейнерного парка. Остается важной задача минимизации образования эксплуатационных РАО, а также решение вопросов, связанных с кондиционированием и захоронением РАО, которые будут образовываться при выводе из эксплуатации энергоблоков, согласовать процедуры и условия приема РАО на захоронение.

Несмотря на планируемое продление эксплуатации в период до 2030 г. ряд энергоблоков АЭС будет остановлен для дальнейшего вывода из эксплуатации. Для атомной энергетики Украины актуальными становятся задачи подготовки и проведения работ, связанных с завершением жизненного цикла энергоблоков и других объектов. Следует отметить, что в связи с предстоящим строительством новых мощностей как на площадках уже действующих АЭС, так и на площадках, близлежащих к площадкам действующих АЭС, не прогнозируется состояние, при котором АЭС выводится из эксплуатации в целом. Рассматривается вывод из эксплуатации конкретных энергоблоков. Вопрос вывода из эксплуатации общестанционных сооружений и объектов рассматривается лишь в том случае, когда с учетом продления срока эксплуатации действующих энергоблоков не может быть обеспечена безопасная эксплуатация тех или иных общестанционных объектов в необходимый период.

Необходимо в ближайшее время разработать комплекс мер, обеспечивающих подготовку инфраструктуры к работам по выводу АЭС из эксплуатации. Важнейшей остается задача разработки и реализации механизма финансирования деятельности по выводу из эксплуатации. Предусматриваются два варианта вывода из эксплуатации отдельных энергоблоков: неотложный демонтаж и отложенный демонтаж. Предварительные оценки, выполненные в Украине, показывают, что эти варианты близки по трудовым и финансовым затратам, объемам генерируемых РАО и другим показателям. Конкретные решения по выбору варианта должны рассматриваться и обосновываться при разработке программ вывода из эксплуатации отдельных энергоблоков.

Важнейшей для Украины остается задача развития национальной системы научно-инженерной и проектно-конструкторской поддержки ЯЭК. Путями решения этой задачи являются эффективное планирование и координация деятельности по научно-инженерной и проектно-конструкторской поддержке ЯЭК. Ставится задача обеспечить максимально возможное участие украинских проектно-конструкторских организаций в создании новых объектов ЯЭК. Промышленность Украины имеет значительный потенциал по изготовлению оборудования (кроме собственно реакторной установки), необходимого для строительства и эксплуатации АЭС, включая турбоустановки, насосное оборудование, арматуру и теплообменное оборудование, электротехническое оборудование, генераторы и трансформаторы, АСУ ТП и др. Значительный эффект можно получить и от кооперации украинских предприятий с предприятиями и поставщиками других стран.

Планируется развитие материально-технической базы ключевых институтов и центров системы научно-инженерной и проектно-конструкторской поддержки ЯЭК, включая их оснащение современными программными кодами и библиотеками данных по проблемам прочности материалов, ядерно-физических и теплофизических расчетов, анализов безопасности, а также современными инструментами проектирования. Важным является создание отраслевых научно-технических центров и базовых организаций по наиболее важным направлениям деятельности, активное участие отечественных организаций в реализации международных проектов по фундаментальным и прикладным проблемам, связанным с перспективным развитием ядерной энергетики и смежных отраслей науки и техники.

Запасы урановых руд в Украине позволяют обеспечить потребности ядерной энергетики собственным природным ураном на долгосрочную перспективу. По количеству разведанных запасов Украина занимает одно из ведущих мест в мире и имеет все необходимые предпосылки для радикального улучшения состояния уранового производства и увеличения объемов добычи урана в ближайшие годы. В случае перехода на использование реакторных установок на быстрых нейтронах потенциал отечественных урановых запасов увеличится в 60–70 раз. Украина имеет сырьевую базу и исследовательское производство сплавов циркония ядерной чистоты. Развитие уранового производства для удовлетворения до 2015 г. потребностей АЭС Украины в урановом сырье в полном объеме требует увеличения годовой добычи урана более чем втрое. Планируется развитие циркониевого производства для последующего создания производства ядерного топлива.

Развитие ЯЭК требует решения значительного объема накопившихся социально-экономических проблем. Необходимо решить вопросы создания и развития сопутствующих производств в городах-спутниках, обеспечить развитие учебных, культурно-бытовых и спортивных учреждений в городах и регионах расположения действующих и сооружаемых объектов ЯЭК. Серьезного внимания заслуживают вопросы развития программ медицинского и пенсионного страхования, усовершенствования молодежной политики в регионах расположения или городах-спутниках предприятий ЯЭК. Планируется реализация отраслевой программы подготовки и повышения квалификации кадров, создание системы подготовки и повышения квалификации руководящих кадров.

Следует отметить, что Украине удалось в значительной степени преодолеть негативные аспекты, возникшие после развала СССР. Существенно улучшено финансовое и экономическое положение субъектов ЯЭК, начато формирование долгосрочной стратегии его развития в рамках единого топливно-энергетического комплекса страны

Высокая энергоемкость уранового сырья, ограниченность углеводородных ресурсов, экологические проблемы обуславливают значительную роль ядерной энергии в обеспечении энергетических потребностей Украины сегодня и в будущем. Стратегической задачей Украины является укрепление и дальнейшее развитие собственного ЯЭК как определяющего звена энергетической безопасности Украины. В качестве минимальной поставлена задача по обеспечению годовой выработки электроэнергии на АЭС в 2030 г. на уровне 219–220 млрд кВт·ч при установленной мощности АЭС 29,5 млн кВт (электрических).

14.3. Ядерная и радиационная безопасность

В стране, которая пережила Чернобыльскую катастрофу, вопросы ядерной и радиационной безопасности всегда будут оставаться в центре внимания общественности, политических деятелей и специалистов. Только внедрение культуры безопасности на всех уровнях управления, включая высшие уровни государственного руководства, и в повседневной деятельности, могут обеспечить адекватное ожиданиям общества внимание к этим критически важным для развития ЯЭК вопросам.

Украина одна из первых, в 1994 г., стала участницей Конвенции по ядерной и радиационной безопасности, а затем и Конвенции по безопасному обращению с РАО и безопасному обращению с ОЯТ. За годы независимости выполнен значительный объем работ, направленных на повышение ядерной и радиационной безопасности. Приоритет безопасности ядерных установок закреплен в Законе Украины «Об использовании ядерной энергии и радиационной безопасности». Важным инструментом для организации деятельности, направленной на обеспечение ядерной и радиационной безопасности, являются решения правительства. Так, например, в августе 2002 г. Кабинетом Министров Украины принята Комплексная программа модернизации и повышения безопасности энергоблоков АЭС Украины. Выполнение мероприятий этой программы позволило реализовать ряд важных первоочередных задач повышения безопасности АЭС Украины. В то же время опыт разработки отчетов по анализу безопасности реакторных установок типа

ВВЭР-1000 и ВВЭР-440 украинских АЭС, а также мировой опыт организации деятельности по повышению безопасности АЭС требуют дополнительного внедрения организационно-технических мероприятий по наиболее важным направлениям повышения безопасности.

Важнейшая роль в обеспечении безопасности, безусловно, принадлежит человеческому фактору. В Украине создана совершенная система подготовки оперативного персонала, развита сеть учебных заведений по подготовке специалистов для предприятий и организаций атомной энергетики и промышленности. В стране разработана и внедрена система лицензирования персонала АЭС, выполняющего наиболее ответственные функции по управлению ядерной установкой, влияющие на ее безопасность. Введены в действие полномасштабные тренажеры на всех АЭС Украины, функционально-аналитические тренажеры на Чернобыльской, Ровенской, Хмельницкой и Южно-Украинской АЭС. В результате целенаправленной работы по подготовке персонала, количество ошибочных действий, приводящих к нарушениям в работе АЭС, за последние годы значительно снизилось.

Существенное влияние на безопасность оказывает система руководства качеством эксплуатирующей организации, НАЭК «Энергоатом». В январе 2000 г. была начата реализация проекта, направленного на совершенствование управления и внедрение системы качества, целью которого была разработка методологических и организационных принципов системы руководства качеством для повышения эффективности работы и безопасности эксплуатации АЭС Украины.

В НАЭК «Энергоатом» создана служба ведомственного надзора, основной задачей которой является осуществление контроля деятельности структурных подразделений компании по выполнению правил, норм и стандартов по ядерной, радиационной и технической безопасности, а также охраны окружающей среды, выполнения условий лицензий эксплуатирующей организации. Службы ведомственного контроля существуют на всех АЭС, для осуществления постоянного контроля режимов эксплуатации, состояния оборудования и систем, важных для безопасности.

Регулирующий орган по ядерной безопасности осуществляет инспекционные проверки безопасности АЭС в соответствии с утвержденными планами и графиком проверок. В рамках сотрудничества с WANO (Всемирная ассоциация операторов ядерных установок) проведены проверки на Запорожской и Ровенской АЭС, миссии технической поддержки на Южно-Украинской и Запорожской АЭС. В рамках сотрудничества с МАГАТЭ проведены семинары и миссии ASSET на Южно-Украинской и Чернобыльской АЭС, миссии OSART на Запорожской, Хмельницкой, Ровенской АЭС.

Украина – участник «Конвенции об оперативном оповещении о ядерных авариях» и «Конвенции о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации». Подписаны двусторонние соглашения по уведомлению о ядерных авариях и взаимопомощи в случае таких аварий с правительствами Австрии, Венгрии, Германии, Норвегии, Польши, Словакии, Турции, Швеции, Финляндии.

15. УРОКИ ЧЕРНОБЫЛЯ. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, НАПРАВЛЕНИЯ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

1. Авария на Чернобыльской АЭС продемонстрировала, что в ядерной энергетике могут произойти самые невероятные события. Она подчеркнула необходимость создания национальной системы реагирования на случай возможных техногенных аварий, постоянного поддержания высокого уровня ее готовности, поскольку затраты на превентивные мероприятия по предупреждению и подготовке к реагированию на радиационные аварии в любом случае меньше тех, которые необходимы для ликвидации ее последствий.

2. Определение на ранней стадии развития аварии как объектовой, замедленное осознание ее как катастрофического события общегосударственного значения, непонимание полного объема ее негативного влияния на население и окружающую среду, увеличили ущерб, причиненный обществу, экономике государства и нанесли непоправимый вред здоровью населения, выразившийся, в частности, в повышении уровня заболеваемости раком щитовидной железы, что обусловлено значительным её облучением.

3. Отсутствие надлежащей системы аварийного реагирования стало причиной мобилизации для ликвидации последствий аварии на ЧАЭС лиц, не готовых к работам в аварийных ситуациях. Это решение было неэффективным, а по влиянию на состояние здоровья этих людей – неоправданным.

4. Большая часть дозы аварийного облучения формируется в острый период аварии, поэтому первоочередными должны были быть действия относительно защиты здоровья людей, как наиболее важной цели государственного реагирования. Эвакуация населения из г. Припять и 10-километровой зоны вокруг ЧАЭС была оправданной и эффективной. Однако, принятие с опозданием организационно-управленческих решений о времени проведения этого мероприятия, местах временного пребывания эвакуированных, перемещении животных и т. д. не дало возможности достичь максимального эффекта. В частности: величина предотвращенной дозы облучения людей могла быть больше, а объем затраченных средств меньшим.

5. Несвоевременное и недостаточно объективное информирование населения об аварии на ЧАЭС органами государственного управления создало предпосылки для формирования социально-психологического напряжения в обществе.

Во время и после Чернобыльской аварии, как и других техногенных и природных аварий в мире, преобладающими реакциями человека являются страх, отчаяние, угнетенность, безнадежность и т. д., интенсивность которых резко возрастает при отсутствии достоверной информации. Негативные социально-психологические последствия для общества, связанные со стрессом, могут быть более масштабными, чем от непосредственного влияния облучения населения. Круг лиц, испытавших стресс, не ограничивается только эвакуированными из зоны отчуждения, непосредственными участниками ликвидации последствий аварии на ЧАЭС и проживавшими (ющими) на территориях, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, а охватывает почти все население Украины.

Проведение эвакуации из-за отсутствия необходимой информации о радиационном состоянии и просветительской работы вызвало неадекватную реакцию населения (увеличение количества искусственного прерывания беременности, самоограничение в употреблении некоторых продуктов), возрастание чувства тревоги за здоровье (свое и своих близких). Это привело к резкому снижению качества жизни эвакуированного населения. Отсюда вывод на будущее: информация должна быть своевременной, понятной, а полнота ее не должна оставлять места для неоднозначных толкований.

6. Образование Чернобыльской зоны отчуждения – вынужденная мера, связанная с чрезвычайно высоким уровнем радиоактивного загрязнения этой территории. Она обусловлена также необходимостью проведения целого комплекса работ, в первую очередь, связанных с обеспечением этой территорией барьерной функции на пути миграции радионуклидов, преобразованием объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, обращением с радиоактивными отходами, образовавшимися вследствие аварии на ЧАЭС и ее снятия с эксплуатации, другими работами, направленными на содержание этой территории в безопасном состоянии. Присутствие персонала в этой зоне есть и будет необходимым. Поэтому актуальной остается проблема должной противорадиационной защиты работающих, требующая соответствующего организационного и нормативно-правового обеспечения.

7. Принятие законодательных актов, направленных на ликвидацию последствий Чернобыльской катастрофы, в целом, сыграло позитивную роль. Вместе с тем утверждение недостаточно

научно обоснованных законодательных норм для принятия решений по противорадиационной и социально-экономической защите населения привели к разбалансированию расходов государственного бюджета, большая часть которых направлялась на социальные компенсации и крайне мало на проведение контрмер, лечение пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы и их реабилитацию.

Принятие законов не является достаточным фактором ликвидации последствий катастрофических явлений (событий) как техногенного, так и природного характера, если механизмы их внедрения и практической реализации программ запланированных мероприятий научно необоснованны и не обеспечены соответствующим финансированием.

8. Радиоактивное загрязнение территорий, где проживают миллионы людей, требовало реализации масштабных программ по противорадиационной защите, которые должны были базироваться на результатах радиационного мониторинга огромных территорий.

Недостаточная согласованность действий подразделений различных ведомств, которые проводили радиационный мониторинг на раннем этапе аварии, обусловила неполную информацию о масштабах радиоактивного загрязнения территорий. От надежного функционирования научно обоснованной системы мониторинга зависит эффективность и оперативность проведения контрмер по минимизации негативного влияния аварии.

За прошедшие годы накоплены большие массивы данных о процессах миграции радионуклидов в окружающей среде и, в частности, в ландшафтах, почвах, биологических цепях, водной и геологической средах, созданы признанные на мировом уровне карты загрязнения территории Украины наиболее значимыми для человека радионуклидами аварийного происхождения. Это стало основой для планирования действий по защите здоровья населения и реабилитации территорий.

К сожалению, полученные уникальные знания учтены не в полной мере для создания нормативно-методических документов, общегосударственных и ведомственных программ.

9. Реализация водоохраных мероприятий Днепроовско-Припятской системы позволила предотвратить значительную часть коллективной дозы облучения населения. Приобретенный за 20 лет ликвидации последствий аварии на ЧАЭС опыт свидетельствует о том, что при планировании и проведении водоохраных мероприятий необходимо учитывать весь комплекс ландшафтных, геологических, гидрогеологических и гидрологических особенностей территории, испытывавшей радиоактивное загрязнение. Государство должно обеспечить заблаговременно, а не только во время аварии, создавать защищенные от загрязнения резервные источники питьевой воды, достаточные для нужд населения.

10. Все когорты населения за 20 лет получили дозы облучения, превысившие 80% уровня прижизненной дозы (70 лет), которая может быть сформирована за счет «чернобыльских радионуклидов».

Таким образом, в последующий период, для приведения радиационного состояния в соответствие с требованиями законодательства, приоритеты должны быть отданы контрмерам, направленным на преодоление наиболее значимых факторов формирования доз облучения.

Одним из показательных примеров этого является тот факт, что при общих затратах Государственного бюджета Украины на минимизацию последствий аварии почти 3,5 млрд грн. в год на все мероприятия по улучшению экологического состояния загрязненных территорий, включая сельскохозяйственные контрмеры, несмотря на подтвержденную опытом высокую их эффективность, выделяется лишь около 12,7 млн грн. Как следствие приблизительно в 250 населенных пунктах Полесья население и, в первую очередь дети, употребляют молоко с превышением норматива на содержание радиоцезия более чем вдвое, из них в 15 селах – даже в 4 и более раз.

11. Медицинская служба страны (бывшего СССР) не была своевременно проинформирована и готова к ликвидации и минимизации медицинских последствий крупномасштабной радиационной аварии, поэтому йодная профилактика была в основном запоздалой. Особенно пострадало детское население эндемичных по йоду провинций.

Следовательно, для готовности к аварийному реагированию в Украине необходимо создать соответствующую нормативную базу и бригады специалистов быстрого реагирования, обеспечить их необходимыми ресурсами, проводить периодическое обучение и проверку знаний.

12. В условиях радиационной аварии, в частности, при работах на объекте «Укрытие», вследствие невозможности приведения в соответствие со стандартами безопасности работы в условиях высокоактивных открытых источников ионизирующего излучения в комбинации с общепромышленными вредными факторами и высокой психоэмоциональной напряженностью, должен проводиться медицинский и биофизический контроль за состоянием здоровья и профессиональной пригодностью персонала по специальной программе.

13. Почти все проблемы Чернобыля решались бы эффективнее и адекватнее, если бы сразу

после аварии заработал мониторинговый реестр потерпевших. Из этого вытекает необходимость наладить четкую работу Государственного реестра жителей Украины, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, который должен быть обеспечен финансированием, иметь надлежащее дозиметрическое и научное сопровождение, обратную связь с областными и районными уровнями реестра и взаимодействовать с другими реестрами.

Система медицинского мониторинга с ежегодным диспансерным наблюдением пострадавших оправдала себя как средство выявления онкологических и неопухоловых заболеваний на ранних стадиях, что дает возможность проводить полноценное лечение. Функционирование ее должно быть продолжено и впоследствии, обеспечено своевременным и бесперебойным, в необходимых объемах, финансированием.

14. Причиной изменения состояния здоровья является как действие радиации, так и влияние неблагоприятных факторов нерадиационного происхождения – ухудшение условий жизни и питания, длительное эмоционально-психологическое напряжение, изменения в социально-психологическом состоянии, неэффективные меры по минимизации негативного воздействия факторов Чернобыльской катастрофы и т. д.

С учетом приоритета действий по профилактике заболеваний необходимо обеспечить:

- повышение производительной занятости населения как основы роста семейного благополучия и улучшения здоровья;
- уменьшение «аварийных» доз облучения населения отдельных населенных пунктов до уровней, предусмотренных НРБУ-97, и суммарных доз облучения всего населения, отнесенного к категории пострадавших, от всех источников облучения;
- возрождение санитарно-просветительской работы;
- разработку и внедрение мер по профилактике заболеваний, связанных с обострением эндемии территорий;
- обеспечение приоритета действий государства по сохранению и улучшению здоровья детей, попавших под негативное влияние факторов Чернобыльской аварии;
- организацию профилактики самопроизвольных выкидышей и врожденных нарушений развития у новорожденных на радиационно загрязненных территориях в рамках Целевой программы генетического мониторинга в Украине.

15. Значительная часть потерпевших продолжает пребывать в состоянии социальной и психологической дезадаптации при отсутствии готовности к эффективному инициативному поведению в ближайшей перспективе. Особо трудными социальные последствия аварии оказались для сельского населения загрязненных территорий Полесья (северные районы Волынской, Ровенской, Житомирской, Киевской и Черниговской областей), где сельскохозяйственное производство является главным сектором экономики.

В основу государственной социальной политики должен быть положен принцип социальной реабилитации активных индивидов и сообществ, а не только медицинская и материальная помощь. Первоочередного решения требует проблема безработицы. На всех загрязненных территориях необходимо организовать развитие бизнеса, повышение квалификации и переквалификации значительной части трудоспособного населения.

16. Результаты проведения противорадиационных мероприятий и автореабилитационные процессы природной среды на загрязненных территориях освещаются для общества недостаточно широко и понятно. Требуется обеспечить государственную поддержку наиболее авторитетных информационных источников – советы медиков, экологов, юристов и т. д. Необходимо распространять ценный опыт работы центров социально-психологической реабилитации и информирования потерпевшего населения.

17. Наиболее эффективным вариантом реабилитации загрязненных территорий в будущем признано комплексное социальное и экономическое развитие. При проведении контрмер социальная составляющая их оценки – уровень восприятия этих мер населением – может иметь решающее значение.

Процессы эвакуации и переселения иногда разрушали семейные и дружеские отношения, общенациональные и культурные ценности, не учитывали право выбора потерпевшими новых мест поселений, не обеспечивали рабочими местами и т. д. Уроком следует считать необходимость проведения упреждающего мониторинга социально-психологической ориентации и учитывать пожелания различных групп пострадавших при принятии решений по изменению условий жизнедеятельности – переселение, занятость, социальная политика и т. д.

18. Переход к новой фазе обновления и развития пострадавших территорий требует пересмотра границ зон радиоактивного загрязнения и усовершенствования государственной политики и законодательства в этой сфере.

19. Чернобыльская катастрофа нанесла огромный социально-экономический ущерб наиболее пострадавшим странам: Украине, Республике Беларусь и Российской Федерации.

Вследствие прямого материального ущерба и потерь объектов экономики, а также финансовых потерь в связи с работами по минимизации последствий аварии общая сумма ущерба для Украины только за 1986–1991 гг. достигла восьми миллиардов долларов США без учета значительного косвенного ущерба от недополучения продукции в энергетике, сельском, лесном, водном, рыбном хозяйствах и других потерь. Затраты, связанные с минимизацией последствий Чернобыльской катастрофы, еще многие годы будут тяжелым грузом лежать на экономике страны. Ожидаемая сумма общих экономических потерь Украины до 2015 г. в виде прямого ущерба, финансовых затрат и косвенного ущерба, нанесенных вследствие Чернобыльской катастрофы, оценивается в 179 млрд долларов США. Эта сумма превышает реальные экономические возможности Украины, в связи с чем для решения Чернобыльских проблем необходима помощь международного сообщества.

20. Объект «Укрытие», созданный в 1986 г. в экстремальных аварийных условиях, до настоящего времени остается источником потенциальной опасности. Поэтому первоочередными задачами являются стабилизация его состояния и создание нового безопасного конфайнмента как технологического комплекса для обеспечения долгосрочного хранения топливосодержащих материалов и долгоживущих радиоактивных отходов.

Разработка технологии извлечения и контейнеризации топливосодержащих материалов с целью создания дополнительного барьера для фактически открыто лежащих ядерно-опасных делящихся материалов должна стать приоритетным направлением в работах по преобразованию объекта «Укрытие» после сооружения конфайнмента. Необходимое условие для решения этой задачи – создание инфраструктуры и хранилища для промежуточного контролируемого хранения до захоронения в стабильных геологических формациях.

Отсутствует долгосрочная государственная программа снятия ЧАЭС с эксплуатации и преобразования объекта «Укрытие» в безопасную систему. Это усложняет координацию работ, выполняемых в рамках плана SIP и других международных проектов, и концентрацию усилий на основных направлениях. Работы по SIP идут со значительным отставанием. Из-за неадаптированности национальной практики ведения таких работ к западной и процедурам ЕБРР, эффективность управления проектом недостаточна.

21. Анализ развития событий в стране после аварии свидетельствует о том, что сегодня еще не все уроки Чернобыля извлечены и осознаны, а многие из них уже забыты.

Об этом свидетельствуют некоторые наиболее показательные факты:

- На данном этапе удаленного периода после аварии на Чернобыльской АЭС основной вклад в ее медицинские последствия вносят нестохастические эффекты в виде широкого спектра неопухолевых форм соматических и психосоматических заболеваний. Они в большинстве случаев приводят к потере трудоспособности и смертности. Эффективная медицинская защита пострадавших на последующие годы и десятилетия требует разработки и утверждения четкой государственной программы ликвидации медицинских последствий катастрофы.

- Особая категория «чернобыльцев», которые своим здоровьем и жизнью останавливали беду, «ликвидаторы», почти все считают, что забыты обществом. Недопущение социального забвения, особенно в ситуации, когда в мире стараются забыть Чернобыль, чрезвычайно важно для Украины. Мировое сообщество делает все, чтобы не забылся нацизм и Холокост. Наше государство должно сделать все, чтобы не были забыты последствия Чернобыльской катастрофы для народа Украины.

- До Чернобыльской аварии в мире не было опыта обращения с большими объемами аварийных радиоактивных материалов. Работы по захоронению радиоактивных отходов, образовавшихся вследствие аварии на ЧАЭС, выполнялись в экстремальных условиях без достаточного обоснования технологий их изоляции, классификации и фиксации их объемов, активности, географической привязки хранилищ, оценки возможного их влияния на окружающую среду и т. д. И сегодня большинство хранилищ еще необходимо тщательно исследовать. Однако, еще до сих пор не разработана общегосударственная стратегия обращения с радиоактивными отходами и отработанным ядерным топливом. Принятые законы не обеспечены действенным механизмом их реализации.

- Развитие ядерной энергетики в тесной связи с развитием национального топливно-энергетического комплекса является стратегической задачей Украины. Ограниченность углеводородных ресурсов обуславливает значительную роль ядерной энергии в обеспечении энергетических нужд и энергетической безопасности Украины сегодня и в будущем. Чернобыльская авария способствовала процессу глубокого критического анализа состояния дел в ядерной энергетике, реа-

лизации мероприятий по повышению ее безопасности, надежности и эффективности. Но и сегодня необходимы значительные усилия для реализации рекомендаций по повышению безопасности и модернизации АЭС. Не реализованы на практике некоторые положения ядерного законодательства, нормативная база требует существенной корректировки.

- Привлечение ученых соответствующих направлений способствует более эффективному реагированию на аварийные происшествия такого масштаба, как авария на Чернобыльской АЭС. Начиная с конца девяностых годов произошло существенное уменьшение финансирования и, соответственно, сворачивание объемов видов научных и мониторинговых работ. В последние годы научная поддержка решений и действий на государственных уровнях почти не практикуется, научное сопровождение их реализации практически не финансируется. В стране наблюдается разрушение существующих систем мониторинга, научного сопровождения и научного потенциала, который его обеспечивает и является уникальным достоянием не только отечественной, но и мировой науки.

- В данное время аварийная дозиметрия в Украине как отрасль знаний достигла высокого уровня развития, ее результаты признаны на мировом уровне и обеспечили информационную поддержку всех планов и действий государства по этой проблеме. Накопленный опыт свидетельствует о том, что работы по оценке доз облучения населения и эффектов для здоровья требуют постоянного научного сопровождения с целью уточнения и усовершенствования методик.

Чернобыльская катастрофа определила необходимость проведения исследований по повышению безопасности реакторов, моделирования запроектных аварий, которым до Чернобыля уделялось значительно меньше внимания.

Урок Чернобыля грустный, болезненный и трагический. Он показал, что преодоление такой трагедии требует больших средств и ресурсов, значительного времени.

Приобретенный опыт обязательно должен быть учтен при планировании действий по минимизации последствий всех возможных аварий техногенного и природного характера.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

Раздел 1

1. Ten Years After. Summary of Ukrainian National Report. Kyiv, 1966.
2. Chornobyl Catastrophe, House of Ann. Issue, Kyiv, 1997, Ed. by Victor Baryakhtar: Чорнобильська катастрофа: Колективна монографія.– К.: Наук. думка, 1996.
3. USSR State Committee on the Utilisation of Atomic Energy «The Accident at the Chernobyl NPP and its Consequences» IAEA Post Accident Review Meeting, Vienna, 25–29 August, 1986.
4. Бурлаков Е. В., Занков Ю. Н., Кватор В. М. О возможности возникновения СЦР после аварии: Докладная записка руководству ИАЭ им. И. В. Курчатова: Рукопись.– М., 07.05.86 г.– 5 с.
5. A. R. Sich. Chernobyl Accident Management Actions», Nuclear Safety, Vol. 35, №1, January-June 1994.– P. 1–22.
6. Маслов В. П., Мясников В. П., Данилов В. П. Математическое моделирование аварийного блока ЧАЭС.– М.: Наука, 1987.– 144 с.
7. Э. Пурвис. Сценарий Чернобыльской аварии: по состоянию на апрель 1995 г. Отчет МНТЦ.– Чернобыль, 1995.– 146 с.

Раздел 2

1. Cambray, R. S., Playford, K., Lewis G. N. J. and Carpenter, R. C. (1989) Radioactive fallout in air & rain, results to the end of 1988. Atomic Energy Authority Report AERE R 13575, HMSO Publications, London.
2. NCI (1997) Estimated Exposures and Thyroid Doses Received by the American People from Iodine-131 in Fallout Following Nevada Atmospheric Nuclear Bomb Tests. US National Cancer Institute, Bethesda, USA.
3. Отчеты Института экспериментальной метеорологии (1985). Фоновое загрязнение природной среды на территории СССР техногенными радиоактивными продуктами.– Обнинск, 1981–1985 гг.
4. Фондовые материалы Госкомгидромета СССР, 1985.
5. Атлас. Україна. Радиоактивне забруднення. Мінчорнобиль України.– К., 2001.– 39 с.
6. Герасько В. Н., Ключников А. А., Корнеев А. А., Купный В. И., Носовский А. В., Щербин В. Н. Объект «Укрытие». История, создание и перспективы.– К.: Интерграфик, 1997.– 224 с.
7. Израэль Ю. А., Вакуловский С. М., Стукин Е. Д. и др. Чернобыль: Радиоактивное загрязнение природных сред.– Л.: Гидрометеиздат, 1990.– 296 с.
8. Buzulukov, Yu. P., Dobrynin, Yu. L. Release of radionuclides during the Chernobyl accident. p. 3-21 in: The Chernobyl Papers. Doses to the Soviet Population and Early Health Effects Studies, V. 1 (S. E. Merwin and M. I. Balonov, eds.). Richland, Washington, 1993.
9. Sich A. R., Borovoi A. A., Rasmussen N. C. The Chernobyl accident revisited: source term analysis and reconstruction on events during on active phase. MITNE-306, 1994.
10. Десять років після аварії на Чорнобильській АЕС: Національна доповідь України.– К.: Мінчорнобиль України, 1996.– 250 с.
11. Бар'яхтар В. Г. та ін. Чорнобильська катастрофа.– К.: Наук. думка, 1996.– 575 с.
12. Kashparov V. A., Oughton D. H., Protsak V. P., Zvarisch S. I. and Levchuk, S. E. Kinetics of fuel particle weathering and ⁹⁰Sr mobility in the Chernobyl 30 km exclusion zone. Health Physics, 1999, v. 76.– P. 251–259.
13. Hilton, J., Cambray, R. S. and Green N. (1992). Chemical fractionation of radioactive caesium in airborne particles containing bomb fallout, Chernobyl fallout and atmospheric material from the Sellafield site. Journal of Environmental Radioactivity, 15.– С. 103–111.
14. Бобовникова Ц. И., Фирсенко Е. П. и др. Химические формы нахождения долгоживущих радионуклидов и их изменение в почвах вблизи Чернобыльской АЭС. Почвоведение, 23.– С. 52–57.
15. Kashparov V. A., Zvarisch S. I. et al. (2004) Kinetics of dissolution of Chernobyl fuel particles in soil in natural conditions. Journal of Environmental Radioactivity, 72.– P. 335–353.
16. Атлас загрязнения Европы цезием после Чернобыльской аварии (Науч. рук. Ю. А. Израэль).– Люксембург: Бюро по официальным изданиям Европейской Комиссии, 1996.– 108 с.
17. Аптли Л. Дж., Девелл Л., Мишра Ю. К. и др. Пути миграции искусственных радионуклидов в окружающей среде. Радиоэкология после Чернобыля / Под ред. Ф. Уорнера и Р. Харрисона.– М.: Мир, 1999.– 512 с.
18. Voitsekhovitch O. V., Borzilov V. A. and Konoplev A. V. (1991) Hydrological aspects of radionuclide migration in water bodies following the Chernobyl accident. In: Proceedings of Seminar on Comparative Assessment of the Environmental Impact of Radionuclides Released during Three Major Nuclear Accident: Kyshtym, Windscale, Chernobyl.– Pp. 528–548. Radiation Protection-53, EUR 13574, European Commission, Luxembourg.
19. Smith J., Voitsekhovitch O. V., Konoplev A. V., Kudelsky A. V. Radioactivity in aquatic system/ In: Chernobyl catastrophe and consequences (Eds. Jim Smith and N. Beresford). Springer. 2005.– P. 139–190.
20. Войцехович О. В. и др. Радиоэкология водных объектов зоны влияния аварии на Чернобыльской АЭС.– Т. 1. Мониторинг радиоактивного загрязнения природных вод Украины.– К.: Чернобыльинтеринформ, 1997.– 308 с.
21. Bulgakov A. A., Konoplev A. V., Kanivets V. V., Voitsekhovitch O. V. Modeling the longterm dynamics of radionuclides in rivers. Proc. International congress on the radioecology-ecotoxicology of contaminated and estuarine environments. Aix-en-Prvince. 3–7 September, 2001.
22. Войцехович О. В. Управление качеством поверхностных вод в зоне влияния аварии на Чернобыльской АЭС.– К.: Випол, 2001.– 136 с.
23. Кузьменко М. И., Романенко В. Д., Деревець В. В. та ін. Вплив радіонуклідного забруднення на гідробіонти Зони відчуження.– К.: Чорнобильинтеринформ, 2001.– 318 с.
24. Насвит О. И., Фомовский М. И., Кленус В. Г. Содержание радионуклидов в гидробионтах водоемов

зоны ЧАЭС // В кн. Радиоэкология водных объектов зоны влияния аварии на Чернобыльской АЭС.– Т. 1. Мониторинг радиоактивного загрязнения природных вод Украины.– К.: Чернобыльинтеринформ, 1997.– С. 215–222.

25. *Nasvit O. I.* (2002). Radioecological Situation in the Cooling Pond of Chornobyl NPP. In: Recent Research Activity about Chernobyl NPP Accident in Belarus, Ukraine and Russia. Kyoto University, 2002. KURAI-KR-79.– P. 74–85.

26. *Канивец В. В., Войцехович О. В.* Радиоактивное загрязнение донных отложений водоема-охладителя Чернобыльской АЭС // Тр. УкрНИГМИ.– 2000.– Вып. 248.– С. 154–171.

27. *Канивец В. В.* Анализ основных тенденций развития радиационной обстановки в Днепровской водной системе после Чернобыльской аварии // Вісник аграрної науки.– 1996.– № 4.– С. 40–56.

28. *Eremeev V. N., Ivanov L. M., Kirwan A. D. and Margolina T. M.* (1995) Amount of ^{137}Cs and ^{134}Cs radionuclides in the Black Sea produced by the Chernobyl accident. Journal of Environmental Radioactivity 27, 49–63.

29. *Vakulovsky S. M., Nikitin A. I., Chumichev V. B., Katrich I. Yu., Voitsekhoivich O. A., Medinets V. I., Pisarev V. V., Borkum L. A. and Khersonsky E. S.* (1994) Cs-137 and Sr-90 contamination of water bodies in the areas affected by releases from the Chernobyl Nuclear Power Plant accident: an overview. Journal of Environmental Radioactivity 23, 103–122.

30. IAEA (2003). Marine Environment Assessment of the Black Sea (Working material). Final report. Technical co-operation project RER/2/003. 358 p.

31. *Джепо С. П., Скальський А. С., Бугай Д. А.* Радиационный мониторинг подземных вод // В кн. Радиоэкология водных объектов зоны влияния аварии на Чернобыльской АЭС.– Т. 1. Мониторинг радиоактивного загрязнения природных вод Украины.– К.: Чернобыльинтеринформ, 1997.– С. 152–214.

32. *Shestopalov V. M.* (2002). Chernobyl disaster and groundwater. (Editor. V. Shestopalov)/ Balkema Publisher, 2002. 289.

33. *Bugai D. A., Waters R. D., Dzhepo S. P., Skalsky A. S.* Risks from Radionuclide Migration to Groundwater in the Chernobyl 30-km Zone // Health Physics., Vol. 71.– 1996.– P. 9–18.

Раздел 3

1. *Чумак В. В., Баханова Е. В., Шолом С. В.* и др. Дозиметрия ликвидаторов через 14 лет после Чернобыльской аварии: проблемы и достижения // Международный журнал радиационной медицины.– 2000.– № 1–2.– С. 26–25.

2. *Скалецкий Ю. М.* Бази даних доз випромінювання та біодозиметричних показників і проблем верифікації та реконструкції доз випромінювання військових ліквідаторів // International conference Theoretical and Applied Aspects of Program Systems Development. 5–8 October 2004, Kyiv, Ukraine.– К., 2004.– P. 237–239.

3. *Chumak V., Sholom S. and Pasalskaya L.* Application of high precision EPR dosimetry with teeth for reconstruction of doses to Chernobyl population. Radiat. Prot. Dosim. 84, 515–520 (1999).

4. *Sholom S. V. and Chumak V. V.* Decomposition of spectra in EPR dosimetry using the matrix method. Radiat. Meas. 37, 365–370 (2003).

5. *Chumak V. V., Sholom S., Bakhanova E., Pasalskaya L. and Musijachenko N.* High precision EPR dosimetry as a reference tool for validation of other techniques. Appl. Radiat. Isotop. 62, 141–146 (2005).

6. *Chumak V. V., Worgul B. V., Kundiyev Y. I.* et al. Dosimetry for a Study of Low-Dose Radiation Cataracts Among Chernobyl Clean-up Workers, Radiation Research (in press).

7. *Ковган Л. Н., Лихтарев И. А.* Общее внешнее и внутреннее облучение населения Украины за 15 лет после Чернобыльской аварии и прогноз рисков // Международный журнал радиационной медицины.– 2002.– Т. 4, № 1–4.– С. 79–98.

8. *Лихтарев И. А., Ковган Л. Н.* Общая структура Чернобыльского источника и дозы облучения населения Украины // Международный журнал радиационной медицины.– 1999.– Т. 1, № 1.– С. 29–38.

9. *Likhtarev I. A., Kovgan L. N., Jacob P., Anspaugh L. R.* Chernobyl accident: Retrospective and prospective estimates of external dose of the population of Ukraine // Health Phys.– 2002.– Vol. 82, № 3.– P. 290–303.

10. *Likhtariov Ilya, Kovgan Lionella, Jacob Peter* et al. Effective doses due to external irradiation from the Chernobyl accident for different population groups of Ukraine // Health Phys.– 1996.– Vol. 70, № 1.– P. 87–98.

11. *Likhtarev Ilya A., Kovgan Lionella N., Vavilov Sergei E.* et al. Internal exposure from the ingestion of foods contaminated by Cs-137 after the Chernobyl accident. Report 1. General model: Ingestion doses and countermeasure effectiveness for the adults of Rovno Oblast of Ukraine // Health Phys.– 1996.– Vol. 70, № 3.– P. 297–317.

12. *Likhtarev Ilya A., Kovgan Lionella N., Vavilov Sergei E.* et al. Internal exposure from the ingestion of foods contaminated by Cs-137 after the Chernobyl accident. Report 2. Ingestion doses of the rural population of Ukraine up to 12 years after the accident (1986–1997) // Health Physics.– 2000.– Vol. 79, № 4.– P. 341–357.

13. Закон України від 27 лютого 1991 р. № 791а-ХІІ «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» // Ядерне законодавство. Збірка нормативно-правових актів (станом на 1 січня 1998 р.).– К., 1998.– С. 425–435.

14. Закон України від 28 лютого 1991 р. № 796-ХІІ «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи» // Ядерне законодавство. Збірка нормативно-правових актів (станом на 1 січня 1998 р.).– К., 1998.– С. 435–479.

15. Постанова КМ України № 106 від 23 липня 1991 р. Доповнення 1.– 44 с.

16. Комплексна дозиметрична паспортизація населених пунктів України (1996–1999 рр.) / Мінчорнобиль України.– Шифр 257; № ДР 0196U024326; інв. № 1996 р.– 397U00109, 1997 р.– 0398U001983.– К., 1999.– 87 с.

17. *I. Likhtarev, N. Talerko, A. Bouville, P. Vailleque, N. Lukyanov, A. Kuzmenko, I. Shedemenko.* Radioactive Contamination of Ukraine caused by Chornobyl Accident using Atmospheric Transport Modeling. Draft report available at <http://dceg.cancer.gov/radia.html>.

18. *Talerko*. Mesoscale modelling of radioactive contamination formation in Ukraine caused by the Chernobyl accident. *J. Environ. Radioactivity* 78, 311–329. 2005.
19. *Likhtarev I. A., Gulko G. M., Kairo I. A.* and et al. Reliability and accuracy of the ¹³¹I thyroid activity measurements performed in the Ukraine after the Chernobyl accident in 1986 / GSF-Berichy 19/93. Institut fur Strahlenschutz.– Munich, 1993.– 36 p.
20. *Likhtaryov I. A., Gulko G. M., Kairo I. A.* et al. Thyroid doses resulting from the Ukraine Chernobyl accident – part 1: Dose estimates for the population of Kiev / *Health Phys.*– 1994.– Vol. 66, № 2.– P. 137–146.
21. *Likhtarev I. A., Gulko G. M., Sobolev B. G.* and et al. Thyroid dose assessment for the Chernigov region (Ukraine): estimation based on ¹³¹I thyroid measurements and extrapolation of the results to districts without monitoring / *Radiation and Environmental Biophysics.*– 1994.– Vol. 33.– P. 149–166.
22. *Likhtarev I., Bouville A., Kovgan L., Luckyanov N., Voilleque P., Chepurny M.* Questionnaire – and measurement – based individual thyroid doses in Ukraine resulting from the Chornobyl nuclear reactor accident. *Radiation Research*, (in press).
23. *Likhtarev I., Minenko V., Khrouch V., Bouville A.* Uncertainties in thyroid dose reconstruction after Chernobyl. *Radiation Protection Dosimetry*, Vol 105, No. 1–4, pp. 601–608, 2003.
24. *Likhtarov I., Kovgan L., Vavilov S., Chepurny M., Bouville A., Luckyanov N., Jacob P., Volleque P., Voigt G.* Post-Chornobyl thyroid cancers in Ukraine. Report 1. Estimation of thyroid doses // *Radiation Research.*– 2005.– Vol. 163.– P. 125–136.
25. *Likhtarev I. A., Sobolev B. G., Kairo I. A., Tronko N. D., Bogdanova T. I., Oleinic V. A., Epshtein E. V., Beral V.* Thyroid cancer in the Ukraine. *Nature*, 1995.– V. 375 (1).– P. 365.
26. *Jacob P., Goulko G., Heidenreich W. F., Likhtarev I. A., Kairo I. A., Tronko N. D., Bogdanova T. I., Kenigsberg J., Bugolva E., Drozdovitch V. and Beral V.* Thyroid cancer risk to children calculated. *Nature*, Vol. 392. 19 March 1998.– P. 31–32.
27. Protection of the public in situations of prolonged radiation exposure. ICRP Publication 82.– Pergamon Press, 2000.– 109 p.

Роздел 4

1. Соціальні наслідки Чорнобильської катастрофи (результати соціологічних досліджень 1986–1995 рр.) / Відп. ред.: *В. Ворона, Є. Головаха, Ю. Саєнко.*– Х.: Фоліо, 1996.– 414 с.
2. Чорнобиль і соціум. Вип. 1. Чорнобильський синдром: соціально-психологічні наслідки.– К.: Ін-т соціології, 1995.– 108 с.
3. Чорнобиль і соціум. Вип. 2. Соціально-психологічна динаміка наслідків катастрофи.– К.: Ін-т соціології, 1995.– 161 с.
4. Чорнобиль і соціум. Вип. 3. Динаміка соціальних процесів: соціально-психологічний моніторинг наслідків Чорнобильської катастрофи.– К.: Ін-т соціології, 1997.– 267 с.
5. Чорнобиль і соціум. Вип. 4. Динаміка соціальних процесів: соціально-психологічний моніторинг наслідків Чорнобильської катастрофи.– К.: Ін-т соціології, 1998.– 247 с.
6. Чорнобиль і соціум. Вип. 5. Соціально-психологічний моніторинг умов життя та діяльності соціальних груп потерпілих від Чорнобильської аварії: порівняльний аналіз та рекомендації.– К.: Ін-т соціології, 1999.– 310 с.
7. Чорнобиль і соціум. Вип. 6. Соціально-психологічний моніторинг умов життя та діяльності соціальних груп, потерпілих від Чорнобильської аварії: порівняльний аналіз та рекомендації.– К.: Ін-т соціології, 2000.– 338 с.
8. Чорнобиль і соціум. Вип. 7. Соціально-психологічний моніторинг умов життя та діяльності соціальних груп, потерпілих від Чорнобильської аварії: порівняльний аналіз та рекомендації.– К.: Стилос, 2001.– 408 с.
9. Постчорнобильський соціум: 15 років по аварії.– К.: Ін-т соціології НАНУ, 2000.– 563 с.
10. Соціальні ризики та соціальна безпека в умовах природних і техногенних надзвичайних ситуацій та катастроф / Відп. ред. *В. В. Дурдинець, Ю. І. Саєнко, Ю. О. Привалов.*– К.: Стилос, 2001.– 497 с.
11. Чорнобиль і соціум. Вип. 8. Розробка моделей життєдіяльності в умовах підвищеного ризику внаслідок надзвичайних ситуацій та катастроф: з урахуванням досвіду Чорнобильської катастрофи.– К.: Центр соціальних експертиз і прогнозів Ін-туту соціології НАНУ, 2002.– 152 с.
12. Чорнобиль і соціум. Вип. 9. Розробка моделей життєдіяльності в умовах підвищеного ризику внаслідок надзвичайних ситуацій та катастроф: з урахуванням досвіду Чорнобильської катастрофи.– К.: Фоліант, 2003.– 255 с.
13. Чорнобиль і соціум. Вип. 10. Сучасні ризики: тенденції, перспективи, шляхи мінімізації наслідків.– К.: Фоліант, 2004.– 312 с.
14. *Головаха Є.* Постчорнобильська соціальна політика України і міжнародного співтовариства: оцінка ефективності і перспектива розвитку // Соціальні наслідки Чорнобильської катастрофи.– Х.: Фоліо, 1996.– С. 379–398.
15. За матеріалами сайту: http://glossary.ru/cgi-bin/gl_sch2.cgi?RRu.ogr;tg9!vuroyoqg.
16. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2004 році.– http://www.mns.gov.ua/annual_report/2005/5_8.pdf.
17. Постанова Кабінету Міністрів України від 2 березня 2002 р. № 253 «Про затвердження Стратегії заміни системи пільг на адресну грошову допомогу населенню».
18. Постанова Кабінету Міністрів України від 29 січня 2003 р. № 117 «Про Єдиний державний автоматизований реєстр осіб, які мають право на пільги».
19. Інформаційно-довідкові матеріали про стан виконання законодавства щодо комплексного вирішення подолання наслідків Чорнобильської катастрофи.– К., 2005.
20. Державний комітет статистики України. Статистичний щорічник України за 2004 рік.– К.: Консультант, 2005.– С. 381.
21. Рекомендації парламентських слухань «Соціальне страхування та соціальне забезпечення в Україні:

- сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку» (17 травня 2005 р.).– http://www.pension.kiev.ua/Ukr/Law_Base/NonFormatted/pvru-2679.html.
22. *Тарасенко В.* Динаміка оцінок населенням в уражених районах стану розв'язання соціальних проблем (порівняльний аналіз) // Соціальні наслідки Чорнобильської катастрофи.– Х.: Фоліо, 1996.– С. 213–220.
 23. *Амджадін Л.* Екологічні інтереси та пріоритети у повсякденній свідомості «чорнобильських» потерпілих: колізії громадської думки // Чорнобиль і соціум.– Вип. 7.– К.: Стило, 2001.– С. 241.
 24. *Приліпко В., Прокопенко Н., Морозова М., Бондаренко І.* До питання про стан здоров'я населення, що мешкає в зоні гарантованого добровільного відселення.– Чорнобиль і соціум.– Вип. 9.– К.: Фоліант, 2003.– С. 208.
 25. *Приліпко В.* Медико-соціальні аспекти наслідків аварії на ЧАЕС // Соціальні наслідки Чорнобильської катастрофи.– Х.: Фоліо, 1996.– С. 165–176.
 26. *Амджадін Л.* Екологічна культура населення українського соціуму: ментальні моделі екологічного мислення // Чорнобиль і соціум.– Вип. 9.– К.: Фоліант, 2003.– С. 70–71.
 27. *Іванюта С., Рогожин О.* Самооцінка впливу радіаційної обстановки на здоров'я населення, постраждалого внаслідок аварії на ЧАЕС // Чорнобиль і соціум.– Вип. 9.– К.: Фоліант, 2003.– С. 99.
 28. *Ю. Саєнко.* Життєво важливі фактори відродження життя потерпілого населення.– Чорнобиль і соціум.– Вип. 9.– К.: Фоліант, 2003.– С. 13.
 29. *Саєнко Ю., Привалов Ю.* Життєві цінності населення, що постраждало від аварії на ЧАЕС, та оцінка їх шансів реалізації у постчорнобильський період // Чорнобиль і соціум.– Вип. 1.– К., 1995.– С. 45–54.
 30. *Ходорівська Н.* Типологія моделей соціальної адаптації особистості // Чорнобиль і соціум.– Вип. 9.– К.: Фоліант, 2003.– С. 40–61.
 31. *Ходорівська Н.* Методичне обґрунтування змін соціальної політики щодо потерпілих від Чорнобильської катастрофи // Чорнобиль і соціум.– Вип. 10.– К.: Фоліант, 2004.– С. 178–194.
 32. *Лисенко О., Мімандусова Г.* Соціальна ситуація в сфері зайнятості потерпілого від аварії населення // Чорнобиль і соціум.– Вип. 5.– К.: Центр соціальних експертиз і прогнозів Ін-ту соціології НАНУ, 1999.– С. 217–235.
 33. Меморандум про взаєморозуміння між Урядом України і урядами країн «Великої Сімки» та Комісією Європейського Співтовариства щодо закриття Чорнобильської АЕС. 1995 рік.
 34. Закон України від 11 грудня 1998 р. № 309-ХІV «Про загальні засади подальшої експлуатації і зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС та перетворення зруйнованого четвертого енергоблока цієї АЕС на екологічно безпечну систему» (Із змінами, внесеними згідно із Законом № 722-ХІV від 03.06.1999 р.).
 35. Указ Президента України від 25 вересня 2000 р. № 1084/2000 «Про заходи, пов'язані з Актом закриття Чорнобильської атомної електростанції».
 36. Постанова Кабінету Міністрів України від 29 листопада 2000 р. № 1748 «Про заходи щодо соціального захисту працівників Чорнобильської АЕС та жителів м. Славутича у зв'язку із закриттям станції».
 37. Постанова Кабінету Міністрів України від 26.10.2001 р. № 1411.
 38. *Прокопа І., Шепотько Л.* Депресивність аграрних територій: український вимір // Економіка України.– № 7.– 2003.– С. 59–66.
 39. *Холоша В. І., Мажук В. О., Кирєєв С. І., Бондаренко О. О., Проскура М. І., Ходорівська Н. В., Медведєв С. Ю., Кирєєв С. Ю.* Самопоселенці Зони відчуження – радіологічні, організаційно-правові та соціально психологічні аспекти життєдіяльності // Бюлетень екологічного стану Зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення.– № 2 (24).– Жовтень 2004.– С. 3–16.
 40. Інформаційно-довідковий матеріал з питань подолання наслідків Чорнобильської катастрофи (за підсумками роботи у 2003 р.) / МНС України.– К., 2004.– 56 с.
 41. Медико-демографічні паспорти територій України, контрольованих у зв'язку з Чорнобильською катастрофою (1981–1995 роки): Статистичний довідник в 2 частинах.– К.: Чорнобильінформ, 1998.
 42. *Сакада М., Суїменко Є., Тарасенко В.* Перспективи господарської та трудової зайнятості в установках уражених зон і переселених // Відп. ред. *Ю. І. Саєнко.*– Чорнобиль і соціум.– Вип. 5.– К.: Центр соціальних експертиз і прогнозів Ін-ту соціології НАНУ, 1999.– С. 203–216.
 43. *Саєнко Ю.* Соціальні портрети потерпілих // Відп. ред. *Ю. І. Саєнко.*– Чорнобиль і соціум.– Вип. 5.– К.: Центр соціальних експертиз і прогнозів Ін-ту соціології НАНУ, 1999.
 44. *Гончарук О.* Приватне господарювання різних категорій постраждалого населення // Відп. ред. *Ю. І. Саєнко.*– Чорнобиль і соціум.– Вип. 7.– К.: Центр соціальних експертиз і прогнозів Ін-ту соціології НАНУ, 2001.– С. 274–291.
 45. *Гончарук О.* Доходи та витрати різних категорій постраждалого населення // Чорнобиль і соціум (Випуск восьмий) / Відп. ред. *Ю. Саєнко, Ю. Привалов.*– К.: Центр соціальних експертиз і прогнозів Ін-ту соціології НАНУ, 2002.– С. 62–72.
 46. *Пилипенко В., Мімандусова Г.* Соціальний захист постраждалих від Чорнобильської катастрофи: оцінка стану та динаміка змін // Відп. ред. *Ю. І. Саєнко.*– Чорнобиль і соціум.– Вип. 7.– К.: Центр соціальних експертиз і прогнозів Ін-ту соціології НАНУ, 2001.– С. 145–159.
 47. *Гончарук О.* Заробітна плата різних категорій постраждалого населення // Відп. ред.: *Ю. Саєнко, Ю. Привалов.*– Чорнобиль і соціум.– Вип. 9.–К.: Центр соціальних експертиз і прогнозів Ін-ту соціології НАНУ, 2003.– С. 120–132.
 48. *Кузьменко Т.* Чорнобильський слід: соціально-психологічні наслідки катастрофи // Чорнобиль і соціум.– Вип. 8.– К.: Центр соціальних експертиз і прогнозів Ін-ту соціології НАНУ, 2002.– С. 9–20.
 49. *Гарнець О.* Система соціально-психологічної допомоги чорнобильським постраждалим // Чорнобиль і соціум.– Вип. 6.– К.: Ін-т соціології НАН України, 2000.– С. 99–110.
 50. *Ручка А., Костенко Н., Чечель Л.* Масова свідомість населення уражених регіонів у постчорнобильській ситуації // Соціальні наслідки Чорнобильської катастрофи (результати соціологічних досліджень 1986–1995 рр.).– Х.: Фоліо, 1996.– С. 78–85.
 51. *Соболева Н.* Відлуння лиха: відображення соціально-психологічних наслідків природних і техногенних катастроф у масовій свідомості // Чорнобиль і соціум.– Вип. 9.– К.: Фоліант, 2003.– С. 82–91.

51. Саєнко Ю. Вісім з половиною років після катастрофи // Соціальні наслідки Чорнобильської катастрофи (результати соціологічних досліджень 1986–1995 рр.).– Х.: Фоліо, 1996.– С. 155–164.

52. Саєнко Ю. Життєво важливі фактори відродження життя потерпілого населення // Чорнобиль і соціум.– Вип. 9.– К.: Фоліант, 2003.– С. 8–39.

Раздел 5

1. 15 років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання: Національна доповідь України.– К.: Чорнобильінтерінформ, 2001.– 144 с.

2. Показники здоров'я та надання медичної допомоги потерпілим від наслідків аварії на Чорнобильській АЕС. 2004 рік: Статистичний довідник. По всіх територіях. Ч. I / МНС України, МОЗ України.– К.: Електронна версія довідника, 2005.

3. Prysyzhnyuk A., Gristchenko V., Fedorenko Z. et al. Review of epidemiological finding in study of medical consequences of the Chernobyl accident in Ukrainian population / In: Recent Research Activities about the Chernobyl NPP Accident in Belarus, Ukraine and Russia.– Edit.: T. Imanaka.– Kyoto, 2002.– P. 188–201.

4. Prysyzhnyuk A., Gulak L., Gristchenko V., Fedorenko Z. Cancer incidence in Ukraine after the Chernobyl accident // Chernobyl: Message for the 21st Century. Eseptra Medica, International Congress Series 1234. Edited by S. Yamashita et. al.– 2002.– P. 281–291.

5. Романенко А. Е., Бебешко В. Г., Базыка Д. А., Дягиль И. С., Чумак В. В., Пилинская М. А., Ледошук Б. А., Гудзенко Н. А., Беляев Ю. Н., Баханова Е. Н., Бабкина Н. Г., Троцюк Н. К. Исследование лейкемии и других гематологических заболеваний среди ликвидаторов в Украине вследствие Чернобыльской аварии – обзор основных результатов исследования за 2000–2004 гг. / Проблемы радиационной медицины та радиобіології.– 2005.– Вип. 11.– С. 105–109.

6. Vozianov A. F., Romanenko A. M., Fukushima S. Urologic aspects of chronic long-term low doses radiation effects after Chernobyl accident. Urinary bladder lesions induced by persistent chronic low-dose ionizing radiation // Health effects of Chernobyl accident / Eds. A. Vozianov, V. Bebesko, D. Bazyka.– Kyiv: DIA, 2003.– P. 353–374.

7. Пилинская М. А., Шеметун А. М., Дыбский С. С., Дыбская Е. Б. и др. Результаты 14-летнего цитогенетического мониторинга контингентов приоритетного наблюдения, пострадавших от действия факторов аварии на Чернобыльской АЭС / Вестник Российской Академии медицинских наук.– 2001.– № 10.– С. 80–84.

8. Pilinskaya M. A., Dibskiy S. S., Shemetun Y. V., Dibskaya Y. B. Chromosome instability in children with thyroid pathology born to irradiated parents due to Chernobyl accident/ European Journal of Human Genetics, 2005.– V. 13, Suppl. 1.– P. 146.

9. Пилинская М. А., Дыбский С. С., Дыбская О. Б., Педан Л. Р. Виявлення хромосомної нестабільності у нащадків батьків, опромінених внаслідок Чорнобильської катастрофи, за допомогою двотермінового культивування лімфоцитів периферичної крові // Цитология и генетика.– 2005.– Т. 39.– № 4.– С. 32–40.

10. Dubrova Y., Grant G., Chumak A. A., Stezhka V. A., Karakasian A. N. Elevated Minisatellite Mutation Rate in the Post-Chernobyl Families from Ukraine / Am. J. Hum. Genet.– 2002.– V. 71.– P. 801–809.

11. Kovalenko A. N., Belyi D. A., Bebesko V. G. Long-term effects in acute radiation syndrome survivors // Health effects of Chernobyl accident / Eds. A. Vozianov, V. Bebesko, D. Bazyka.– K.: DIA, 2003.– P. 15–32.

12. Федірко П. А. Віддалені наслідки радіаційного впливу на кришталік: результати епідеміологічного дослідження // Проблеми радіац. медицини: Зб. наук. праць.– К., 2000.– Вип. 7.– С. 20–25.

13. Чумак А. А., Базыка Д. А., Талько В. В. та ін. Клінічні імунологічні дослідження в радіаційній медицині – п'ятнадцятирічний досвід / Укр. ж. гематол. и трансфузиол.– 2002.– № 5.– С. 6–11.

14. Минченко Ж. Н., Базыка Д. А., Бебешко В. Г., Дмитренко Е. А., Беляева Н. В., Чумак А. А. НЛA-фенотипическая характеристика и субпопуляционная организация иммунокомпетентных клеток в формировании пострадиационных эффектов в детском возрасте // Мед. последствия аварии на Чернобыльской атомной станции. Кн. 2. Клинические аспекты Чернобыльской катастрофы.– К., 1999.– С. 55–65.

15. Чумак А. А., Абраменко І. А., Бойченко П. К. Цитомегаловірус, радіація, імунітет / Под ред. Д. А. Базыки.– К.: ДІА, 2005.– 135 с.

16. Bazyka D., Chumak A., Vyelyaeva N., Gulaya N., Margytych V., Thevenon C., Guichardant M., Lagarde M., Prgent A-F. Immune cells in Chernobyl radiation workers exposed to low-dose irradiation / Int. J. of Low Radiation, 2003, V. 1.– #1.– P. 63–76.

17. Бузунов В. А., Страпко Н. П., Пирогова Е. А. и др. Эпидемиология неопухолевых болезней участников ликвидации последствий Чернобыльской аварии / Int. J. Rad. Med.– 2001.– V.3 (3–4).– P. 9–25.

18. Бузунов В. А., Репин В. С., Пирогова Е. А. и др. Эпидемиологические исследования неопухолевой заболеваемости взрослого населения, эвакуированного из г. Припять и 30-километровой зоны Чернобыльской АЭС / Int. J. Rad. Med.– 2001.– V. 3 (3–4).– P. 26–45.

19. Виявлено залежність від дози опромінення для цереброваскулярної патології в УЛНА. Ризик розвитку цих захворювань вище в опромінених з дозами 0,5–0,99 Гр і 1 Гр у порівнянні з опроміненими в дозах, менших за 0,1 Гр [5.1.4.3.–1].

20. Терещенко В. П., Сушко В. О., Піщиков В. А., Сегеда Т. П., Базыка Д. А. Хронічні неспецифічні захворювання легень у ліквідаторів наслідків Чорнобильської катастрофи / За ред. В. П. Терещенко, В. О. Сушка.– К.: Медінформ, 2004.– 252 с.

21. Yakimenko D. M., Moroz G. Z., Tereshenko V. P., Degtiareva L. V. Gastrointestinal diseases among exposed population / Health effects of Chernobyl Accident: Monograph in 4 parts / Ed. A. Vozianov, V. Bebesko, D. Bazyka.– K.: DIA, 2003.– P. 250–266.

22. Komarenko D. I., Kadyuk E. N., Shvaiko E. A., Nosach E. V. Hepatobiliary system and pancreas / Health effects of Chernobyl Accident: Monograph in 4 parts / Ed. A. Vozianov, V. Bebesko, D. Bazyka.– K.: DIA, 2003.– P. 266–274.

23. Медико-демографічні наслідки Чорнобильської катастрофи в Україні / Під ред. проф. М. І. Омелянця.– К.: Чорнобильінтерінформ, 2004.– 208 с.

24. Степанова Є. І., Лапушенко О. В., Кондрашова В. Г., Колтаков І. Є. Наслідки Чорнобильської катастрофи для здоров'я дитячого населення України // Довкілля та здоров'я.– 2004.– № 2.– С. 59–62.

25. Степанова Е. И., Колтаков И. Е., Вдовенко В. Ю. Функциональное состояние системы дыхания детей, испытавших радиационное воздействие в результате Чернобыльской катастрофы. – К.: Чернобыльинтеринформ, 2003. – 160 с.
26. Степанова Е. И., Колтаков И. Е., Вдовенко В. Ю., Оленір О. В. Частота та особливості перебігу хронічних алергічних та рецидивуючих захворювань органів дихання у дітей, які постраждали внаслідок Чернобыльської катастрофи // Гігієна населених місць: Зб. наук. праць. – К., 2004. – Вип. 43. – С. 495–502.
27. Степанова Е. И., Мишарина Ж. А., Вдовенко В. Ю. Отдаленные цитогенетические эффекты у детей, облученных внутриутробно в результате аварии на Чернобыльской АЭС // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2002. – Т. 42. – № 6. – С. 705–709.
28. Stepanova E. I., Kondrashova V. G., Vdovenko V. Yu. et al. Health status in children, born from the exposed parents / Health effects of Chornobyl accident / Ed. A. Vozianov, V. Bebesheko, D. Bazyka. – K.: DIA, 2003. – P. 404–411.
29. Степанова Е. И., Скварская Е. А., Вдовенко В. Ю., Кондрашова В. Г. Генетические последствия Чернобыльской аварии у детей, родившихся у облученных родителей / Проблемы экологической та медичної генетики і клінічної імунології: Зб. наук. праць. – К., 2004. – Вип. 7 (60). – С. 312–320.
30. Nyagu A. I., Loganovsky K. N., Pott-Born R., Repin V. S., Nechayev S. Yu., Antipchuk Ye Yu., Bomko M. A., Yuryev K. L., Petrova I. V. Effects of prenatal brain irradiation as a result of the Chernobyl accident // Int. J. Rad. Med. Special Issue. – 2004. – V. 6 № 1–4. – P. 91–107.
31. Линчак О. В. Оцінка відносного ризику виникнення репродуктивних втрат на радіоактивно забруднених і «чистих» територіях: Автореф. дис. ... канд. біол. наук.: 14.02.01 – гігієна / Інститут гігієни та медичної екології ім. О. М. Марзеева АМН України. – К., 2004. – 20 с.
32. Линчак О. В., Єлагін В. В., Карташова С. С., Тимченко О. І. Ризик виникнення репродуктивних втрат серед населення, яке проживає на радіоактивно забрудненій території Київської області / Довкілля та здоров'я. – 2003. – № 3. – С. 36–39.
33. Линчак О. В., Єлагін В. В., Карташова С. С., Тимченко О. І. Оцінка ризику виникнення самовільного викидню до 12 тижнів гестації серед населення радіоактивно забрудненої території Київської області / Гігієна населених місць: Зб. наук. пр. / МОЗ України, АМН України, ІГМЕ. – Вип. 42. – К., 2003. – С. 404–408.
34. Горіна О. В., Линчак О. В., Кривич І. П., Тимченко О. І. Вплив радіаційного чинника на ризик самовільних викиднів у жінок, що проживають на території, забрудненій радіонуклідами під час аварії на ЧАЕС, та профілактика його дії / Гігієна населених місць: Зб. наук. пр. / МОЗ України, АМН України, ІГМЕ. – Вип. 43. – К., 2004. – С. 333–336.
35. Горіна О. В., Линчак О. В., Кривич І. П., Тимченко О. І. Репродуктивні втрати за рахунок індукованого мутагенезу і тератогенезу та можливості їх запобігання / Медичні перспективи. – 2003. – Т. VIII, № 3, ч. 1. – С. 112–116.
36. Гулько Н. В., Дубова Н. Ф., Омелянець М. І. Міграція жителів України у зв'язку з Чернобыльською катастрофою: історичний аспект // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності: Науково-технічний журнал. – 2004. – № 25. Determination of infant mortality and morbidity in the population of Ukraine affected by the CNNPP accident / Sub-project 3.3.1 on 25. Project 3 «Health effects of the Chernobyl accident» under Franco-German Initiative for Chernobyl // Research Centre for Radiation Medicine of AMS of Ukraine, Sub-Project Contractor Dr. Omelyanets. – K., 2004. – 194 p. 6. – С. 19–23.
37. Determination of infant mortality and morbidity in the population of Ukraine affected by the CNNPP accident / Sub-project 3.3.1 on Project 3 «Health effects of the Chernobyl accident» under Franco-German Initiative for Chernobyl // Research Centre for Radiation Medicine of AMS of Ukraine, Sub-Project Contractor Dr. Omelyanets. – Kiev, 2004. – 194 p.
38. Показники здоров'я та надання медичної допомоги потерпілим від наслідків аварії на Чернобыльській АЕС, 2001 рік. Ч. I. По всіх територіях: Статистичний довідник / МНС України, МОЗ України. – К., 2002. (Електронна версія).
39. Показники здоров'я та надання медичної допомоги потерпілим від наслідків аварії на Чернобыльській АЕС, 2002 рік. Ч. I. По всіх територіях: Статистичний довідник / МНС України, МОЗ України. – К., 2003. (Електронна версія).
40. Показники здоров'я та надання медичної допомоги потерпілим від наслідків аварії на Чернобыльській АЕС, 2003 рік. Ч. I. По всіх територіях: Статистичний довідник / МНС України, МОЗ України. – К., 2004. (Електронна версія).
41. Показники здоров'я та надання медичної допомоги потерпілим від наслідків аварії на Чернобыльській АЕС, 2004 рік. Ч. I. По всіх територіях: Статистичний довідник / МНС України, МОЗ України. – К., 2005. (Електронна версія).
42. Стан здоров'я потерпілого населення України та ресурси охорони здоров'я через 15 років після Чернобыльської катастрофи. Ч. I / МОЗ України, МНС України. – К.: НДВП «ТЕХМЕДЕКОЛ», 2001. – 188 с.
43. Дубовая Н. Ф., Омелянець Н. И., Гулько Н. В., Николаевская Е. Ю. Оценка демографических потерь на радиоактивно загрязненных территориях Украины в постчернобыльский период // Экологическая антропология: Ежегодник. – Минск: Белорусский комитет «Дети Чернобыля», 2005. – С. 98–101.
44. Омелянець М. І., Дубова Н. Ф., Гулько Н. В. До питання про демографічні втрати населення радіоактивно забруднених територій України // Демографія та соціальна економіка. – 2005. – № 3. – С. 38–47.
45. Региональный людський розвиток: Статистичний бюлетень / Держкомстат України. – К., 2004. – 34 с.
46. Лягинская А. М., Василенко И. Я. Актуальные проблемы сочетанного действия на щитовидную железу радиации и эндемии // Мед. радиология и рад. безопасность. – 1996. – № 4, 6. – С. 57–83.
47. Корзун В. Н., Лось І. П., Замостян П. В., Парац А. М. та ін. Еколого-гігієнічні проблеми харчування населення північних регіонів України / Гігієна населених місць. – К., 2003. – Вип. 42. – С. 542–448.
48. Stanbury J., Ermans A., Bourdoux P. Индуцированный йодом гипертиреоз: распространенность и эпидемиология // Сб. статей «Преодоление последствий дефицита йода: зарубежный опыт». – М., 1999. – С. 25–26.

Раздел 6

1. Чернобыльская катастрофа / Ред. *Барьяхтар В. Г.* – К.: Наук. думка, 1995. – 560 с.
2. *Козубов Г. М., Таскаев А. И.* Радиобиологические исследования хвойных в районе Чернобыльской катастрофы (1986–2001 гг.). – М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2002. – 272 с.
3. *Grodzinsky D. M.* Reflection of the Chernobyl Catastrophe on Plant World. Special and General Biological Aspects // *Агроекологічний журнал*, 2005, № 3. – С. 4–12.
4. *Гродзинський Д. М., Гудков І. М.* Радиобіологічні ефекти у рослин на забрудненій радіонуклідами території // *Чорнобиль. Зона відчуження.* – К.: Наук. думка, 2001. – С. 325–377.
5. *Grodzinsky D. M.* Consequences of the Chernobyl Catastrophe as a Prototype of Nuclear Terrorism. – Defense and the Environment: Effective Scientific Communication (Eds. K. Mahutova et al. Kluwer Academic Publishers, 2004. – P. 119–137.
6. *Гродзинський Д. М.* Парадигми сучасної радіобіології. «Парадигми сучасної радіобіології. Радіаційний захист персоналу об'єктів атомної енергетики» 27 вересня – 1 жовтня 2004 р. Ч. 2. Парадигми сучасної радіобіології. – Чорнобиль, 2005. – С. 1–8.
7. *Kadhim M. A., Moore S. R., Goodwin E. H.* Interrelationships amongst Radiation-Induced Genomic Instability, Bystander Effects, and the Adaptive Response // *Mutation Research*, 2004, 568. – P. 21–32.
8. *Мазурик В. К., Михайлов В. Ф.* Радиационно-индуцируемая нестабильность генома. Феномен, молекулярные механизмы, патогенетическое значение // *Радиационная биология. Радиоэкология.* – 2001. – Т. 41. – № 3. – С. 272–289.
9. *Пристер Б. С., Перепелятнікова Л. В., Кашпаров В. А., Лазарев Н. М.* Реабилитация сельскохозяйственных территорий, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС // *Вісн. аграр. науки.* – Квітень. – Спец. випуск. – 2001. – С. 69–77.
10. *Кашпаров В. А.* Оценка и прогнозирование радиоэкологической обстановки при радиационных авариях с выбросом частиц облученного ядерного топлива (на примере аварии на Чернобыльской АЭС): Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Обнинск, 2000. – С. 48.
11. *Шандала М. Г., Пристер Б. С., Волощенко О. И., Лось И. П., Новикова Н. К., Боровикова Н. М., Наговицына Л. И., Карачев И. И., Ткаченко Н. В., Зеленский А. В., Бережная Т. И.* Загрязнение почв территории УССР стронцием-90 в результате аварии на Чернобыльской АЭС: Материалы Республиканской научной конференции «Медицинские проблемы радиационной защиты». 15–17 декабря 1987 г. – К., 1987. – С. 137–141.
12. *Романенко А. Е., Лихтарев И. А., Лось И. П., Шандала М. Г., Боровикова Н. М., Новикова Н. К., Чумак В. К., Белоусова П. Б., Пристер Б. С., Ветчинин В. В., Сухомлина А. Н.* Загрязнение территории УССР радиоизотопами цезия // Ближайшие и отдаленные последствия радиационной аварии на Чернобыльской АЭС. – М., 1997. Итоги работы науч.-практ. Учрежд. Здравоохранения по ликвид. последствий аварии в 1986 году. Сб. Мат. Всес. симп. (25–26 июня 1987 г.) / Под ред. *Ильина Л. А., Булдакова Л. А.* – Ин-т биофизики. – М.: МЗ СССР. – С. 368–373.
13. *Пристер Б. С., Лоцилов Н. А., Бондарь П. Ф.* и др. Экспресс-методика оценки плотности загрязнения сельскохозяйственных угодий колхозов и совхозов радиоактивными изотопами цезия / Госкомгидромет СССР, Госагропром УССР. – М.–К., 1989. – 12 с.
14. *Пристер Б. С., Омеляненко Н. П., Перепелятнікова Л. В., Лавровский А. Б.* Ветроэрозийные процессы и особенности создания оптимальных комплексных решений охраны почв в Зоне загрязнения радионуклидами. Проблемы сельскохозяйственной радиологии // Сб. научн. трудов / Под ред. *Лоцилова Н. А.* – К., 1991. – С. 64–74.
15. Концепція ведення агропромислового виробництва на забруднених територіях та їх комплексної реабілітації на період 2000–2010 роки / Під ред. *Пристера Б. С.* – К.: Світ, 2000. – 46 с.
16. Ведення сільського господарства в умовах радіоактивного забруднення території України внаслідок аварії на Чернобыльській АЕС на період 1999–2002 рр. / Метод. рекомендації / За ред. *Б. С. Пристера.* – К.: Ярмарок, 1998. – 103 с.
17. *Пристер Б. С., Перепелятнікова Л. В., Каліненко Л. В.* та ін. Рекомендації щодо вибору напрямків і порядку проведення реабілітації виведених земель господарств Житомирської та Київської областей з метою повернення цих територій у народногосподарське використання. – К., 1998. – С. 81.
18. *Prister B. S., Barjakhtar V. G., Perelyatnikova L. V., Vynogradskaja V. D., Grytsuk N. R., and Ivanova T. N.* Experimental Substantiation of the Model Describing ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr Behavior in a Soil-Plant System. // *Environmental Science and Pollution Research. Special Issue of the International Journal.* (1) 2003. – P. 126–136.
19. *Ковган Л. Н., Лихтарев И. А.* Общее внешнее и внутреннее облучение населения Украины за 15 лет после Чернобыльской аварии и прогноз рисков // *Международный журнал радиационной медицины.* – 2002. – Т. 43, 4. – С. 79–98.
20. *Кашпаров В. А., Лазарев Н. М., Полищук С. В.* Проблемы сельскохозяйственной радиологии на современном этапе // *Агроекологічний журнал.* – № 3. – 2005. – С. 31–41.
21. Загальнодержавна паспортизація населених пунктів України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Узагальнені дані за 2001–2004 роки. Збірка 10 / За ред. *Лихтарева І. А.* – К., 2005. – С. 62.
22. *Перепелятніков Г. П., Перепелятнікова Л. В., Пристер Б. С.* Научное обоснование мелиорации радиоактивно загрязненных почв // *Вісник аграрної науки.* – Квітень, 2001. – С. 61–68.
23. *Богданов Г. О., Пристер Б. С., Стрелко В. В., Михайлов О. В., Сяський С. С.* Методология, эндоэкологическое обоснование и критерии комплексной оценки применения сорбентов при производстве молока на загрязненных радионуклидами территориях // *Биология животных.* – 2002. – Т. 4. – № 1–2. – С. 169–187 (укр.).
24. *Prister B., Alexakhin R., Firsakova S., Howard B.* Short and long term environmental assessment. Pr. of the Workshop on restoration strategies for contaminated territories resulting from the Chernobyl accident. (Comp. by L. Cecille) DG Environment of the European Commission, Brussels, Belgium. EUR 18193 en. 2000. – P. 103–114.

25. *Алексахин Р. М., Буфатин О. И., Маликов В. Г.* и др. Радиоэкология орошаемого земледелия. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 224 с.
26. *Перепелятников Г. П., Пристер Б. С.* Миграция радионуклидов в системе вода – почва – растение на угодьях, орошаемых водой реки Днепр после аварии на ЧАЭС: XV Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. – Минск, 24–29 мая 1993. – Минск: Наука і техніка, 1993. – Т. 3. – С. 32–33.
27. Радиоэкология водных объектов зоны влияния аварии на Чернобыльской АЭС (т. 2) / Под ред. *О. В. Войцеховича*. – К., 1998. – 278 с.
28. *Тихомиров Ф. А., Щеглов А. И.* Последствия радиоактивного загрязнения лесов в зоне влияния аварии на ЧАЭС // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1997. – Т. 37, вып. 4. – С. 664–672.
29. *Краснов В. П.* Радиоэкологія лісів Полісся України. – Житомир: Волинь, 1998. – 128 с.
30. *Орлов О. О., Ірклієнко С. П.* Основні закономірності міграції ^{137}Cs та розподілу його валового запасу в екосистемах лісових сфагнових боліт Полісся України // Наук. вісник Національного аграрного університету. – Вип. 20. Лісівництво. – К., 1999. – С. 60–68.
31. *Орлов А. А., Ірклієнко С. П., Калиш А. Б.* Многолетняя динамика радиоактивного загрязнения компонентов биогеоценоза сосняка чернично-зеленомошного в Украинском Полесье // Междунар. конф. «Радиоактивность при ядерных взрывах и авариях». – Труды. – Т. 2. – СПб.: Гидрометеоздат, 2000. – С. 249–254.
32. Гігієнічний норматив питомої активності радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у деревині та продукції з деревини. – Затв. наказом МОЗ України 31.10.2005 № 573. – 3 с.
33. *Balono V., Jacob P., Likharev I., Minenko V.* Pathways, levels and trends of population exposures from consumption of agricultural and semi-natural products // Proc. of the 1-st international conference (Minsk, Belarus, 18–22 March, 1996). – Luxembourg, 1996. – P. 235–251.
34. *Kovalchuk A., Krasnov V., Levitsky V., Milano F., Orlov O., Samolyuk I., Yanchuk V.* Application of the prediction of ecosystem contamination for the exposure dose calculation in post-catastrophe period // 6-th International Scientific Conference SATERRA (Mittweida, November 11–16, 2004). – Journal of the University of Applied Sciences Mittweida. – 2004. – № 7. – P. 17–20.
35. *Орлов О. О., Кондратюк С. Я.* Порівняльна оцінка ролі різних компонентів лишайникового бору у розподілі сумарної активності ^{137}Cs // Укр. ботан. журн. – 2002. – Т. 59, № 1. – С. 49–57.
36. *Орлов О. О., Ірклієнко С. П., Краснов В. П., Короткова О. З.* Закономірності накопичення ^{137}Cs дикорослими грибами та ягодами в Поліссі України // Гігієна населених місц. – Вип. 36. – Ч. I. – К., 2000. – С. 431–445.
37. *Ковальчук А. М., Краснов В. П., Левицький В. Г., Орлов О. О., Янчук В. М.* Математичне моделювання міграції ^{137}Cs у лісових екосистемах Українського Полісся // Бюлетень екологічного стану Зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 2002. – № 2 (20). – С. 59–70.

Раздел 7

1. Всесторонняя оценка рисков вследствие аварии на ЧАЭС. – К., 1998.
2. «Надзвичайна ситуація» № 1. – К., 2001. – С. 6–9.
3. «Чернобыль. Пять трудных лет». – М., 1992 г.
4. Чернобыльская катастрофа / Под ред. *В. Г. Барьяхтара*. – К.: Наук. думка, 1995.
5. International conference «One decade after Chernobyl: Summing up the Consequences of the Accident, Summary of the Conference Results, INFCIRC/510, IAEA, 1996
6. Comprehensive Risk Assessment of the Consequences of the Chernobyl Accident. URTC&USTC, К., 1998.
7. Десять років після аварії на Чорнобильській АЕС: Національна доповідь України. 1996 рік, Мінчорнобиль України, Київ, 1996.

Раздел 8

1. *Холоша В. И., Проскура Н. И., Иванов Ю. А., Казаков С. В., Архипов А. Н.* (1999) Радиационная опасность объектов Зоны отчуждения // Проблемы Чернобыля: Наук.-техн. збірник. – Вип. 5. – Мат. Міжнар. науково-практ. конф. «Укриття-98». – С. 23–34.
2. *Шестопалов В. М., Францевич Л. І., Балашов Л. С., Иванов Ю. О.* та ін. Автореабілітаційні процеси в екосистемах Чорнобильської Зони відчуження (2001) / Відп. ред. *Ю. О. Иванов, В. В. Долін*. – К. – 230 с.
3. *Гащак С. П., Заліський О. О., Бунтова О. Г., Вишневський Д. О., Котляров О. М.* (2002) Фауна хребетних тварин Чорнобильської зони України // Препринт Чорнобильського центру з проблем ядерної безпеки, радіоактивних відходів та радіоекології. – Славутич – Чорнобиль. – 76 с.
4. *Холоша В. И., Иванов Ю. А., Шестопалов В. М., Архипов А. Н.* Барьеры безопасности Чернобыльской Зоны отчуждения // Пятнадцать років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання: Мат. міжнар. конф. (Київ, 18–20 квітня 2001). – К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. – С. 44–52.
5. *Иванов Ю. О., Архипов А. М., Казаков С. В., Архипов М. П., Проскура М. И.* Проблемы миграции радионуклидов в наземных экосистемах Зоны отчуждения та зони безумовного (обов'язкового) відселення // Бюлетень екологічного стану Зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. 1999. – № 13. – С. 53–57.
6. *Ivanov Yu. A., Los I. P., Arkhipov A. N., Proskura N. I.* (2003) Conceptual and Practical Aspects of the Rehabilitation Of Chernobyl NPP Exclusion Zone. // Proc. of ICSEM '03: The 9th Intern. Conf. on Radioactive Waste Management and Environmental Remediation. September 21–25, 2003. Examination School, Oxford, England.
7. *Иванов Ю. А., Паскевич С. А.* Некоторые нерешенные радиоэкологические проблемы Зоны отчуждения ЧАЭС // Агроэкологічний журнал. – 2005. – № 3. – С. 26–31.

Раздел 9

1. *Пазухин Э. М.* Лавообразные топливосодержащие массы 4-го блока Чернобыльской АЭС: топография, физико-химические свойства, сценарий образования // Радиохимия. – 1994. – Вип. 2. – С. 97–142.
2. *Ракитская Е. М., Панов А. С.* Поведение диоксида урана в различных газовых средах // Атомная энергия. – Т. 89. – Вип. 5. – 2000 г. – С. 372–376.

3. *Боровой А. А., Пазухин Э. М., Краснов В. А.* и др. Изучение физико-химических свойств ядерно-опасных делящихся материалов объекта «Укрытие», в том числе тех, которые влияют на степень ядерной, радиационной и радиоэкологической безопасности объекта «Укрытие» // Проблемы Чернобиля.– Вып. 12, 2003.– С. 198–212.
4. *Барьяхтар В. Г., Гончар В. В., Жидков А. В., Ключников А. А.* О пылегенерирующей способности аварийного облученного топлива и лавообразных топливосодержащих материалов объекта «Укрытие» // Чернобыль, 1997.– 20 с. (Препр./НАН Украины, МНТЦ «Укрытие» 97-10).
5. *Пазухин Э. М., Боровой А. А., Рудя К. Г.* О возможности разрушения лавообразных топливосодержащих материалов 4-го блока Чернобыльской АЭС под действием внутреннего самооблучения от источников альфа-частиц // Радиохимия.– Т. 44.– Вып. 6, 2003.– С. 558–563.
6. *Жидков А. В.* Топливосодержащие материалы объекта «Укрытие» сегодня: актуальные физические свойства и возможность прогнозирования их состояния // Проблемы Чернобиля.– Вып. 7.– 2001.– С. 23–40.
7. *Жидков О. В., Гончар В. В., Маслов Д. М.* та ін. Експериментальне визначення морфології та генезису пилових часток, що генеруються поверхнею опроміненого палива та лавоподібних паливовмісних матеріалів об'єкта «Укриття» // Проблемы Чернобиля.– Вып. 14, 2004.– С. 59–64.
8. *Фролов В. В.* Аномальный инцидент 27–30 июня 1990 г. в объекте «Укрытие» Чернобыльской АЭС // Атом. энергия.– 1996.– 60, вып. 3.– С. 216–219.
9. *Боровой А. А., Ключников А. А., Краснов В. А., Щербин В. Н.* Новая редакция «Анализа текущей безопасности объекта «Укрытие» и прогнозных оценок развития ситуации». Некоторые выводы // Проблемы Чернобиля.– Вып. 9, 2002.– С. 7–15.
10. *Панасюк Н. И., Скорбун А. Д., Подберезный С. С.* и др. Подсчёт количества радионуклидов в донных осадках помещения 001/3 объекта «Укрытие» // Проблемы безпеки атомних електростанцій і Чернобиля, 2005.– Вып. 2.– С. 46–48.
11. *Криницин А. П., Корнеев А. А., Стрихарь О. Л., Щербин В. Н.* О механизме формирования жидких радиоактивных отходов в помещениях блока Б и ВСРО // Проблемы Чернобиля.– 2002.– Вып. 9.– С. 98–104.
12. *Боровой А. А., Краснов В. А., Павлюченко Н. И.* и др. Контроль неорганизованных выбросов из объекта «Укрытие» // Проблемы Чернобиля.– 2003.– Вып. 12.– С. 126–141.
13. *Давыдьков А. И., Краснов В. А., Мышковский Н. М., Павлюченко Н. И.* Экспериментальные исследования мощности экспозиционной дозы гамма-излучения в воздушном пространстве вблизи объекта «Укрытие» // Проблемы безпеки атомних електростанцій і Чернобиля. 2005.– Вып. 2.– С. 69–72.

Раздел 11

1. Національна доповідь України про безпеку поводження з відпрацьованим ядерним паливом та про безпеку поводження з радіоактивними відходами.– Київ, ДКЯР, 2003, www.sngsu.gov.ua.
2. Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами».
3. Комплексна програма поводження з радіоактивними відходами. Постанова Кабінету Міністрів України від 25.12.2002, № 2015.
4. Нормы радиационной безопасности Украины (дополнение). Радиационная защита от источников потенциального облучения (НРБУ-97/Д-2000).– Постановление Главного санитарного врача Украины от 12.07.2000 № 116.
5. Доповідь «Про стан ядерної та радіаційної безпеки в Україні у 2003 році».– ДКЯР, Київ, 2004, www.sngsu.gov.ua.
6. *Авдеев О. К., Кретины А. А., Леденев А. И.* и др. Радиоактивные отходы Украины: состояние, проблемы, решения.– К.: Издательский центр «Друк», 2003.– 400 с.
7. Всесторонняя оценка рисков вследствие аварии на ЧАЭС.– УНТЦ, отчет по проекту № 369.– К., 1998.
8. Итоговый доклад о совещании по рассмотрению причин и последствий аварии в Чернобыле: Серия изданий по безопасности № 75-INSAG-1.– МАГАТЭ.– Вена, 1988.
9. Интегрированная программа обращения с радиоактивными отходами на этапе прекращения эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему.– ЧАЭС, 2ПР-С, 2003.
10. Результаты инвентаризации мест хранения и захоронения радиоактивных отходов по состоянию на 01.01.90 // НПО «Припять», 1990.
11. *Антропов В. М., Кумшаев С. Б., Скворцов В. В., Хабрика О. И.* Уточнения даних про радіоактивні відходи, розміщені у сховищах Зони відчуження ЧАЕС. Бюлетень екологічного стану Зони відчуження та Зони безумовного (обов'язкового) відселення.– № 2 (24).– Жовтень 2004 р.
12. *Bradley D. J.* Radioactive Waste Management in the Former Soviet Union.– Columbus, Ohio, Batelle Memorial Institute, 1997.
13. *Копчинский Г. А., Литвинский Л. Л., Новоселов Г. М., Штейнберг Н. А.* Состояние и проблемы ядерной энергетики Украины (аналитический доклад).– К., 2002.
14. *Шестопалов В., Гошовський С., Луцько В., Токаревський В., Шибецький Ю.* Ізоляція високоактивних і довгоіснуючих радіоактивних відходів в Україні (правовий і технічний статус, підходи, стан вирішення, проблеми і перспективи).– Екологія довкілля та безпека життєдіяльності.– 2003.– № 4.– С. 30–35.
15. Стратегія перетворення ОУ на екологічно безпечну систему.– КМ України, 1997.– 2001.
16. Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and Their Remediation: Twenty Years of Experience.– Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group «Environment» (EGE).– August 2005.
17. Державний комітет ядерного регулювання України. Доповідна записка Кабінетові Міністрів України «Про поводження з радіоактивними відходами».– ДКЯР.– К., 2004, www.sngsu.gov.ua.
18. Водобмен в гидрогеологических структурах и Чернобыльская катастрофа / Монография под ред. *В. Шестопалова* (в 2 томах).– К., 2001.
19. *Шестопалов В. М.* Деякі результати рекогносцирувальних робіт у чорнобильській зоні відчуження

з оцінки можливості ізоляції радіоактивних відходів у сховищах геологічного типу: Бюлетень екологічного стану Зони відчуження та Зони безумовного (обов'язкового) відселення. – № 1 (23), квітень 2004. – С. 33–35.

20. Собо́тович Э. В., Дробин Г. Ф., Рима́рчук Б. И., Прили́пенко В. Д., Скворцо́в В. В., Сниса́ренко В. И., Ку́нец Г. О., Бухаре́в В. П. Возможности использования горных технологий для захоронения долгосуществующих радиоактивных отходов чернобыльского происхождения / Збірник наукових праць. – К., 2001. – Вип. 3/4. – С. 82–91.

21. Nirex Report N/108. A Review of the Deep Borehole Disposal Concept for Radioactive Waste. – United Kingdom, Nirex Limited, 2004.

22. Бондаренко О. О., Дрозд І. П., Лобач Г. О., Токаревський В. В., Шибецький Ю. О. Сучасні проблеми поводження з радіоактивними відходами в Зоні відчуження. – Бюлетень екологічного стану Зони відчуження та Зони безумовного (обов'язкового) відселення. – № 1 (23), квітень 2004. – С. 36–40.

Раздел 12

1. Перелік найважливіших рішень Уряду Української РСР по усуненню наслідків аварії на Чорнобильській АЕС за 1986–1990 рр. – К.: Б. і., 1990. – 357 с.

2. Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87 и Основные санитарные правила работы ОСП-72/87. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 60 с.

3. Гуськова А. К., Кирюшкин В. И., Косенко М. М. и др. Руководство по организации медицинского обслуживания лиц, подвергшихся действию ионизирующего излучения / Под ред. Л. А. Ильина. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 190 с.

4. Гуськова А. К., Кирюшкин В. И., Косенко М. М. и др. Руководство по организации медицинского обслуживания лиц, подвергшихся действию ионизирующего излучения / Под ред. Л. А. Ильина. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 180 с.

5. Гуськова А. К., Барабанова А. В., Друтман Р. Д., Моисеев А. А. Руководство по организации медицинского обслуживания лиц, подвергшихся действию ионизирующего излучения. – М.: Б. и., 1986. – 109 с.

6. Сборник нормативных документов по организации медицинской помощи при радиационных авариях. – М.: Минздрав СССР, уч.-метод. каб. – 1986. – 148 с.

7. Маковська Н. В., Парфененко М. Д., Шаталіна Є. П. Чорнобильська трагедія. Документи і матеріали / Упоряд.: Н. П. Барановська (голов. упоряд.). – К.: Наук. думка, 1996. – 783 с.

8. О единой программе по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС и ситуации, связанной с этой аварией / Постановление Верховного Совета СССР от 25.04.90 г. – Известия. – 1990. – 28 апреля.

9. О политической оценке катастрофы на Чернобыльской АЭС и хода работ ликвидации ее последствий / Резолюция XXVIII съезда КПСС. – Правда Украины. – 1990. – 15 июля.

10. О неотложных мерах по защите граждан Украины от последствий Чернобыльской катастрофы / Постановление Верховного Совета УССР от 1.08.90 г. – Правда Украины. – 1990. – 7 августа.

11. Відомості Верховної Ради УРСР. – 1990. – № 25. – С. 393.

12. Расселение населения, обеспечение рациональной занятости трудовых ресурсов и эффективное использование производственного потенциала Зоны радиоактивного загрязнения Чернобыльской АЭС Украинской ССР: Научный доклад / Отв. ред. С. И. Дорогунинов. – К.: СОПС УССР АН УССР, 1991. – 118 с.

13. Відомості Верховної Ради УРСР. 1991. – № 9. – Ст. 75.

14. Відомості Верховної Ради УРСР. 1991. – № 16. – Ст. 200.

15. Відомості Верховної Ради УРСР. 1991. – № 16. – Ст. 198.

16. Яценко В. М., Борисюк М. М., Омелянець С. М. Правові основи радіаційної безпеки і протирадіаційного захисту населення та їх законодавче забезпечення в Україні / Чорнобиль–96. «Итоги: 10 лет работы по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС // Сб. тез. пятой Межд. научн.-техн. конф. – 1996. Зеленый Мыс. – С. 6–7.

17. Відомості Верховної Ради України. – 1997. – № 36. – Ст. 229.

18. Відомості Верховної Ради України. – 2000. – № 13. – Ст. 100.

19. Відомості Верховної Ради України. – 1996. – № 35. – Ст. 162.

20. Голос України. – 2001. – 12 травня. – № 82.

21. Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 23. – Ст. 268.

22. Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 38. – С. 1491. – Ст. 480.

23. Соціальний, медичний та протирадіаційний захист постраждалих в Україні внаслідок Чорнобильської катастрофи // Збірник законодавчих актів та нормативних документів. 1991–2000 роки. Вид. друге, доп. і доопр. / За заг. ред. В. Дурдинця, Ю. Самійленка, В. Яценка, В. Яворівського. – К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. – С. 308–353.

24. Відомості Верховної Ради України. 1994. – № 27. – Ст. 218.

25. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97); Державні гігієнічні нормативи. – К.: Відділ поліграфії Українського центру Держсанепіднагляду МОЗ України, 1997. – 121 с.

26. Постчорнобильський соціум: 15 років по аварії. – К.: Ін-т соціології НАНУ, 2000. – 563 с.

27. Відомості Верховної Ради України. 2004. – № 12. – Ст. 161.

28. Загальнодозиметрична паспортизація населених пунктів України, які зазнали забруднення після Чорнобильської аварії (Збірка 10). – К.: МНС України, НОРМ України, ІРЗ АТН України, 2005. – 57 с.

29. Десять лет после аварии на Чернобыльской АЭС. Национальный доклад Украины. 1996 г. Минчернобыль Украины. – К., 1996. – 213 с.

30. 15 років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання. Національна доповідь України. – К., 2001. – 144 с.

31. Інформаційно-довідкові матеріали про стан виконання законодавства щодо комплексного вирішення питань подолання наслідків Чорнобильської катастрофи, підготовлені МНС України до Парламентських слухань... 2005 р., МНС України, 2005.

32. Концепція проживання населення на територіях Української РСР з підвищеними рівнями радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи. Затверджена Постановою Верховної Ради Української РСР від 27.02.91 № 791.– Відомості Верховної Ради УРСР від 16.04.199.– 1991.– № 16.– С. 197.

33. Ретроспективно-прогнозні дози опромінення населення та загальнодозиметрична паспортизація 1997 р. населених пунктів України, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської аварії. Узагальнені дані за 1986–1997 рр. (Збірка 7). МНС України, НЦРМ АМН України, ІРЗ АТН України.– К., 1998.– 155 с.

34. Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання» / Офіційний вісник України.– 1998.– № 6.– С. 55.

35. Закон України «Про віднесення деяких населених пунктів Волинської та Рівненської областей до зони гарантованого добровільного відселення» / Відомості Верховної Ради України.– 2004.– № 12.– Ст. 161.

36. Загальнодозиметрична паспортизація населених пунктів України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. (Збірка 6).– К.: Міністерство охорони здоров'я України, Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, НЦРМ АМН України, 1997.– 103 с.

37. Загальнодозиметрична паспортизація населених пунктів України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Узагальнені дані за 1998 та 1999 рр. (Збірка 8).– К.: МНС України, НЦРМ України, ІРЗ АТН України, 2000.– 58 с.

38. Загальнодозиметрична паспортизація населених пунктів України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Узагальнені дані за 1998, 1999 та 2000 роки (Збірка 9).– К.: МНС України, НЦРМ України, ІРЗ АТН України, 2001.– 59 с.

39. Закон України «Про податок з доходів фізичних осіб» / Відомості Верховної Ради України.– 2003.– № 37.– Ст. 308.

Раздел 13

1. Ядерне законодавство: Збірник нормативно-правових актів.– К.: Ін Юре.– 1998.– С. 540.

2. Международный Чернобыльский проект. Технический доклад: Оценка радиологических последствий и защитных мер. Доклад международного консультативного комитета. ISBN 92-0-400192.– Vienna. 1992.

3. Чорнобильська катастрофа: Монографія.– К.: Наук. думка, 1995.– С. 120.

4. Научные и технические аспекты международного сотрудничества в Чернобыле: Сборник научных статей и докладов.– Славутич: Укратомиздат, 1999.– С. 36.

5. Совместные чернобыльские научно-исследовательские проекты: Цели, задачи, научные и прикладные результаты. Укр. Бюро Международных Проектов.– К., 1997.– С. 111.

6. The radiological consequences of the Chernobyl accident. Ed. A. Karaoglou, G. Desmet, G. N. Kelly and H. G. Menzel. EUR 16544 EN. ISBN 92-827-5248-8. Luxemburg. 1996.– P. 1192.

7. 15 років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання. Національна доповідь України.– К.: Чорнобильінтерінформ, 2001.– С. 142.

8. Матеріали міжнародної конференції «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання».– К., 2001.

СОДЕРЖАНИЕ

ИСТОРИОГРАФИЯ СОБЫТИЙ	6
1. ЧЕРНОБЫЛЬСКАЯ КАТАСТРОФА В УКРАИНЕ	6
ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ	11
2. РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	11
2.1. Радиоактивное загрязнение окружающей среды в доаварийный период	11
2.2. Характеристика радиоактивного загрязнения окружающей среды вследствие Чернобыльской катастрофы	13
2.2.1. Источник выброса радионуклидов	13
2.2.2. Физические и химические формы выброшенных веществ, «горячие частицы» ...	13
2.2.3. Особенности формирования радиоактивного загрязнения окружающей среды ...	15
2.2.4. Радиоактивное загрязнение водных систем	22
2.3. Радиационный мониторинг	30
2.3.1. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения	30
2.3.2. Радиоактивное загрязнение приземного слоя атмосферы	30
2.3.3. Радиоактивное загрязнение атмосферных выпадений	31
2.3.4. Подготовка кадров для системы радиационного мониторинга	31
3. ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ УКРАИНЫ ВСЛЕДСТВИЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ	33
3.1. Дозы облучения участников ЛПА	33
3.1.1. Состояние информации о дозах облучения участников ЛПА	33
3.1.2. Ретроспективная реконструкция и верификация индивидуальных доз участников ЛПА	35
3.1.3. Облучение хрусталика глаза	37
3.2. Дозы облучения эвакуированных	37
3.2.1. Дозы внешнего облучения лиц, эвакуированных из населенных пунктов 30-км зоны	37
3.2.2. Дозы внутреннего облучения	38
3.2.3. Дозы на маршруте эвакуации	38
3.3. Дозы облучения населения радиоактивно загрязненных территорий	39
3.3.1. Дозы внешнего облучения населения радиоактивно загрязненных территорий ...	39
3.3.2. Средние и коллективные дозы внутреннего облучения населения Киевской, Житомирской и Ровенской областей за счет потребления загрязненных радиоцезием продуктов питания	40
3.3.3. Эффективные дозы облучения жителей районов общедозиметрической паспортизации	41
3.3.4. Средние суммарные и коллективные эффективные дозы облучения всего населения Украины, накопленные на протяжении 1986–2005 гг.	47
3.3.5. Поглощенные дозы облучения щитовидной железы населения Украины от радиойода аварийного происхождения	48
3.4. Облучение населения загрязненных территорий источниками неаварийного происхождения	52
4. СОЦИАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА ПО ПРЕОДОЛЕНИЮ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ	53
4.1. Социальные последствия Чернобыльской катастрофы с позиций 20-летнего периода	53
4.2. Система социальной защиты и обслуживания пострадавшего населения	55
4.3. Сохранение культурного наследия Чернобыльской зоны	59
4.4. Деятельность Центров социально-психологической реабилитации и информирования пострадавшего населения	60
4.5. Развитие социального партнерства для возрождения жизнедеятельности на пострадавших территориях: Программы ПРООН	61
4.6. Основные проблемы дальнейшего социального развития пострадавших сообществ и территорий	62
4.6.1. Социальные проблемы работников ЧАЭС и жителей города Славутич	62
4.6.2. Изменение поселенческой структуры в загрязненных регионах	64

4.6.3. Роль местных общин в преодолении последствий аварии на ЧАЭС	65
4.6.4. Сценарии активизации жизненных позиций пострадавших: развитие и безопасность	66
4.6.5. Динамика социально-психологического состояния пострадавших	66
Выводы и предложения	69
5. МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ	70
5.1. Состояние здоровья населения	70
5.1.1. Факторы возможного отрицательного влияния на здоровье человека в случае радиационной аварии	70
5.1.2. Функционирование реестров пострадавших	70
5.1.3. Стохастические эффекты	71
5.1.4. Детерминированные эффекты	74
5.2. Медико-демографические последствия Чернобыльской катастрофы	85
5.3. Стратегия медицинской защиты населения	89
6. ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ	92
6.1. Отдаленные радиобиологические последствия воздействия ионизирующего излучения на биоту	93
6.2. Сельскохозяйственные аспекты реабилитации радиоактивно загрязненных территорий и радиационной защиты населения	95
6.2.1. Уровни загрязнения почв	96
6.2.2. Научное сопровождение	97
6.2.3. Динамика включения радионуклидов в пищевые цепи	98
6.2.4. Контрмеры, направленные на улучшение радиационной обстановки	100
6.3. Миграция радионуклидов чернобыльского выброса на орошаемых землях	104
6.4. Ведение лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения	108
Выводы	111
7. ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ЭКОНОМИКИ УКРАИНЫ, СВЯЗАННЫХ С ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЕЙ, И ФИНАНСИРОВАНИЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКИХ ПРОГРАММ	113
7.1. Оценка потерь, связанных с Чернобыльской катастрофой, для экономики СССР	113
7.2. Оценка суммарных экономических потерь Украины	114
7.2.1. Прямой ущерб. Прямые затраты и косвенные убытки, включая дополнительный ущерб от досрочного выведения ЧАЭС из эксплуатации. Оценка прямого ущерба	114
7.2.2. Оценка прямых затрат	115
7.2.3. Анализ косвенного ущерба. Убытки от неиспользования загрязненных сельхозугодий, водных и лесных ресурсов	117
7.2.4. Ущерб от сокращения производства электроэнергии и связанного с этим производства товаров и услуг, а также другие косвенные потери	117
7.2.5. Оценка суммарных экономических потерь Украины	118
7.3. Эффективность реализованных контрмер	119
Выводы и предложения	120
8. ЗОНА ОТЧУЖДЕНИЯ И ЗОНА БЕЗУСЛОВНОГО (ОБЯЗАТЕЛЬНОГО) ОТСЕЛЕНИЯ	122
8.1. Радиологическое состояние Зоны	122
8.2. Направления использования территории Зоны и обязательные мероприятия	134
Выводы	135
9. ОБЪЕКТ «УКРЫТИЕ»	137
9.1. Ядерно-опасные материалы внутри объекта «Укрытие» (интегральные оценки)	137
9.1.1. Топливосодержащие материалы (ТСМ), находящиеся в помещениях ОУ в настоящее время	137
9.1.2. Контроль ядерной безопасности	139
9.2. Топливо на промплощадке объекта «Укрытие»	140
9.3. Вода, находящаяся в помещениях объекта «Укрытие»	140
9.4. Радиоактивные аэрозоли объекта «Укрытие»	141
9.5. Контроль загрязнения и уровней грунтовых вод	142
9.6. Радиационные параметры объекта «Укрытие»	143
9.6.1. Общая характеристика радиационного состояния помещений ОУ	143
9.6.2. Радиационная обстановка на кровлях ОУ	143
9.6.3. Радиационная обстановка на промплощадке	143
9.7. Состояние строительных конструкций	145

9.8. Стратегия преобразования ОУ в экологически безопасную систему и план осуществления мероприятий на ОУ	146
9.9. Стабилизация строительных конструкций	147
9.10. Создание Нового безопасного конфайнмента (НБК)	148
9.10.1. Цель создания и функции	148
9.10.2. Конструктивные решения НБК	149
9.10.3. Системы НБК	150
9.10.4. Сооружение НБК	150
9.10.5. Обращение с РАО	151
9.10.6. Обеспечение ядерной безопасности	152
9.10.7. Обеспечение радиационной безопасности	152
9.10.8. Оценка воздействий на окружающую среду	153
9.10.9. Нерешенные проблемы	153
9.11. Состояние реализации ПОМ на ОУ	154
Заключение	156
10. ЧАЭС: ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ СНЯТИЯ С ЭКСПЛУАТАЦИИ	157
10.1. Перспективы решения проблемы	157
10.1.1. Подготовка к снятию и снятие ЧАЭС с эксплуатации	157
10.1.2. Преобразование объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему	162
10.2. Создание инфраструктуры для долгосрочного безопасного хранения отработанного ядерного топлива ЧАЭС	164
10.2.1. Общая характеристика отработанного ядерного топлива ЧАЭС	164
10.2.2. Состояние дел по строительству нового хранилища отработанного ядерного топлива ХОЯТ-2	164
10.2.3. Мероприятия по обращению с отработанным ядерным топливом ЧАЭС на период до 2010 года	166
11. ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ	168
11.1. Чернобыльская составляющая в общей системе обращения с РАО	168
11.1.1. Основные принципы государственной политики и направления деятельности в сфере обращения с РАО	168
11.1.2. РАО чернобыльского происхождения	169
11.1.3. Распределение РАО по возможности захоронения	170
11.1.4. Существующая практика обращения с РАО в Украине	171
11.1.5. Современные проблемы, сопровождающие деятельность по обращению с РАО	172
11.1.6. Влияние существующего состояния обращения с РАО на украинское общество	176
11.2. Стратегия обращения с РАО	176
11.2.1. Основные подходы к разработке общегосударственной стратегии обращения с РАО	176
11.2.2. Пути решения проблемы изоляции высокоактивных долгоживущих РАО	177
11.2.3. Основные мероприятия по захоронению РАО чернобыльского происхождения	178
Выводы	180
12. ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ В СФЕРЕ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ И ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	181
12.1. Государственное управление в сфере ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы и правовое обеспечение	181
Выводы	189
12.2. К вопросу об оценке эффективности чернобыльского законодательства	190
13. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО	195
14. ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА. ЧЕРНОБЫЛЬСКИЙ ОПЫТ	202
14.1. Влияние Чернобыльской катастрофы на развитие мировой ядерной энергетики	202
14.2. Развитие ядерной энергетики	204
14.3. Ядерная и радиационная безопасность	211
15. УРОКИ ЧЕРНОБЫЛЯ. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, НАПРАВЛЕНИЯ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ	213
ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК	218

Д22 20 років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє: Національна доповідь України (рос. мовою). – К.: Атіка, 2006. – 232 с.

**20 лет Чернобыльской катастрофы.
Взгляд в будущее**
Национальный доклад Украины
(на русском языке)

**20 років Чорнобильської катастрофи.
Погляд у майбутнє**
Національна доповідь України
(російською мовою)

Головний редактор	<i>Гайдук Н. М.</i>
Редактори:	<i>Радванська Н. О., Романенко О. М.</i>
Художнє оформлення	<i>Молодід Л. В.</i>
Коректор	<i>Сікорська Л. Л.</i>
Комп'ютерна верстка	<i>Швецький Б. О.</i>

Підписано до друку 28.ІІІ 2006 р. Формат 60×84/8. Папір офсетний. Гарнітура Петербург. Друк офсетний.
Умовн. друк. арк. 26,97. Тираж 500 пр. Зам. № 6-28.

Оригінал-макет виготовлений ТОВ «Атіка»,
04060, Київ-60, вул. М. Берлінського, 9.

Свідоцтво про видавничу діяльність і розповсюдження видавничої продукції:
Серія ДК № 216 від 11.X 2000 р., видане Державним комітетом інформаційної політики, телебачення
та радіомовлення України.

Надруковано ТОВ ВПФ «МЕГА»,
01004, м. Київ-4, вул. Толстого, 5А/57