

**Министерство по чрезвычайным ситуациям Украины**

**Всеукраинский научно-исследовательский институт  
гражданской защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций  
техногенного и природного характера**

**«ДВАДЦАТЬ ПЯТЬ ЛЕТ  
ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ.  
БЕЗОПАСНОСТЬ БУДУЩЕГО»**

**Национальный доклад Украины**

**Киев  
видавництво  
КиМ  
2011**

*Для подготовки Национального доклада использованы материалы предоставленные:*  
*Министерством по чрезвычайным ситуациям Украины*  
*Министерством энергетики и угольной промышленности Украины*  
*Министерством охраны здоровья Украины*  
*Государственной инспекцией по ядерному регулированию Украины*  
*Комитетом Верховного Совета Украины по вопросам экологической политики, природопользования*  
*и ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы*  
*Национальной академией наук Украины*  
*Национальной академией медицинских наук Украины*  
*Национальной академией аграрных наук Украины*  
*Национальной комиссией по радиационной защите населения Украины*

**Материалы, вошедшие в доклад, подготовили:**

Абраменко И.В. (3.3.3); Базыка Д.А. (3.3; 7.5.1); Баклан В.А. (8.2); Балашов Л.С. (2.1.3); Баханова Е.В. (3.1.1); Бебешко В.Г. (3); Белоусова Л.П. (7.3.2); Белый Д.А. (3.3.1); Богданова Т.И. (3.2.4); Бондаренко Г.Н. (2.1.3); Борисюк М.Н. (7; 8); Бойок Л.Т. (7.2.4); Бузунов В.А. (3.2); Василенко В.В. (3.1.3); Вдовенко В.Ю. (3.2.3); Виноградская В.Д. (2.2.3); Вознюк В.М. (7.2.1.); Войцехович О.В. (2.1.1; 2.2.2); Войчулене Ю.С. (3.2.1); Галкина С.Г. (3.3.1); Гаргер Е.К. (2.1.1); Гирий В.А. (2.1.1); Глыгало В.Н. (7.4); Грамоткин И.И. (5); Григораш О.В. (7.3.4); Гродзинский Д.М. (2.2.1); Гудзенко Н.А. (3.2.1); Гудков И.Н. (7.2.4); Давыдов Н.Н. (2.2.4); Давыдчук С.В. (2.1.1); Долин В.В. (2.1.3, 2.2.1); Дутов А.И. (2.1.2; 7.2.1); Дягиль И.С. (3.3.1); Евдин А.Н. (8.3); Жданова Н.Н. (2.1.3); Зайвенко В.В. (7.2.5); Иванова В.Э. (8.2; 8.3); Иванов Ю.А. (2.1.3); Илык А.А. (5); Ищенко А.В. (4.2; 7.2.2; 7.5.1); Йошенко В.И. (2.2.1); Калинин Л.В. (7.2.2); Канивец В.В. (2.1.1); Кашпаров В.А. (2.1.3; 2.2; 2.3); Килочицкая Т.П. (7.3.4); Киреев С.И. (2.1.1; 2.1.2); Кимаковская Н.А. (2.2.1); Ключников А.А. (1; 5; 5.1); Коваленко А.Н. (3.2.4; 3.3.1); Ковалюх Н.Н. (2.1.3); Ковган Л.М. (3.1.3); Колимасов И.Н. (2.1.1); Колтунов Б.Г. (6.1); Кондратюк С.Я. (2.1.3); Коноплицкая Т.А. (4.4.1); Корчагин П.А. (6); Косолец А.А. (2.1.1); Кочкин К.А. (7.3.1); Кравец В.А. (7.3.2); Кравченко Е.С. (4.3); Красникова Л.И. (3.2.1); Краснов В.А. (1; 5.1); Краснов В.П. (2.2.4); Кутлахмедов Ю.А. (2.1.4); Кучма Н.Д. (7.2.1); Кушка В.М. (7.3.3); Лазарев Н.М. (2.2.3); Ландин В.П. (2.1.2; 2.2.4; 7.2.1); Лаптев Г.В. (2.1.1); Лихтарев И.А. (3.1); Логановский К.Н. (3.4.1); Лось И.П. (6.2); Масюк С.В. (3.1.3); Матвиенко А.П. (4.2); Медун В.Д. (7.3.2); Мышковская А.А. (7.2.2); Можар А.А. (7.2.1); Молчанов М.В. (8.3.3); Насвит О.И. (7.1); Нечаев С.Ю. (5.1.5); Николаева Г.Н. (6.2); Ольховик Ю.А. (7.3.2); Омелянец Н.И. (4.4); Омелянец С.Н. (1.4; 4.4; 7); Омеляшко Р.А. (7.5.3); Орлов А.А. (2.2.4); Перепелятников Г.П. (2.2.3; 2.3; 8.3); Перепелятникова Л.В. (7.5); Полякова И.А. (6.3); Попова Э.И. (7.3.1); Поляков В.А. (8; 8.1); Пристер Б.С. (2); Прикащикова К.Е. (3.2.2); Присяжнюк А.Е. (3.2.5); Пушкарев А.В. (2.1.3); Рыбакова Э.А. (7.5); Рыбчук А.Н. (7.3.2); Романенко А.Е. (3.2.5); Рудько В.М. (1; 5.1); Савушик Н.П. (2.2.4); Саенко Ю.И. (4); Саркисова Э.А. (3.4.4); Сейда В.А. (1; 5.2); Скакун В.А. (7.5); Скворцов В.В. (6.1); Скрипкин В.В. (2.1.3); Соботович Э.В. (2.1.3; 6); Сова С.И. (7.2.3); Степанова Е.И. (3.2.3); Сушко В.А. (3.4.3; 5.1.5); Сушко Т.В. (7.3.4); Талько В.В. (3.3.3); Табачный Л.Я. (2.1; 7.2.1); Ткаченко Н.В. (7.2.1); Токаревский В.В. (6.2; 6.3); Тронько Н.Д. (3.2.4); Уяздовская О.В. (7.2.5); Федирко П.А. (3.3.2); Ходоровская Н.В. (4.2; 4.4.1); Холоша В.И. (1; 4.1; 5; 7); Цуприков В.А. (3.2.1); Чабанюк В.С. (2.1.1); Чепурной Н.И. (3.1.3); Чумак А.А. (3; 7.5.1); Чумак В.В. (3.1.1, 3.1.2); Чуприна С.В. (8.3.2); Швайко Л.И. (3.4.3); Шваля С.М. (3; 7.2.4); Шевченко А.Л. (2.1.3); Шестопапов В.М. (2.1.1; 2.1.3; 2.2.2; 6); Шибецкий Ю.А. (6.2); Шмидт Л.Б. (7.3.1; 7.3.3); Штейнберг Н.А. (1.1); Щербин В.Н. (1; 5; 5.1); Янович Л.А. (3.4.1).

**Окончательная редакция доклада проведена редколлегией в составе:**

Балога В.И. (главный редактор), Холоша В.И. (заместитель главного редактора), Евдин А.Н. (заместитель главного редактора), Перепелятников Г.П. (ответственный секретарь); Борисюк М.Н., Ищенко А.В., Макаровская О.А., Омелянец С.Н., Сердюк А.М., Сова С.И., Табачный Л.Я., Токаревский В.В., Халимон Г.В., Шестопапов В.М..

**Редакционно-техническая группа:** Перепелятникова Л.В., Блажчук К.В., Буковская В.С., Иванова Т.Н., Ильина Н.Е., Калинин Л.В., Каштан Г.Н., Кимаковская Н.А., Руденская Г.А.

**Организация-исполнитель:** Всеукраинский научно-исследовательский институт гражданской защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера МЧС Украины

Д22 **Двадцать пять лет Чернобыльской катастрофы. Безопасность будущего.** – К.: КІМ, 2011. – 368 с.  
ISBN 978-966-1547-63-5

Национальный доклад подводит итоги работ по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы за 25 лет, а также содержит рекомендации и выводы, касающиеся безопасности ядерной энергетики на будущее.

Ответственность за изложение и достоверность материалов несут авторы разделов

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |     |
|--|-----|
| <b>1. ЧЕРНОБЫЛЬСКАЯ КАТАСТРОФА.<br/>ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПЕРВООЧЕРЕДНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ<br/>ПО МИНИМИЗАЦИИ ЕЁ ПОСЛЕДСТВИЙ</b> .....   | 13  |
| 1.1. Причины и масштабы аварии на ЧАЭС .....   | 13  |
| 1.2. Мероприятия по ограничению выбросов радиоактивных веществ<br>в окружающую среду .....   | 21  |
| 1.3. Действия по защите населения .....  | 23  |
| 1.4. Создание государственной системы управления<br>по преодолению последствий Чернобыльской катастрофы .....  | 28  |
| 1.5. Строительство объекта «Укрытие» .....   | 35  |
| <b>2. РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ.<br/>ДИНАМИКА РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НАЗЕМНЫХ<br/>ЭКОСИСТЕМ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ</b> .....              | 40  |
| 2.1. Общая характеристика радиоактивного загрязнения атмосферы,<br>почвы, поверхностных и подземных вод .....  | 40  |
| 2.1.1. Масштабы и характеристика загрязнения территории<br>радионуклидами чернобыльских выпадений .....  | 40  |
| 2.1.2. Система радиационного мониторинга окружающей среды .....  | 57  |
| 2.1.3. Восстановление экосистем в условиях радиоактивного загрязнения .....  | 62  |
| 2.1.4. Проблема экологического нормирования .....  | 69  |
| 2.2. Формирование радиационной обстановки и ведение хозяйства на территории,<br>загрязненной вследствие аварии на ЧАЭС .....                                     | 72  |
| 2.2.1. Радиобиологические эффекты влияния<br>ионизирующего излучения на биоту .....  | 72  |
| 2.2.2. Решение проблем водообеспечения населенных пунктов .....  | 78  |
| 2.2.3. Ведение сельского хозяйства на радиоактивно загрязненных территориях .....  | 79  |
| 2.2.4. Решение радиэкологических проблем в лесном хозяйстве .....  | 96  |
| 2.3. Основные задачи и перспективы развития хозяйства<br>на радиоактивно загрязненных территориях .....  | 103 |
| <b>3. РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕДИЦИНСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ<br/>ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ</b> .....   | 105 |
| 3.1. Дозы облучения .....  | 105 |
| 3.1.1. Дозы облучения участников ликвидации последствий аварии.<br>Ретроспективная реконструкция доз облучения участников<br>ликвидации последствий аварии ..... | 106 |
| 3.1.2. Дозиметрия эвакуантов .....   | 115 |
| 3.1.3. Дозы облучения населения .....  | 124 |
| 3.2. Состояние здоровья населения и стратегия его сохранения<br>в отдаленный послеварийный период .....  | 133 |

|  |     |
|--|-----|
| 3.2.1. Состояние здоровья участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС .....                                    | 134 |
| 3.2.2. Состояние здоровья эвакуированных в детском возрасте на момент аварии .....   | 143 |
| 3.2.3. Медицинские последствия Чернобыльской катастрофы для различных контингентов пострадавшего детского населения .....        | 145 |
| 3.2.4. Заболевания щитовидной железы.....  | 154 |
| 3.2.5. Эпидемиологические исследования состояния здоровья населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях ..... | 161 |
| 3.3. Ранние и отдаленные эффекты, связанные с действием облучения.....   | 174 |
| 3.3.1. Острая лучевая болезнь .....  | 174 |
| 3.3.2. Радиационные катаракты и другая патология глаза .....   | 180 |
| 3.3.3. Иммунологические эффекты.....   | 181 |
| 3.4. Влияние комплекса факторов Чернобыльской катастрофы на здоровье населения .....   | 184 |
| 3.4.1. Нейропсихические эффекты.....   | 184 |
| 3.4.2. Сердечно-сосудистые заболевания.....  | 192 |
| 3.4.3. Бронхолегочная патология .....  | 193 |
| 3.4.4. Патология желудочно-кишечного тракта .....  | 193 |
| 3.4.5. Гематологические эффекты.....   | 196 |

|   |            |
|---|------------|
| <b>4. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ: ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И СОВРЕМЕННЫЕ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНЫХ ПУТЕЙ РАЗВИТИЯ ПОСТРАДАВШИХ ТЕРРИТОРИЙ .....</b> | <b>198</b> |
| 4.1. Оценка экономических расходов и потерь, связанных с Чернобыльской катастрофой.....   | 198        |
| 4.1.1. Оценка потерь экономики СССР, связанных с Чернобыльской катастрофой .....  | 198        |
| 4.1.2. Оценка суммарных экономических потерь Украины.....   | 199        |
| 4.2. Основные социально-экономические и социально-психологические проблемы на радиоактивно загрязненных территориях сегодня.....  | 202        |
| 4.2.1. Страхи и уровень здоровья.....   | 203        |
| 4.2.2. Состояние пострадавших – согласно опросам 1992 года .....  | 203        |
| 4.2.3. Восемь с половиной лет после аварии .....  | 204        |
| 4.2.4. Десять лет после аварии на ЧАЭС.....   | 206        |
| 4.2.5. Двадцать лет после ЧК .....  | 206        |
| 4.2.6. Результаты социологического исследования 2007 г. ....  | 208        |
| 4.2.7. Социально-психологическая реабилитация граждан, которые пострадали в результате Чернобыльской катастрофы .....   | 208        |
| 4.2.8. Социальные уроки Чернобыля.....  | 209        |
| 4.2.9. Ядерная энергетика Украины: отношение украинской общественности .....  | 211        |
| 4.3. Анализ динамики демографических и социально-психологических изменений в обществе, вызванные последствиями Чернобыльской катастрофы, пути преодоления их негативных проявлений .....          | 212        |
| 4.3.1. Демографические изменения в стране и на радиоактивно загрязненных территориях .....  | 213        |
| 4.3.2. Пути преодоления негативных проявлений демографических и социально психологических изменений в обществе, вызванных последствиями Чернобыльской катастрофы .....                            | 216        |



|   |            |
|---|------------|
| 4.4. Восприятие ядерных и радиационных рисков населением Украины и внедрение способов их снижения в практику жизни .....                            | 216        |
| 4.5. Реализация в Украине рекомендаций Чернобыльского форума ООН: внедрение проектов по возрождению и развитию пострадавших территорий и общин..... | 219        |
| <b>5. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ОБЪЕКТА «УКРЫТИЕ» В ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНУЮ СИСТЕМУ И СНЯТИЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС С ЭКСПЛУАТАЦИИ .....</b>                        | <b>221</b> |
| 5.1. Стратегия преобразования объекта «Укрытие» .....   | 221        |
| 5.1.1. Современное состояние ядерной и радиационной безопасности объекта «Укрытие» .....  | 221        |
| 5.1.2. Стабилизация строительных конструкций .....  | 232        |
| 5.1.3. Создание нового безопасного конфайнмента.....  | 236        |
| 5.1.4. Стратегия дальнейшего преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему .....   | 242        |
| 5.1.5. Медико-биологический и биофизический контроль за безопасностью выполнения работ по преобразованию объекта «Укрытие».....                     | 244        |
| 5.2. ЧАЭС: Основные аспекты снятия с эксплуатации.....  | 248        |
| 5.2.1. Современное состояние энергоблоков ЧАЭС .....  | 248        |
| 5.2.2. Стратегия снятия с эксплуатации ЧАЭС .....   | 251        |
| 5.2.3. Развитие инфраструктуры обращения с РАО .....  | 254        |
| 5.2.4. Промежуточное хранилище отработанного ядерного топлива «сухого типа» (ХОЯТ-2) .....  | 258        |
| 5.3. Международное сотрудничество по вопросам преобразования объекта «Укрытие» и снятия ЧАЭС с эксплуатации .....                                   | 259        |
| <b>6. ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ, ОБРАЗОВАВШИМИСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ .....</b>  | <b>263</b> |
| 6.1. РАО Чернобыльской аварии: история обращения, виды и объемы РАО, современное состояние дел, проблемы и планы дальнейших действий.....           | 263        |
| 6.2. Создание системы локализации, хранения и захоронения РАО, образовавшихся в результате Чернобыльской катастрофы .....                           | 265        |
| 6.3. Создание инфраструктуры для длительного хранения и захоронения РАО, образовавшихся в результате Чернобыльской катастрофы .....                 | 270        |
| <b>7. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА УКРАИНЫ В СФЕРЕ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ .....</b>   | <b>274</b> |
| 7.1. Анализ нормативно-правовой базы, регулирующей правоотношения в сфере преодоления последствий Чернобыльской катастрофы .....                    | 274        |
| 7.1.1. К вопросу эффективности нормативно-правовой базы и политики государства в сфере преодоления последствий Чернобыльской катастрофы .....       | 280        |
| 7.1.2. Усовершенствование законодательства, регулирующего отношения в сфере ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы.....                    | 289        |
| 7.2. Анализ выполнения государственных программ по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы .....  | 290        |

|   |            |
|---|------------|
| 7.2.1. Радиологическая защита населения .....   | 290        |
| 7.2.2. Медицинская защита населения.....  | 296        |
| 7.2.3. Социальная защита населения .....  | 301        |
| 7.2.4. Повышение уровня радиэкологических знаний<br>и информированности населения по вопросам ликвидации<br>последствий Чернобыльской катастрофы .....  | 309        |
| 7.3. Государственная политика Украины по обеспечению ядерной<br>и радиационной безопасности.....  | 314        |
| 7.3.1. Повышение культуры безопасности для поддержания<br>на современном уровне ядерной и радиационной безопасности<br>на действующих атомных электростанциях Украины .....   | 314        |
| 7.3.2. Стратегия безопасного обращения с отработанным ядерным топливом .....  | 316        |
| 7.3.3. Усовершенствование системы физической защиты пунктов захоронения<br>радиоактивных отходов Зоны отчуждения.....   | 319        |
| 7.3.4. Общегосударственные меры для реализации государственной политики<br>по вопросам безопасного снятия Чернобыльской АЭС с эксплуатации,<br>преобразования объекта «Укрытие» на экологически<br>безопасную систему и обращения с РАО ..... | 320        |
| 7.4. Международное научно-техническое сотрудничество<br>в области ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы .....   | 325        |
| 7.5. Научное сопровождение мероприятий по ликвидации последствий<br>Чернобыльской катастрофы .....  | 330        |
| 7.5.1. Минимизация медицинских последствий аварии .....   | 330        |
| 7.5.2. Радиэкологические исследования, радиологическая защита населения<br>и экологическое оздоровление территорий,<br>подвергшихся радиоактивному загрязнению .....  | 334        |
| 7.5.3. Сохранение культурного наследия .....  | 336        |
| 7.5.4. Обращение с радиоактивными отходами.....   | 337        |
| <b>8. УРОКИ ЧЕРНОБЫЛЯ. БЕЗОПАСНОСТЬ БУДУЩЕГО .....</b>  | <b>339</b> |
| 8.1. Уроки Чернобыля для безопасности ядерной энергетики .....  | 339        |
| 8.2. Уроки Чернобыля и эффективность реагирования .....   | 340        |
| 8.2.1. Оценка планирования и контрмер .....   | 340        |
| 8.2.2. Оценка реализации мер по защите людей .....  | 341        |
| 8.2.3. Готовность к проведению йодной профилактики .....  | 342        |
| 8.2.4. Оценка моделирования последствий аварии .....  | 343        |
| 8.2.5. Оценка мониторинга .....   | 343        |
| 8.2.6. Оповещение населения .....   | 344        |
| 8.2.7. Информирование населения.....  | 346        |
| 8.3. Национальная система противодействия чрезвычайным ситуациям.....   | 347        |
| 8.3.1. Единая государственная система гражданской защиты .....  | 347        |
| 8.3.2. Функциональная подсистема<br>«Безопасность объектов ядерной энергетики» .....  | 349        |
| 8.3.3. Кризисные центры ГП НАЭК «Энергоатом» .....  | 350        |
| 8.3.4. Система аварийной готовности и реагирования на ядерные аварии.....   | 351        |
| 8.3.5. Аварийное планирование .....   | 352        |

## СПИСОК условных обозначений и сокращений

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| <b>АДР</b>                       | Расчетно-аналитическая дозовая реконструкция  |
| <b>АМНУ</b>                      | Академия медицинских наук Украины   |
| <b>АСУ БД</b>                    | Автоматизированная система управления базами данных   |
| <b>ДЕМОСМОНИТОР</b>              | мониторинга медико-демографических последствий Чернобыльской катастрофы   |
| <b>АСКРО</b>                     | Автоматизированная система контроля радиационной обстановки   |
| <b>Бк (кБк, МБк, ГБк)</b>        | Беккерель ( $\text{Бк} \cdot 10^3$ , $\text{Бк} \cdot 10^6$ , $\text{Бк} \cdot 10^9$ , $\text{Бк} \cdot 10^{12}$ , $\text{Бк} \cdot 10^{15}$ , $\text{Бк} \cdot 10^{18}$ ), |
| <b>ТБк, ПБк, ЭБк)</b>            | единица радиоактивности   |
| <b>БСК</b>                       | Болезни системы кровообращения  |
| <b>Бэр</b>                       | Несистемная единица эффективной дозы облучения<br>(1 бэр=0,01 Зв)   |
| <b>БС</b>                        | Барабаны-сепараторы   |
| <b>БССР</b>                      | Белорусская Советская Социалистическая Республика   |
| <b>ВАО</b>                       | Высокорadioактивные отходы  |
| <b>ВВЭР</b>                      | Водо-водяной энергетический реактор   |
| <b>ВДУ-91</b>                    | Временные допустимые уровни, действительны до 1997 г.   |
| <b>ВНИПИЭТ</b>                   | Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт энергетических технологий Минсредмаш СССР  |
| <b>ВНИИ ГЗ</b>                   | Всеукраинский НИИ гражданской защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера МЧС Украины  |
| <b>ВНИИСХР<br/>(ВНИИСХРАЭ)</b>   | всесоюзный институт сельскохозяйственной радиологии, г.Обнинск (с 1991 г. Всероссийский НИИ сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии)                                 |
| <b>ВНР</b>                       | Врожденные нарушения развития   |
| <b>ВОЗ</b>                       | Всемирная организация здравоохранения ООН   |
| <b>ВХВАОиНСА-ДСО</b>             | Временное хранилище высокоактивных отходов и низко- и среднеактивных долгосуществующих отходов  |
| <b>ВХТРАО</b>                    | Временное хранилище твердых РАО   |
| <b>ГБ</b>                        | Гипертоническая болезнь   |
| <b>ГК УкрГО «Радон»</b>          | Государственная корпорация «Украинское государственное объединение «Радон»  |
| <b>ГКЯР</b>                      | Государственная инспекция ядерного регулирования Украины  |
| <b>ГНИУ»Чернобыльский центр»</b> | Государственное научно-исследовательское учреждение «Чернобыльский центр по проблемам ядерной безопасности, радиоактивных отходов и радиоэкологии»                          |
| <b>Грей (Гр, Gy)</b>             | Грей, единица поглощенной дозы  |
| <b>ГНТЦЯРБ</b>                   | Государственный научно-технический центр ядерной и радиационной безопасности  |
| <b>ГНЦЗКНЧСТХ МЧС</b>            | Государственный научный центр защиты культурного наследия   |

|                             |   |
|-----------------------------|---|
|                             | от чрезвычайных ситуаций техногенного характера   |
| <b>Госкомстат</b>           | Государственный комитет статистики  |
| <b>ГП</b>                   | Государственное предприятие   |
| <b>ГП НАЭК «Энергоатом»</b> | Государственное предприятие Национальная атомно-энергетическая компания «Энергоатом»  |
| <b>ГРУ</b>                  | Государственный реестр Украины лиц, которые пострадали вследствие аварии на ЧАЭС  |
| <b>ГСНПП «Экоцентр»</b>     | Государственное специализированное научно-производственное предприятие «Экоцентр»   |
| <b>ГСП «Комплекс»</b>       | Государственное специализированное предприятие «Комплекс»   |
| <b>ГСП «Техноцентр»</b>     | Государственное специализированное предприятие «Техноцентр»   |
| <b>ГСП ЧАЭС</b>             | Государственное специализированное предприятие «Чернобыльская атомная электростанция»   |
| <b>ГУ НЦРМ</b>              | Государственное учреждение «Научный центр радиационной медицины» Академии медицинских наук Украины  |
| <b>ГЦН</b>                  | Главные циркуляционные насосы   |
| <b>ДА</b>                   | Дефицитные анемии   |
| <b>ДИ</b>                   | Доверительный интервал  |
| <b>ДК<sub>в</sub></b>       | Допустимая концентрация в воздухе для населения   |
| <b>ДП</b>                   | Дополнительные поглотители  |
| <b>ДУ-97</b>                | Допустимые уровни содержания радионуклидов <sup>137</sup> Cs и <sup>90</sup> Sr в продуктах питания и питьевой воде, утверждены в 1997 г.         |
| <b>ДУ-2006</b>              | Допустимые уровни содержания радионуклидов <sup>137</sup> Cs и <sup>90</sup> Sr в продуктах питания и питьевой воде, действуют в настоящее время. |
| <b>ДС РАО</b>               | Долгосуществующие РАО   |
| <b>ДУВ</b>                  | Действующие уровни вмешательства  |
| <b>ЕБРР</b>                 | Европейский банк реконструкции и развития   |
| <b>ЖРАО ОУ</b>              | Жидкие радиоактивные отходы ОУ  |
| <b>Зв (мЗв)</b>             | Зиверт (миллизиверт), единица эффективной дозы  |
| <b>ЗОиЗБ(О)О</b>            | Зона отчуждения и зона безусловного (обязательного) отселения   |
| <b>ЗО</b>                   | Зона отчуждения   |
| <b>ЗПЖРАО</b>               | Завод по переработке жидких радиоактивных отходов   |
| <b>ЗУК</b>                  | Здание управления и контроля  |
| <b>ИАСК</b>                 | Интегрированная автоматизированная система контроля   |
| <b>ИАЭ</b>                  | Институт атомной энергии им. Курчатова  |
| <b>ИБДУ</b>                 | Интегрированная база данных объекта «Укрытие»   |
| <b>ИБС</b>                  | Ишемическая болезнь сердца  |
| <b>ИГОС НАНУ и МЧС</b>      | Институт геохимии окружающей среды НАНУ и МЧС   |
| <b>ИИИ</b>                  | Источник ионизирующего излучения  |
| <b>ИПБ АЭС</b>              | Институт проблем безопасности атомных электростанций НАНУ   |
| <b>ИС НАНУ</b>              | Институт социологии НАНУ  |
| <b>ЙДЗ</b>                  | Йод-дефицитные заболевания  |
| <b>КЕС</b>                  | Комиссия Европейских Сообществ  |
| <b>КСО</b>                  | Коротко существующие отходы   |
| <b>КИРО</b>                 | Комплексное инженерно-радиационное обследование   |
| <b>КИЭП</b>                 | Киевский институт «Энергопроект»  |
| <b>КМЗ</b>                  | Зона накопления критической массы (Критмассовая зона)   |
| <b>КМУ</b>                  | Кабинет Министров Украины   |

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <b>КПМБиКРАО</b>                 | Комплекс по производству металлических бочек и железобетонных контейнеров для хранения радиоактивных отходов         |
| <b>КП НБК</b>                    | Концептуальный проект НБК  |
| <b>КП (ТГ)</b>                   | Коэффициент перехода радионуклидов в природных цепях   |
| <b>КРС</b>                       | Крупный рогатый скот   |
| <b>КУ</b>                        | Контрольный уровень  |
| <b>КЭР</b>                       | Клинико-эпидемиологический реестр  |
| <b>ЛПА на ЧАЭС</b>               | Ликвидация последствий аварии на ЧАЭС  |
| <b>ЛПУ</b>                       | Лечебно-профилактические учреждения  |
| <b>ЛТСМ</b>                      | Лавообразные ТСМ (топливосодержащие материалы)   |
| <b>МАГАТЭ</b>                    | Международное агентство по атомной энергии   |
| <b>МАПУ</b>                      | Министерство агрополитики Украины  |
| <b>МАР</b>                       | Малые аномалии развития  |
| <b>МВД</b>                       | Министерство внутренних дел  |
| <b>Минсредмаш (МСМ)</b>          | Министерство атомной промышленности СССР   |
| <b>МКБ</b>                       | Международная классификация болезней   |
| <b>МКГЯБ</b>                     | Международная консультативная группа по ядерной безопасности   |
| <b>МО</b>                        | Министерство обороны   |
| <b>МОЗ Украины</b>               | Министерство охраны здоровья Украины   |
| <b>мР, (Р)/год</b>               | Миллирентген (рентген) в час, мощность экспозиционной дозы облучения   |
| <b>МРЛ</b>                       | Международная Радиологическая Лаборатория  |
| <b>МСПП</b>                      | Модернизованная система пылеподавления   |
| <b>МЧС Украины</b>               | Министерство Украины по чрезвычайным ситуациям и вопросам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы   |
| <b>МЭД</b>                       | Мощность экспозиционной дозы   |
| <b>НААНУ</b>                     | Национальная академия аграрных наук Украины  |
| <b>НАНУ</b>                      | Национальная академия наук Украины   |
| <b>НАЭК «Энергоатом»</b>         | Национальная атомно-энергетическая компания «Энергоатом»   |
| <b>НБК</b>                       | Новый безопасный конфайнмент   |
| <b>НИКИЭТ</b>                    | Научно-исследовательский конструкторский институт энерготехники  |
| <b>НИИСК</b>                     | Научно-исследовательский институт строительных конструкций   |
| <b>НИЦ ГГИ НАНУ</b>              | НИЦ гидро геофизических исследований НАНУ  |
| <b>НКДАР ООН</b>                 | Научный комитет ООН по действию атомной радиации   |
| <b>НКРЗУ</b>                     | Национальная комиссия по радиационной защите населения Украины   |
| <b>НП</b>                        | Населенный пункт   |
| <b>НПО «Припять» (НРБ-76/87)</b> | Научно-производственное объединение «Припять»<br>Редакция норм радиационной безопасности, введенная в СССР в 1987 г. |
| <b>НРБУ-97</b>                   | Нормы радиационной безопасности Украины  |
| <b>НРБУ-2005</b>                 | Нормы радиационной безопасности Украины, утвержденные в 2005 г.  |
| <b>НСА</b>                       | Низко- и среднеактивные  |
| <b>НТЦ КОРАО</b>                 | Научно-технический центр комплексного обращения с радиоактивными отходами, г. Желтые Воды                            |
| <b>НУБИП Украины</b>             | Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины (бывшая УСХА, НАУ)                                 |

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>НЦРМ</b>          | Государственное предприятие «Научный центр радиационной медицины АМН Украины»                 |
| <b>ОАБ</b>           | Отчет по анализу безопасности   |
| <b>ОБЭ</b>           | Относительная биологическая эффективность   |
| <b>ОВОС</b>          | Отчет о влиянии на окружающую среду   |
| <b>ОГ</b>            | Оперативная группа  |
| <b>ОДЗ</b>           | Официальные дозовые записи военных УЛПА в Государственном реестре Украины                     |
| <b>ОДТ</b>           | Отработанное дефектное топливо  |
| <b>ОЗИК</b>          | Проект окончательного закрытия и консервации  |
| <b>ОЗР</b>           | Оперативный запас реактивности  |
| <b>ОЛБ</b>           | Острая лучевая болезнь  |
| <b>ОЛБ НП</b>        | Острая лучевая болезнь, не подтвержденная экспертизой 1989 года                               |
| <b>ООиВУТ</b>        | Особо опасные и вредные условия труда   |
| <b>ОП «Комплекс»</b> | Отдельное подразделение «Комплекс» ГСП «Техноцентр»   |
| <b>ОР</b>            | Относительный риск  |
| <b>ОСП-72/87</b>     | Редакция основных санитарных правил, введенная в СССР в 1987 г.                               |
| <b>ОСПУ - 2005</b>   | Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности Украины                     |
| <b>ОССЗ</b>          | Отчет о соответствии санитарному законодательству   |
| <b>ОТВС</b>          | Отработанные тепловыделяющие сборки   |
| <b>ОтрЯТ</b>         | Отработанное ядерное топливо  |
| <b>ОЯТ</b>           | Облученное ядерное топливо  |
| <b>ОУ</b>            | Объект «Укрытие»  |
| <b>ПВЛРАО</b>        | Пункты временной локализации РАО  |
| <b>ПДК</b>           | Предельно допустимая концентрация   |
| <b>ПЗРО</b>          | Пункты захоронения радиоактивных отходов  |
| <b>ПК-1НБК</b>       | Первый пусковой комплекс НБК  |
| <b>ПКОТРАО</b>       | Промышленный комплекс обращения с твердыми РАО  |
| <b>ПЛЛА</b>          | Планы локализации и ликвидации аварий   |
| <b>ПОАБ</b>          | Предварительный отчет анализа безопасности  |
| <b>ПОМ ОУ</b>        | План осуществления мероприятий на объекте «Укрытие» (ПОМ-SIP)                                 |
| <b>ППК</b>           | Почвенный поглощающий комплекс  |
| <b>ПРООН</b>         | Программа развития ООН в Украине  |
| <b>ПСОД</b>          | Пункты складирования отходов дезактивации   |
| <b>ПуСО</b>          | Пункты специальной обработки техники  |
| <b>РАДР</b>          | Расчетно-аналитическая реконструкция дозы   |
| <b>РАО</b>           | Радиоактивные отходы  |
| <b>РБМК-1000</b>     | Реактор большой мощности канального типа мощностью 1000 МВт                                   |
| <b>РЗМ</b>           | Радиоактивно загрязненные материалы   |
| <b>РЗТ</b>           | Радиоактивно загрязненные территории  |
| <b>РОДОС</b>         | Система сбора и обработки информации об аварии и разработки рекомендаций для принятия решений |
| <b>РЩЖ</b>           | Рак щитовидной железы   |
| <b>САР</b>           | Система аварийной готовности и реагирования   |
|                      | ГП НАЭК «Энергоатом»  |
| <b>СИЗ</b>           | Средства индивидуальной защиты  |

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>СИЧ</b>               | Счетчик излучений человека   |
| <b>СНБОУ</b>             | Совет национальной безопасности и обороны Украины  |
| <b>СОПЖ</b>              | Средняя ожидаемая продолжительность жизни  |
| <b>СПП</b>               | Система пылеподавления   |
| <b>СССР</b>              | Союз Советских Социалистических Республик  |
| <b>СУЗ</b>               | Стержни управления защитой (система управления защитой реактора)   |
| <b>СЦР</b>               | Самоподдерживающаяся цепная реакция  |
| <b>СЭ</b>                | Снятие с эксплуатации  |
| <b>СЭЗ «Славутич»</b>    | Специальная экономическая зона «Славутич»  |
| <b>ТВЭЛ</b>              | Тепловыделяющие элементы   |
| <b>ТК</b>                | Технологический канал  |
| <b>ТЛД</b>               | Термолюминесцентный дозиметр   |
| <b>ТРАО, ТРВ</b>         | Твердые радиоактивные отходы   |
| <b>ТРВ-1</b>             | Хранилище ТРАО первого типа  |
| <b>ТРВ-2</b>             | Хранилище ТРАО второго типа  |
| <b>ТСМ</b>               | Топливосодержащие материалы  |
| <b>ТУИПП</b>             | Техногенно-усиленные источники природного происхождения  |
| <b>ТУЭ</b>               | Трансурановые элементы   |
| <b>ТФ-92</b>             | Агрегированный коэффициент перехода «почва-молоко»   |
| <b>ТЭК</b>               | Топливо-энергетический комплекс  |
| <b>ТЭОи</b>              | Технико-экономическое обоснование инвестиций в строительство хранилища   |
| <b>УГВ</b>               | Уровень грунтовых вод  |
| <b>УкрНИГМИ</b>          | Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт НАНУ   |
| <b>УС-605</b>            | Управление Строительством № 605 МСМ СССР, специализированной строительной организации, созданной для строительства саркофага |
| <b>УДК ПО «Комбинат»</b> | Управление дозиметрического контроля производственного объединения «Комбинат»  |
| <b>УкрГО «Радон»</b>     | Украинское государственное объединение «Радон»   |
| <b>УЛПА</b>              | Участник ликвидации последствий аварии   |
| <b>УНИИСХР</b>           | Украинский НИИ сельскохозяйственной радиологии   |
| <b>УРУЦ</b>              | Украинский радиологический учебный центр   |
| <b>УССР</b>              | Украинская Советская Социалистическая Республика   |
| <b>УТЦ</b>               | Учебно-тренировочный центр   |
| <b>ФАЗ</b>               | Фрагменты активной зоны  |
| <b>ХЖО</b>               | Хранилище жидких радиоактивных отходов   |
| <b>ХЖТО</b>              | Хранилище жидких и твердых радиоактивных отходов   |
| <b>ХЛЛ</b>               | Хроническая лимфоидная лейкемия  |
| <b>ХОЗЛ</b>              | Хронические обструктивные заболевания легких   |
| <b>ХОЯТ</b>              | Хранилище отработанного ядерного топлива   |
| <b>ХОЯТ-1</b>            | Хранилище отработанного ядерного топлива мокрого типа  |
| <b>ХОЯТ -2</b>           | Промежуточное хранилище отработанного ядерного топлива сухого типа   |
| <b>ХТО</b>               | Хранилище твердых радиоактивных отходов  |
| <b>ЦЗ</b>                | Центральный зал  |

|  |   |
|--|---|
| <b>ЦМВ</b>                                 | Цитомегаловирус   |
| <b>ЦРМЗО</b>                               | Центр радиоэкологического мониторинга зоны отчуждения   |
| <b>ЦХИИИ</b>                               | Центральное хранилище источников ионизирующего излучения  |
| <b>ЦХОЯТ</b>                               | Централизованное хранилище отработанного ядерного топлива   |
| <b>ЧАЭС</b>                                | Чернобыльская атомная электростанция  |
| <b>ЧК</b>                                  | Чернобыльская катастрофа  |
| <b>ЧПВР</b>                                | Чернобыльская программа возрождения и развития  |
| <b>ЩЖ</b>                                  | Щитовидная железа   |
| <b>ЭБС</b>                                 | Экологически безопасная система   |
| <b>ЭКОСОС</b>                              | Экономический и Социальный Совет ООН  |
| <b>ЭПР</b>                                 | Электронный Парамагнитный Резонанс  |
| <b>ЮНИСЕФ</b>                              | Детский фонд ООН  |
| <b>ЯЭК</b>                                 | Ядерно-энергетический комплекс  |
| <b>ALARA</b>                               | As Low As Reasonably Achievable   |
| <b>AOR</b>                                 | Adjusted Odds Ratio – скорректированное отношение шансов  |
| <b>ATR</b>                                 | Атрибутивный риск   |
| <b>BSS</b>                                 | Международные основные стандарты безопасности   |
| <b>CDP («Chernobyl Decommission Plan»)</b> | План снятия ЧАЭС с эксплуатации   |
| <b>CI</b>                                  | Confidence Interval – доверительный интервал  |
| <b>EAR</b>                                 | Экссесс абсолютного риска   |
| <b>FGI</b>                                 | French-German Initiative for Chernobyl  |
| <b>INSAG (см.МКГЯБ)</b>                    | Международная консультативная группа по ядерной безопасности  |
| <b>IPHECA</b>                              | International Program on Health Effects of the Chernobyl Accident   |
| <b>IQ</b>                                  | Intelligence Quotient – коэффициент умственного развития  |
| <b>OR</b>                                  | Odds Ratio – соотношение шансов   |
| <b>PTSD</b>                                | Posttraumatic Stress Disorder – посттравматическое стрессовое нарушение   |
| <b>RADRUE</b>                              | Realistic Analytical Dose Reconstruction and Uncertainty Analysis – расчетно-аналитический метод восстановления доз облучения |
| <b>RR</b>                                  | Relative Risks – относительные риски  |
| <b>RTL</b>                                 | Относительная длина теломер   |
| <b>SIP</b>                                 | Shelter Implementation Plan (ПОМ ОУ)  |
| <b>UACOS</b>                               | Украино-американское окулярное чернобыльское исследование   |
| <b>UNICEF</b>                              | Детский фонд ООН  |



# **1. ЧЕРНОБЫЛЬСКАЯ КАТАСТРОФА. ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПЕРВООЧЕРЕДНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО МИНИМИЗАЦИИ ЕЁ ПОСЛЕДСТВИЙ**

## **1.1. Причины и масштабы аварии на ЧАЭС**

При проведении испытаний проектного режима электроснабжения собственных нужд электростанции в случае потери внешних источников, на энергоблоке № 4 Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 г. произошла ядерная авария с катастрофическими последствиями. Аналогичные испытания проводились и ранее, на энергоблоке № 3 Чернобыльской АЭС в 1982 году, а затем на энергоблоке № 4 в 1984 и 1985 годах. Однако все они заканчивались неудачно из-за неудовлетворительных характеристик систем возбуждения генераторов.

Анализ причин аварии выполняли организации и отдельные специалисты как в бывшем СССР, так и за его пределами. Можно сформулировать три главные причины, которые обусловили предаварийное состояние реактора и катастрофический рост его мощности:

- перед аварией реакторная установка находилась в таком физическом и теплогидравлическом состоянии стабильности, которое могли нарушить даже незначительные возмущения. Такое состояние реактора было предопределено действиями персонала и возникло до начала испытания режима выбега генератора. Все параметры реактора перед началом испытаний, кроме оперативного запаса реактивности, находились в пределах, разрешенных технологическим регламентом;
- непосредственным импульсом для возникновения аварии явился ввод в действие системы аварийной остановки реактора, что из-за порочной конструкции стержней регулирования и защиты привело к вводу в реактор положительной реактивности и началу разгона мощности;
- этот разгон принял катастрофический масштаб из-за большого парового коэффициента реактивности, который присущ реакторам большой мощности канального типа (РБМК-1000), и влияние которого особенно велико на низком уровне мощности (незначительное содержание пара).

Таким образом, непосредственными причинами аварии явились нейтронно-физические и конструктивные особенности реактора РБМК-1000, реализации которых способствовали действия персонала. К основным недостаткам реактора РБМК-1000 в его исполнении по состоянию на 1986 год следует отнести:

- низкую скоростную эффективность системы управления и защиты реактора (ввод стержней управления и защиты в реактор производился за 18 секунд, в то время, как на реакторах других типов он составлял 2–4 секунды), что не позволяло системе управления и защиты справиться с быстропротекающими процессами;
- конструкцию стержней управления и защиты, которая приводила к тому, что при определенных обстоятельствах аварийная защита не останавливала реактор, а вводила в него положительную реактивность и становилась инициатором разгона мощности реактора;
- недопустимо высокий плотностной (паровой) коэффициент реактивности, в результате чего, во-первых, в определенных режимах общий мощностной коэффициент реактивности

реактора становился положительным и, во-вторых, снижение плотности теплоносителя в реакторе, независимо от причины, приводило к катастрофическому росту мощности;

- двугорбое по высоте поле энерговыделения, которое в совокупности с недостатками системы управления и защиты реактора создавало предпосылки для формирования в нижней половине реактора квазисамостоятельной активной зоны с недопустимо высокой скоростью роста мощности в случае срабатывания аварийной защиты реактора при малом оперативном запасе реактивности.

Именно эти недостатки реактора РБМК-1000 стали причинами аварии на энергоблоке № 4 Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 года. Они были следствием допущенных создателями реактора отступлений от требований безопасности, формализованных в ПБЯ 04–74 («Правила ядерной безопасности атомных электростанций»), и ОПБ–73 («Общие положения обеспечения безопасности атомных электростанций при проектировании, строительстве и эксплуатации»). Оба документа действовали при проектировании второй очереди Чернобыльской АЭС.

К этому следует добавить, что реактор РБМК-1000 и проект Чернобыльской АЭС, в целом, обладали и другими существенными отступлениями от требований нормативных документов. В частности, проектом АЭС была предусмотрена ограниченная система локализации аварии, в состав герметичного контура которой была включена лишь часть реактора и систем его охлаждения. И, что еще важнее, проектом не были предусмотрены приборы контроля и информации оператору об оперативном запасе реактивности, не говоря об автоматической защите реактора при отклонениях этого параметра за установленные пределы. Но именно этот параметр, при его снижении ниже определенного значения, превращал аварийную защиту, которая при любых обстоятельствах должна была остановить реактор, в инструмент разгона его мощности.

Анализ действий персонала, споры о которых продолжаются до сегодняшнего дня, показал, что персонал действительно совершил ряд ошибок, но степень его вины была сознательно преувеличена в информации, представленной СССР в МАГАТЭ в 1986 году. Авария, в силу своих масштабов затронувшая многие страны мира, разрушила миф о непогрешимости советской ядерной науки и техники. Скрыть масштабы аварии, а также ее последствий не удалось. Надо было найти причины, которые в наименьшей степени раскрывали бы истинную картину положения дел и не ставили под сомнение качество советской техники. Так и появился лозунг – виноват персонал. Санкционирован этот подход был политическим руководством страны.

Критическую роль в инициировании и развитии аварии сыграло то, что создатели реактора РБМК-1000, зная о его недостатках, не поставили о них в известность эксплуатационный персонал и не проинструктировали его о том, как надо действовать, чтобы предотвратить их проявление. В результате технологический регламент и инструкция по эксплуатации реактора содержали указания, действия в соответствии с которыми в определенных режимах работы могли привести к катастрофическим последствиям. Так, например, после завершения испытаний выбега генератора ночью 26 апреля 1986 года, категорически нельзя было останавливать реактор нажатием кнопки АЗ-5, как это предписывалось технологическим регламентом по эксплуатации реактора РБМК-1000, но персонал об этом не знал. Порочная практика создателей реактора РБМК-1000 скрывать информацию об известных им его недостатках стала причиной неадекватной подготовки персонала к действиям в нерегламентной ситуации.

Результаты исследований организации – главного конструктора реактора РБМК-1000, опубликованные в 1993 году, позволяют прекратить дискуссию о технических причинах аварии. Конструкторами реактора показано, что ядерно-физические и теплогидравлические особенности, а также конструктивные недостатки вели к разрушению реактора РБМК-1000 даже при проектной аварии на малой мощности. Также было подтверждено, что лишь «реализация мероприятий, последовавшая после аварии на Чернобыльской АЭС, приводит к тому, что во всем исследованном диапазоне начальной мощности максимальная проектная авария с обесточиванием не вызывает опасного изменения мощности, и быстрая аварийная защита

останавливает реактор». Таким образом, главный конструктор подтвердил, что реактор был обречен в силу своих проектных характеристик и лишь ждал реализации соответствующих исходных условий. 26 апреля 1986 года эти условия были созданы действиями персонала.

Отдельные детали аварии можно уточнять, но основные выводы останутся прежними. Авария вызвана недооценкой и пренебрежением возможными негативными эффектами известных физических явлений. Чрезвычайно важно с целью извлечения уроков на будущее понять, что привело к возможности многолетней эксплуатации ядерной установки с недостатками, которые привели к катастрофе, и осознать, что необходимо делать, чтобы предотвратить аварии в будущем.

Недостатки реакторов РБМК-1000 были известны задолго до аварии, и этот факт подтвержден многими документами. Существовали планы модернизации этих реакторных установок. Однако они либо не реализовывались, либо реализовывались крайне медленно. В частности, положительный выбег реактивности при вводе стержней регулирования и защиты в активную зону реактора, который послужил «спусковым крючком» катастрофы, был экспериментально определен и документально зафиксирован в декабре 1993 года при пусковых испытаниях блока №1 Игналинской АЭС и блока №4 Чернобыльской АЭС. Этот эффект и его возможные последствия для безопасности рассматривались Институтом атомной энергии им. И.В.Курчатова (Научный руководитель проекта РБМК-1000) и Научно-исследовательским институтом энерготехники (Главный конструктор РБМК-1000), и результаты этой дискуссии были известны руководителям всех АЭС с реакторами РБМК-1000 и вышестоящих организаций.

Однако ни научный руководитель, ни генеральный конструктор не несли ответственности за безопасность АЭС. Эксплуатирующей организации, в признанном цивилизованным миром понимании, несущей полную ответственность за безопасность, в СССР в то время не существовало. В стране отсутствовало, включая высший государственный уровень, то, что сегодня во всем мире признано как «культура безопасности». Важность возникших опасений для безопасности была недооценена, и меры, которые могли предотвратить катастрофу, реализованы не были.

СССР, безусловно, достиг значительных успехов в развитии ядерной науки и техники, особенно в военной области. Однако эти успехи чрезмерно политизировались. В то же время скрывались недостатки и ошибки, приводившие к крупным авариям на ядерных установках как гражданского (Ленинградская АЭС, 1975 год, Чернобыльская АЭС, 1982 год и т.д.), так и военного (Челябинск, 1957 год, бухта Чажма, 1985 год и т.д.) назначения. В стране отсутствовал должный государственный контроль деятельности ядерных ведомств (до 1984 года фактически такого контроля не существовало). Все это привело к тому, что в ядерной энергетике утвердились настроения непогрешимости, суть которых наиболее точно отражает формула: «советские ядерные реакторы – лучшие в мире». Это также красноречиво проявилось в реакции на аварию, происшедшую на американской АЭС «Три Майл Айленд» в 1979 году, когда руководители ядерной отрасли СССР заявили, что «при социализме такая авария невозможна». Политический престиж государства доминировал и подавлял основное условие мирного использования ядерной энергии – обеспечение ее безопасности.

В начале 80-х годов, после аварии на американской АЭС «Three Mile Island», в СССР начали проявляться тенденции критической переоценки безопасности АЭС. Однако объективные оценки безопасности отечественных реакторов были заблокированы авторитетами и руководителями советской ядерной науки и техники. Роль независимой экспертизы, в первую очередь со стороны государственных органов регулирования ядерной безопасности, была практически нулевой. Сильный и независимый орган ядерного регулирования, который является основой государственного режима ядерной безопасности, до аварии 1986 года в СССР практически не существовал.

Политизация ядерной науки и техники СССР, создаваемый годами имидж их исключительности и непогрешимости, отсутствие независимого ядерного регулирования и

эффективного государственного контроля безопасности ядерной энергетики являются коренными причинами Чернобыльской трагедии.

До сегодняшнего дня продолжает жить миф о том, что ядерная наука и техника СССР имели неограниченные финансовые и материальные ресурсы. Это справедливо, если говорить о том, что было предназначено для военных целей. В действительности ядерная энергетика испытывала хроническую нехватку средств, в первую очередь на прикладные исследования в обоснование безопасности и надежности, экспериментальной отработки оборудования и т.д. Достаточно сказать, что затраты на научно-исследовательские работы в обоснование безопасности АЭС в СССР были более чем в 10 раз ниже, чем в США, но это стало известно только после падения «железного занавеса». Отсутствие средств на создание экспериментальной стендовой базы, закупку современной вычислительной техники, на проведение исследований и разработку технологии обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом, создание качественной дозиметрической аппаратуры, создание тренажеров – все это в том или ином виде проявилось как при аварии, так и в ходе ликвидации ее последствий. Можно совершенно обоснованно заявить, что экономические основы обеспечения ядерной безопасности в СССР не были решены, и не играет роли причина такого положения – непонимание проблемы или отсутствие средств. Важно то, что безопасность ядерной энергетики не была обеспечена экономически.

Истинные причины аварии были впервые сформулированы Правительственной комиссией по расследованию причин аварии на Чернобыльской АЭС и ликвидации ее последствий. Действительно, Правительственная комиссия ответственными за аварию назвала руководителей Чернобыльской АЭС, которые «допустили грубые ошибки в эксплуатации станции и не обеспечили ее безопасность». Однако населению СССР и широкой мировой общественности стали известны только эти выводы – акт комиссии был засекречен. На самом деле, Правительственная комиссия ответственными за аварию также назвала:

- Министерство энергетики и электрификации, допустившее порочную практику проведения различных испытаний и нерегламентных работ в ночное время, и отсутствие контроля над этими работами; терпимо относившееся к физико-техническим недостаткам реакторов РБМК-1000; не добившееся от Главного конструктора и Научного руководителя реализации мер для повышения надежности этих реакторов; не обеспечившее надлежащей подготовки эксплуатационных кадров;
- Министерство среднего машиностроения, не принявшее своевременных мер по повышению надежности реакторов типа РБМК в полном соответствии с требованиями «Общих положений обеспечения безопасности атомных станций при проектировании, сооружении и эксплуатации»; не предусмотревшее достаточных технических решений обеспечения безопасности реактора;
- Госатомэнергонадзор, не обеспечивший надлежащего контроля соблюдения правил и норм по ядерной и технической безопасности; не в полной мере использовавший предоставленные ему права; действовавший нерешительно, не пресекавший нарушения норм и правил безопасности работниками министерств и ведомств, атомных станций, предприятий, поставляющих оборудование и приборы.

Правительственная комиссия остановилась и на инженерно-технических аспектах аварии. В частности, Комиссия отметила, что система аварийной защиты реактора не выполнила своих функций, и что авария произошла из-за недостатков реактора, в частности:

- наличия положительного парового коэффициента реактивности;
- проявления положительного общего мощностного коэффициента реактивности, который должен быть отрицательным при всех нормальных и аварийных режимах;

- неудовлетворительной конструкции стержней системы управления и защиты реактора, которые вводили положительную реактивность при начальном движении их в активную зону;
- отсутствия в проекте реакторной установки устройства, показывающего значение оперативного запаса реактивности и предупреждающего о подходе к опасному пределу.

По существу, Правительственная комиссия еще в мае 1986 года признала, что реактор РБМК-1000 обладал серьезными конструктивными недостатками, которые и послужили причиной его взрыва с катастрофическими последствиями.

Горькое и безнадежно запоздалое признание причин аварии, политическую оценку произошедшему дал последний съезд КПСС (газета «Правда» от 14.07.1990 года): «В условиях административно-командной системы бывшим руководством страны допущены крупные просчеты в выработке научно-технической политики в области атомной энергетики и защиты населения в экстремальных условиях. Минэнерго, Минсредмаш, Минздрав, Госкомгидромет, Госатомэнергонадзор, Академия наук, Гражданская оборона проявили неспособность обезопасить жизнь и здоровье населения, оказались неподготовленными к принятию необходимых первоочередных мер. Самонадеянность и безответственность ряда ведущих ученых, руководителей министерств и ведомств, причастных к разработке, строительству и эксплуатации АЭС, их утверждения об абсолютной безопасности атомных электростанций привели к фактическому отсутствию государственной системы работ в чрезвычайных ситуациях».

Подтверждением справедливости акта Правительственной комиссии и резолюции последнего съезда КПСС является решение комиссии Минсредмаша (май 1976 года), созданной после аварии на Ленинградской АЭС в 1975 году. Комиссия тогда пришла к выводу, что не решена проблема положительного парового эффекта реактивности, отсутствуют средства экстренного гашения цепной реакции деления, которые были бы способны компенсировать положительную реактивность, выделяющуюся при быстром росте паросодержания в активной зоне. Там же зафиксирована позиция Курчатовского института о необходимости внедрения дополнительной, более быстрой аварийной защиты. Таким образом, принципиальные причины, предопределившие аварию, были названы за десять лет до катастрофы.

Но меры по их устранению реализованы не были и конструкторы не предупредили эксплуатационников о последствиях реализации просчетов, допущенных при создании реактора, и не дали рекомендации персоналу, как надо действовать в критических ситуациях, пока не будут реализованы меры, исключающие проявление проектных недостатков реактора.

Медлительность в устранении выявленных дефицитов безопасности РБМК-1000 объяснить трудно, но совокупность беспечности и самоуверенности с недостатком знаний стали одной из коренных причин аварии. Бесспорным фактом является и то, что важные для безопасности детали сознательно не доводились до персонала. Персонал практически ничего не знал об аварии на Ленинградской АЭС 1975 года и других эксплуатационных инцидентах на этой головной в серии АЭС с реакторами РБМК-1000. Один из важнейших принципов безопасности – учет опыта эксплуатации однотипных энергоблоков – игнорировался.

Генеральным директором МАГАТЭ для анализа причин Чернобыльской аварии была создана международная группа экспертов по ядерной безопасности (INSAG). Ее первый доклад преследовал именно эту цель. В нем акцент был сделан на ошибки персонала. Очевидно, что INSAG самостоятельного сбора материалов об аварии не проводила, а руководствовалась искаженной информацией, предоставленной советской стороной в 1986 году. Позднее, на основании исследований, проведенных советскими и зарубежными специалистами, доклад INSAG-1 был пересмотрен, и в 1993 году был выпущен новый доклад, INSAG-7, который и признан сегодня во всем мире как наиболее объективный документ о причинах и обстоятельствах аварии на Чернобыльской АЭС.

Возвращаясь к собственно аварии, следует кратко дать информацию о развитии событий 25-26 апреля 1986 года на энергоблоке № 4 Чернобыльской АЭС, которые привели к аварии. Снижение мощности энергоблока для вывода его в плановый ремонт было начато около часа ночи 25 апреля, и к 4 часам утра мощность энергоблока была стабилизирована на уровне 50% от номинальной. Была начата подготовка энергоблока к проведению испытаний и выводу его в ремонт. Однако в 14 часов поступила команда диспетчера энергосистемы продолжить работу энергоблока на 50% уровне от номинальной до прохождения максимума нагрузок. Разрешение диспетчера на останов энергоблока было получено только в 23 часа 10 минут. Следует отметить, что на протяжении нескольких часов, примерно с 7 часов утра и до 14 часов, расчетный оперативный запас реактивности был несколько ниже допустимого, но главный инженер АЭС, на основании имеющейся информации о состоянии оборудования и руководствуясь технологическим регламентом, разрешил работу энергоблока на мощности.

В 00 часов 28 минут при штатной операции перехода с одной системы регулирования на другую старший инженер управления реактором (СИУР) не справился с управлением, и мощность реактора снизилась до 30 МВт тепловых. Около 1 часа ночи СИУР восстановил автоматическое управление реактором и стабилизировал его мощность на уровне 200 МВт тепловых, который был определен руководителем испытаний. Это было отклонение от программы испытаний, которые должны были быть проведены на мощности 700 МВт тепловых. Однако работа на мощности 200 МВт тепловых технологическим регламентом по эксплуатации реактора РБМК-1000 не запрещалась.

До настоящего времени продолжают жаркие дискуссии и попытки найти того, кто дал команду на восстановление мощности реактора, подразумевающие, что именно эта команда привела к аварии. Такая команда не требовалась. Оператор допустил ошибку и стремился ее исправить. С позиций сегодняшнего дня следует отметить, что это было роковое решение – правильное было бы реактор остановить.

В 01 час 23 минуты при стабильных параметрах реактора, что подтверждается последними записями регистрации параметров вычислительным комплексом СЦК «Скала», начаты испытания. В 01 час 23 минуты 40 секунд при отсутствии каких-либо отклонений в режиме работы реактора, отсутствии каких-либо сигналов предупредительной или аварийной сигнализации, испытания закончены, и по команде начальника смены энергоблока СИУР выполняет штатное действие – нажимает кнопку АЗ-5 для того, чтобы остановить реактор. Последняя запись в оперативном журнале оператора реактора: «01.24. Сильные удары. Стержни СУЗ остановились, не дойдя до нижних концевиков. Выведен ключ питания муфт».

Непосредственным импульсом для начала аварийного процесса явилось нажатие кнопки «АЗ-5». Порочная конструкция стержней управления и защиты вызвала ввод в активную зону реактора положительной реактивности. Начался разгон его мощности. Он принял катастрофический характер из-за большого (около  $5\beta$  эфф.) парового коэффициента реактивности, влияние которого особенно велико при близком к нулю содержании пара в активной зоне.

Низкое значение ОЗР не только ухудшало условия управления реактором, что было известно персоналу, но и оставляло реактор без аварийной защиты, чего персонал не знал. Прибор контроля ОЗР проектом не был предусмотрен. Штатная система расчета ОЗР по программе «Призма» не давала информации оператору, поскольку на низком уровне мощности работала неустойчиво – величина ОЗР в момент нажатия кнопки АЗ-5 была определена расчетом уже после аварии. Оператор мог сделать оценку ОЗР по кривым отравления, которая была приведена в инструкции по управлению реактором. Такая оценка дала бы ему в час ночи 26 апреля величину ОЗР в районе 15–16 стержней РР (разгрузка энергоблока началась в 23 часа 10 минут 25 апреля при ОЗР в 26 стержней РР).

Низкая мощность реактора и большой расход теплоносителя, близкий к нулевому недогрев теплоносителя на входе в активную зону обусловили высокую чувствительность реактора к внешним возмущениям. Таким образом, непосредственными причинами аварии явились нейтронно-физические, теплогидравлические и конструктивные особенности реактора РБМК-1000, реализации которых способствовали действия персонала. Очевидно, что реактор был обречен в силу своих проектных характеристик и лишь ждал реализации соответствующих исходных условий. 26 апреля 1986 года эти условия были созданы. Детали аварийного процесса можно уточнять, но основные выводы останутся прежними.

Персонал действительно произвел ряд действий, которые ухудшили ситуацию. Существенное влияние на устойчивость системы оказало подключение дополнительных главных циркуляционных насосов. Но эта операция не запрещалась технологическим регламентом, и она была предусмотрена программой испытаний. Запрет на такую операцию появился уже после аварии. Информация СССР, представленная в МАГАТЭ, содержала обвинения персоналу в выводе ряда защит. На самом деле все защиты реактора по физическим параметрам были включены, в том числе по превышению мощности и скорости нарастания мощности. Накладки технологических защит находились в положениях, предписанных эксплуатационной документацией 1986 года. Единственное отклонение – была изменена установка защиты по уровню воды в барабан – сепараторах, но это не повлияло ни на возникновение, ни на развитие аварии.

Персонал действительно вывел из работы систему аварийного охлаждения реактора. Но, во-первых, это было предусмотрено программой испытаний, и, во-вторых, это не запрещалось технологическим регламентом. Но систему аварийного охлаждения следовало ввести в штатный режим при переносе времени останова и испытаний энергоблока по команде диспетчера энергосистемы на более поздний срок.

Следует отметить, что даже если бы все действия, инкриминированные персоналу информацией СССР, направленной в МАГАТЭ в 1986 году, действительно имели место, они никак бы не сказались на возникновении и развитии аварийного процесса.

В соответствии с п. 10.12 инструкции по эксплуатации реактора и п.12.4 технологического регламента, остановка реактора производится нажатием кнопки АЗ-5. Именно так и поступил СИУР, получив команду на остановку реактора после завершения испытаний. И именно это регламентное действие оказалось роковым. Аварийная защита реактора при низком оперативном запасе реактивности сыграла роль спускового крючка аварии, а высокий положительный плотностной эффект реактивности привел к развитию аварии катастрофических масштабов. Неоспоримым фактом является то, что аварийная защита высшего уровня не только не спасла реактор, но и вызвала аварию.

Ни руководство электростанции, ни, тем более, оперативный персонал, не выбирали оборудование, на котором им предстояло работать. Коллектив электростанции должен был освоить оборудование, которое ему поставили, научиться управлять этим оборудованием. Но наступил момент, когда справиться с реактором оператор не смог: разработчики реактора не дали ему необходимой информации. В технологическом регламенте и инструкциях не были указаны те ограничения, незнание которых потом поставили в вину персоналу. Операторы попали в режим, который не был описан и не был запрещен ни одним из действующих к моменту аварии документов.

Выше уже были отмечены некоторые коренные причины аварии. К ним следует добавить еще несколько. В СССР отсутствовало ядерное законодательство. Только в конце 80-х годов прошлого столетия стало формироваться понимание того, что нужен закон, регламентирующий деятельность в ядерной области, включая разрешительную систему, права и обязанности ее участников. Но такой закон в СССР так и не был принят.

Меньше претензий можно было бы предъявить к нормативной базе, существовавшей в те годы. Но и в ней существовало немало уступок реактору РБМК. Более того, его создатели не смогли выполнить большого числа нормативных требований, о чем говорилось выше. Попытки указать на это, да и любая критика РБМК-1000 глушились руководством Минсредмаша. Заслуги этого министерства, особенно в военной сфере, в создании ядерного щита страны, несомненны. В Министерстве была собрана интеллектуальная элита страны, выдающиеся ученые и специалисты. Но превращать его в государство в государстве, фактически лишая контроля, укутывать его руководителей в тогу непогрешимых оракулов – крупнейшая ошибка руководства страны, которая привела к трагическим последствиям.

К коренным причинам аварии следует отнести и режим секретности, в котором существовала советская ядерная наука и техника. Вне всяких сомнений, от такого режима пострадала прежде всего советская сторона. Создавая вокруг отечественной ядерной энергетики своеобразный «железный занавес», СССР терял возможность сопоставить свои разработки с тем, что делается в других странах мира, отставая все больше и больше по ряду важнейших направлений.

Достаточно привести один пример. В мировой практике уже в 60-х годах прошлого века стало практикой перед принятием решения о строительстве АЭС проводить тщательный анализ ее безопасности. Американский стандарт RG 1:70, регламентирующий требования к структуре и содержанию отчета, суммирующего результаты такого анализа, стал образцом для мирового ядерного сообщества. Ничего подобного в СССР не было, и практика лицензирования атомных электростанций в СССР отсутствовала. Страна чрезвычайно отстала в создании методов анализа безопасности, их математического обеспечения. Мир далеко ушел вперед в методологии анализа не только проектных, но и запроектных аварий. Чернобыльская трагедия открыла глаза на этот неприятный факт, и лишь в середине 80-х годов начала развиваться практика лицензирования АЭС, разработки и представления в регулирующие органы обоснования безопасности новых и действующих ядерных энергоблоков.

Негативную роль в создании условий, которые привели к катастрофе, сыграла не только международная самоизоляция. Ядерная энергетика практически полностью была закрыта от общественного контроля в своей собственной стране. И это тоже одна из коренных причин аварии.

Масштабы аварии оказались непомерно большими. На их преодоление истрочены и тратятся огромные ресурсы. Значительные территории надолго потеряны для обычной хозяйственной деятельности. Десятки населенных пунктов лишились своих жителей и превратились в безмолвные памятники катастрофы. Она затронула судьбы миллионов людей. Десятки тысяч лишились здоровья, а многие из них и жизни. Страшная цена за ошибки, допущенные при создании реакторов РБМК-1000.

Авария нанесла сильнейший удар по ядерной энергетике во всем мире, на многие годы затормозила ее развитие. Авария показала, что последствия ошибки оператора или создателей атомной электростанции выходят за национальные рамки. Ответственность за безопасность национальной ядерной энергетики перерастает в ответственность перед мировым сообществом. И это касается не только создателей ядерной установки и эксплуатирующего ее персонала, но и национальных регулирующих органов и высших эшелонов государственного управления.

Чернобыльская авария преподала еще один урок: необходимость поддержания эффективного международного режима безопасности ядерной энергетики. Этот урок был достаточно быстро усвоен мировым сообществом, что подтверждается деятельностью МАГАТЭ, заключением ряда важных международных конвенций, в первую очередь – конвенции по безопасности ядерных установок.

Важнейший урок: необходимость независимого государственного и общественного контроля безопасности ядерной энергетики. Только общество имеет право принимать решение о



развитии ядерной энергетики, что должно быть четко зафиксировано на законодательном уровне. Но для столь ответственного решения население должно быть соответствующим образом подготовлено. Оно должно знать, что такое АЭС, в чем ее потенциальная опасность, что сделано для того, чтобы эта опасность была пренебрежимо мала. Необходимо вести повседневную, методичную работу с общественностью.

Наличие независимого и полномочного органа государственного регулирования – индикатор культуры ядерной безопасности в стране. Отсутствие такого органа или достаточных для выполнения его функций финансовых и людских ресурсов, отсутствие фактической независимости в принятии важных для безопасности решений означает отсутствие культуры безопасности ядерной энергетики в стране, нарушение международного режима ее безопасности.

Не менее важный урок Чернобыльской аварии: обязательное наличие профессионально сильной эксплуатирующей организации, способной решать связанные с ядерной энергетикой проблемы, обладающей потенциалом для оценки и управления безопасностью эксплуатируемых ядерных установок.

Наконец, еще один урок: это постоянный анализ безопасности АЭС, выявление дефицитов безопасности и их устранение. Сюда следует отнести: интенсивные научные исследования факторов, влияющих на безопасность АЭС; постоянное совершенствование нормативной базы; создание особого, ориентированного на безопасность психологического климата в коллективах эксплуатационников; постоянное повышение квалификации персонала и чувства ответственности за безаварийную работу ядерных энергоблоков.

Анализ того, что произошло 26 апреля 1986 года на Чернобыльской АЭС, – не самоцель и не должен быть обращен в прошлое. Главное – извлечение уроков для ядерной безопасности сегодня и в будущем, предотвращение самой возможности повторения аварии с серьезными радиологическими последствиями. Все, кто так или иначе связан с обеспечением ядерной безопасности, чьи решения могут прямо или косвенно повлиять на ядерную безопасность, должны понять, почему было возможно эксплуатировать то, что не отвечало требованиям безопасности, почему годами не устранялись недостатки, которые были известны и привели к аварии с катастрофическими последствиями. Это должно быть осознано, и должны быть сделаны правильные выводы.

## **1.2. Мероприятия по ограничению выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

После первых мощных выбросов радиоактивности, вызванных взрывом реактора, выбросы радиоактивности не прекратились.

Мощность этих выбросов определялась следующими процессами:

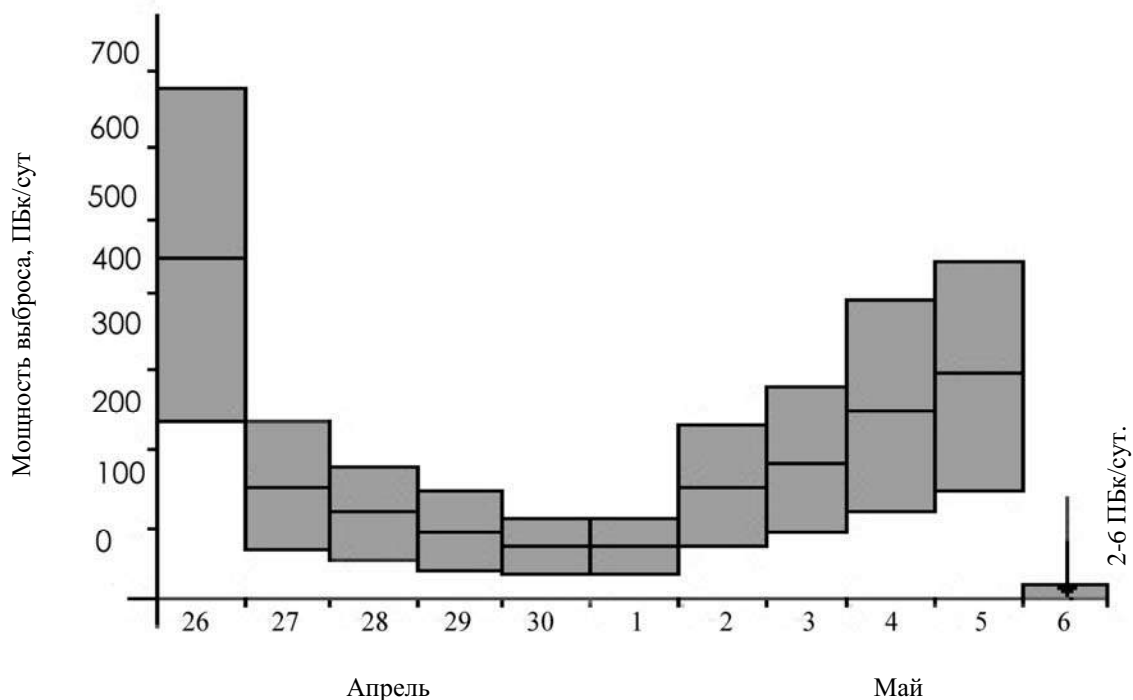
1. Остаточным выделением тепла за счёт радиоактивного распада продуктов деления, наработанных в реакторе.

С учетом выхода летучих продуктов деления эта величина составляла ~230 кВт/тU [1] после взрыва, и в дальнейшем спадала.

2. Выделением тепла вследствие химических реакций (в основном вызванным окислением графита) [2].

Интенсивность выброса с 26 апреля по 2 мая постепенно уменьшалась, а со 2 мая до 6 мая росла, возможно, за счёт создания в развале объединения разрозненных ячеек в единый расплав [3], и после 6 мая резко упала (рис.1.1) [4].

Позже были выполнены оценки, которые базировались на реконструкции динамики выбросов по плотности загрязнения территории <sup>137</sup>Cs с учетом метеорологических условий во время аварии [5], согласно которым мощность выбросов монотонно увеличивалась с 26 по 28 апреля за счёт разогрева ядерного топлива.



**Рис. 1.1.** Суточный выброс радиоактивных веществ в атмосферу во время Чернобыльской аварии (без учета благородных газов). Величины рассчитаны на 6 мая 1986 г. с учетом радиоактивного распада. Выброшенная 26 апреля 1986 г. активность составила 740 - 890 ПБк. Предел неопределенности для всех выбросов  $\pm 50\%$ .

С целью снижения попадания выбросов из разрушенного реактора в окружающую среду Правительственная комиссия, созданная 26 апреля, приняла решение начать сбрасывать с вертолетов в шахту реактора материалы, которые предназначались для локализации источника выбросов. Через две недели, начиная с 27 апреля, на 4-й энергоблок было сброшено около 5000 т разных материалов [6]. Для охлаждения топлива – 2400 т свинца, для предотвращения возможной самоподдерживающейся цепной реакции – 40 т карбида бора, для прекращения горения графита – 800 т доломита, для фильтрации выбросов продуктов деления – 1800 т песка и глины. Всего за апрель–май 1986 года было сброшено около 15000 т таких материалов: свинцовая дробь – 1500 т, свинцовые чушки – 5220 т, мраморная крошка – 3532 т, доломит – 1167 т, карбид бора – 42 т, каучук – 489 т, цеолит – 1890 т, полимеризирующаяся жидкость – 140 т и тринатрийфосфат – 1536 т [7]. К сожалению, как показано в работе [7], материалы, сброшенные на разрушенный блок, в значительных количествах в шахту реактора не попадали. В центральном зале наибольшей высоты (около 15 м над полом) достигает холм из сброшенных материалов у стены разрушенного южного барабана-сепаратора при средней его высоте около 7 м в центре зала. Это можно объяснить тем, что источник дыма был расположен приблизительно на 25 м восточнее шахты реактора. Кроме того, верхняя плита биологической защиты, которая стояла почти вертикально, вместе с остатками водяных коммуникаций, перекрывала шахту реактора сверху. Сброс материалов засыпки с большой высоты привел к разрушению плит кровли машинного зала, деаэрационной этажерки, а это за счёт интенсивного пылеобразования, привело к созданию радиационного загрязнения в северном направлении [3]. Материалы засыпки, которые попали в центральный зал, затушили источник возгорания, который находился вне шахты реактора, и покрыли толстым слоем выброшенные туда высокорadioактивные обломки активной зоны, уменьшив их радиационную опасность для строителей и персонала.

В целом же последующее уменьшение выбросов было предопределено естественными процессами внутри блока: завершением горения графита и снижением температуры образованных лавообразных топливосодержащих материалов в результате спада остаточного тепловыделения и теплоотводом за счёт конвекции атмосферного воздуха.

Существовала еще одна гипотетическая опасность, которая заключалась в том, что достаточно большая часть ядерного топлива могла проплавить перекрытие под реакторным отделением, фундаментную плиту, и загрязнить высокой радиоактивностью грунтовые воды. Для устранения этой потенциальной опасности Правительственной комиссией было принято решение построить железобетонную подфундаментную плиту размером 30х30 м, толщиной приблизительно 2,5 м, которая охлаждалась водой благодаря героическому труду горняков в предельно тяжелых условиях. Работы по сооружению этой плиты были завершены 28 июня. Однако при расчётах взаимодействие расплавленного топлива с конструкционными материалами реакторного отделения не учитывалось. Так же не учитывалось, что в процессе взаимодействия с конструкционными материалами топливо будет смешиваться или растворяться в их расплаве, в связи с чем будет значительно увеличиваться объём и улучшаться условия теплоотдачи. Поэтому реальная опасность проплавления существовала только для перекрытия между помещением 305/2 и парораспределительным коридором [8].

В условиях, когда фактически не было понятно, какие процессы происходят в разрушенном блоке, при нехватке времени на их моделирование, невозможности получения достоверной информации в связи с огромными радиационными полями поблизости и внутри блока, а также психологическом влиянии масштабов катастрофы, невозможно было в некоторых случаях принять оптимальные решения.

### **1.3. Действия по защите населения**

В течение нескольких часов после разрушения 4-го энергоблока пожарным и персоналу ЧАЭС удалось ликвидировать многочисленные возгорания на блоке и предупредить угрозу распространения пожара на другие энергоблоки. Сразу после аварии были остановлены сначала 3-й энергоблок, который вместе с 4-м энергоблоком составляет вторую очередь ЧАЭС, а затем 1-й и 2-й энергоблоки. По распоряжению Совета Министров СССР была создана Правительственная комиссия по расследованию причин аварии на Чернобыльской АЭС. Основными задачами Правительственной комиссии были: определение масштабов аварии, разработка и реализация мероприятий по её локализации и преодолению её последствий, здравоохранению и предоставлению помощи населению, а также детальное изучение причин аварии и разработка на основе проведенного анализа оперативных и долгосрочных мероприятий для недопущения подобных аварий в будущем. Работа Правительственной комиссии проходила в экстремальных условиях, вызванных как сложностью проблем, которые возникли в результате аварии, так и отсутствием опыта действий в подобных ситуациях [9].

Одним из первых вопросов, которые возникли перед Правительственной комиссией, было определение судьбы населения г. Припять, расположенного на расстоянии 4 км от ЧАЭС. С утра 26 апреля в городе был установлен постоянный контроль за радиационной обстановкой. К вечеру 26 апреля уровни радиации выросли и достигли в отдельных местах сотен миллирентген в час, в связи с чем Правительственной комиссией было принято решение о подготовке к эвакуации жителей города. В ночь с 26 на 27 апреля из Киева и других соседних городов в Припять прибыло 1390 автобусов, 3 специальных железнодорожных поезда. Были определены районы и населённые пункты для размещения эвакуированных, порядок их приёма и расселения, сформированы специальные группы для решения неотложных проблем. Эвакуация началась в 14 часов 27 апреля 1986 г. и была проведена примерно за 3 часа. В этот день из города было эвакуировано около 45 тыс. человек. В первые дни после аварии было эвакуировано население из

прилегающей (10-километровой) зоны ЧАЭС. 2 мая 1986 было принято решение об эвакуации населения из 30-ти км зоны Чернобыльской АЭС и некоторых населенных пунктов за её пределами. В дальнейшем, до конца 1986 г., из 188 населенных пунктов (включая г. Припятъ) было отселено около 116 тыс. человек [9, 10]. В целом с момента принятия правительственных решений об эвакуации и переселении пострадавших с радиоактивно загрязненных территорий было эвакуировано и переселено больше 52 тыс. семей (164,7 тыс. чел, из них в 1986-1990 гг. – 90784 человека).

Во время эвакуации людям запрещалось брать с собой вещи, многие были эвакуированы в домашней одежде. Чтобы не сеять панику, сообщалось, что эвакуированные вернутся домой через три дня. Домашних животных с собой брать не разрешали (впоследствии подавляющее большинство из них были уничтожены). Безопасные пути движения колонн эвакуированного населения определялись с учетом уже полученных данных радиационной разведки. Невзирая на это, ни 26, ни 27 апреля жителей не предупредили о существующей опасности и не дали никаких рекомендаций о том, как следует вести себя, чтобы уменьшить влияние радиации.

7 мая 1986 г. было принято Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР по вопросам трудового и бытового обустройства населения, эвакуированного из опасных зон. В нем были определены конкретные мероприятия по размещению семей работников Чернобыльской АЭС в Киеве и других населенных пунктах, строительству жилых домов и хозяйственных сооружений для переселенцев из сельской местности, трудоустройству и условиям оплаты труда эвакуированных людей. В частности, в Киеве на указанные цели было предусмотрено выделить 7 500 квартир, в Чернигове – 500 квартир.

Первое официальное сообщение об аварии на ЧАЭС было сделано по телевидению 28 апреля. В достаточно сухой форме сообщалось о факте аварии и двух погибших, о настоящих масштабах катастрофы стали сообщать намного позже. На начало мая радиационный фон на улицах Киева в десятки, а то и в сотни раз превышал естественный, хотя медицинское и другое руководство через средства массовой информации убеждало людей, что в городе радиационный фон не изменился и не превышает 0,15 мР/ч, а если где и повысился до 0,34 мР/ч, то это за счёт излучения гранита, которым украшены цокольные этажи некоторых домов. Кое-кто из руководства Минздрава отмечал, что благодаря более частой уборке улиц радиационная обстановка в Киеве стала даже лучше, чем была до аварии. В то время, когда все иностранные средства массовой информации извещали об угрозе для жизни людей, а на экранах телевизоров демонстрировалась карта воздушных потоков в Центральной и Восточной Европе, в Киеве и других городах Украины и Беларуси проводились демонстрации и празднования, посвященные 1 Мая. Укрывательство от общественности информации о катастрофе было инициировано руководителями страны. Аргументом для засекречивания катастрофы выдвигалось рассуждение о предотвращении паники среди населения. Такие рассуждения действительно были небезосновательными. Однако масштабы катастрофы были такими, что засекретить её оказалось невозможным.

Факт отселения жителей городов Припятъ и Чернобыль (27.04.86 и 06.05.86, соответственно) мгновенно стал достоянием населения Украины, Беларуси и России. Вместе с тем, к середине мая 1986 года врачам Министерства здравоохранения, средствам массовой информации запрещалось информировать население СССР о работах, которые проводятся по ликвидации последствий аварии, о методах защиты и масштабах аварии. Это привело к тому, что значительная часть населения, особенно это касается сельского населения, продолжала употреблять в пищу продукты подсобного хозяйства, в частности, молоко. Вследствие этого население получило значительное дополнительное облучение, в частности, щитовидной железой. Карты радиационного загрязнения, уровни радиации были засекречены до 1990 года. Укрывательство информации о Чернобыльской катастрофе привело к возникновению и распространению невероятных слухов о возможных последствиях катастрофы.

Это, в свою очередь, вызывало очень большое социально-психологическое напряжение среди населения и недоверие к официальной информации. Укрывательство информации о Чернобыльской катастрофе, без сомнения, было ошибкой [11].

В результате аварии на Чернобыльской АЭС образовалась большая радиоактивно загрязненная территория, которая только в Украине составила 54,6 тыс. кв. км, в том числе и созданная зона отчуждения, свыше 2,5 тыс. кв. км. Как предусматривалось Законом Украины «О правовом режиме территории, которая подверглась радиоактивному загрязнению в результате Чернобыльской катастрофы», зона совместила две специальных территории – зону отчуждения и зону безусловного (обязательного) отселения. Данным Законом зона отчуждения была определена как территория, с которой в 1986 году эвакуированы жители, а зона безусловного отселения – как территория, которая загрязнена долгоживущими радионуклидами. Земли этих зон выведены из хозяйственного пользования, отмежованы от прилегающих к ним территорий и отнесены к категории радиационно опасных. Сегодня в зоне отчуждения находится 76 населенных пунктов, и 92 – в зоне безусловного (обязательного) отселения. Зона отчуждения является специфической режимной территорией, которая ограждена колючей проволокой и постоянно охраняется. Одной из основных задач охраны является предотвращение выноса радиоактивных веществ за пределы зоны.

Первоочередными заданиями, которые встали перед учёными и специалистами в первые послеаварийные месяцы, были работы по стабилизации радиационной обстановки на территориях, с которых было эвакуировано население, ликвидации источников вторичного загрязнения, проведению крупномасштабных дезактивационных работ, созданию условий для дальнейшей безопасной эксплуатации атомной электростанции [12, 13, 14]. Для решения этих и многих других задач в октябре 1986 года было создано производственное объединение «Комбинат», в состав которого вошли ЧАЭС и все предприятия и организации, выполнявшие первоочередные работы по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы на территории современной зоны отчуждения. В декабре 1989 года в основном была завершена дезактивация промплощадки и возобновлены необходимые коммуникации жизнеобеспечения станции и зоны отчуждения; далее ПО «Комбинат» реформировалось в научно-производственное объединение «Припять». На новое объединение в зоне отчуждения возлагались задачи по радиационно-дозиметрическому контролю, обращению с радиоактивными отходами, ведение научно-исследовательских работ, содержание инфраструктуры зоны отчуждения.

С марта 1992 года управление зоной отчуждения начало осуществлять специальное подразделение Минчернобыля Украины – Администрация зоны. В январе 1996 года это подразделение переименовано в Администрацию зоны отчуждения и зоны безусловного (обязательного) отселения. Впоследствии, в декабре 1997 года, была завершена передача первой очереди территории зоны безусловного (обязательного) отселения под юрисдикцию Администрации зоны отчуждения и зоны безусловного (обязательного) отселения МЧС Украины. В 2000 году, по действующему Закону «О правовом режиме территории» и Указу Президента Украины «Об административной реформе в Украине», а также другим нормативным актам и с целью государственного регулирования и организации всех мероприятий по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы в зоне отчуждения, эта структура преобразовалась в Государственный департамент – Администрацию зоны отчуждения и зоны безусловного (обязательного) отселения. Производственная деятельность в зоне осуществляется по двум направлениям – вывод из эксплуатации Чернобыльской АЭС (до декабря 2000 года – эксплуатация станции) и ведение работ по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы. Департамент организывает и координирует проведение всех мероприятий на ее территории. В настоящее время в зоне отчуждения сосредоточено более 800 пунктов временной локализации радиоактивных отходов общим объемом-около 1 млн. кубических метров и суммарной активностью 380 тыс. Ки.

Работами по обращению с радиоактивными отходами занимаются государственные предприятия «Комплекс» и «Техноцентр», в состав которых входят комплекс по переработке и захоронению радиоактивных отходов «Вектор», пункты захоронения РАО: «Буряковка», «Подлесный», «Комплексный». В зоне также расположены две площадки радиоактивной техники, которая использовалась во время ликвидации последствий катастрофы в 1986 – 1987 годах.

С целью разработки безопасных и эффективных технологий по обращению с РАО, которые образовались в результате аварии на ЧАЭС, был создан комплекс производств по дезактивации, транспортировке, переработке и захоронению РАО под названием «Вектор». Таким образом, в Украине создана возможность захоронения РАО с соблюдением всех требований надёжной защиты населения и окружающей среды от радиоактивного воздействия. Анализ ситуации подтверждает, что все пункты захоронения радиоактивных отходов, включая объект «Укрытие» с остатками в нём ядерного топлива, вызывают серьёзную обеспокоенность специалистов относительно негативных процессов, связанных с переходом радионуклидов в растворимые формы, в частности плутоний-241 и америций-241, и возможным их проникновением в грунтовые воды. Одним из важнейших участков работ по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС является проведение радиологического мониторинга территории зоны отчуждения. В разное время, на основе материалов и результатов исследований в виде карт, прогнозных расчетов, справок и т.д., которые систематически подавались в Правительственную комиссию и республиканские штабы Украины и Беларуси, принимались решения об эвакуации населения, проведении дезактивационных работ, а также определялись *границы зон* радиоактивного загрязнения (постоянного отселения, временного отселения, жёсткого радиационного контроля) и уровни социальной защиты граждан, которые жили или работали на загрязнённых территориях.

С образованием Минчернобыля Украины, а впоследствии Министерства Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы, планирование, координация и анализ работ по созданию системы радиационного контроля, уточнению радиационного состояния территорий стали приоритетными направлениями их деятельности [15]. В настоящее время радиологический контроль в зоне отчуждения осуществляет Государственное предприятие «Чернобыльский радиэкологический центр». Радиэкологический мониторинг в зоне отчуждения является неотъемлемой составной частью государственной системы мониторинга. Дозиметрические исследования проводятся по шести главным направлениям: радиогеохимический мониторинг почв; мониторинг поверхностных вод; мониторинг подземных вод; мониторинг воздушного бассейна; мониторинг биологических объектов; мониторинг районов несанкционированного проживания.

В результате Чернобыльской катастрофы продуктами радиоактивного распада в Украине загрязнено 4,4 млн. га лесов. Государственные органы были вынуждены вывести из обращения 157 тыс. га лесов (в том числе 110 тыс. га в зоне отчуждения) [16, 17]. Осенью 1991 года были окончательно утверждены концептуальные положения по безопасному ведению лесного хозяйства, которые предусматривают получение чистой продукции. Для осуществления мероприятий по безопасному ведению лесного хозяйства и недопущению реализации продукции с превышением установленных нормативов создана сеть дозиметрического контроля. Благодаря лесным массивам, которые во время аварии сыграли роль защитного экрана – накопителя радионуклидов, было ограничено распространение радиоактивного загрязнения на большие территории. Таким образом, лес стал главным естественным фактором стабилизации радиэкологического состояния в зоне отчуждения. В 1992 году в зоне отчуждения начало работать Государственное специализированное производственное комплексное лесное предприятие «Чернобыльлес» (впоследствии Чернобыльская Пуща). Задачами этого предприятия являются охрана лесных угодий зоны от пожаров, браконьеров, защита насаждений от вредителей, болезней, а главное – насаждение молодых лесов для связывания радионуклидов в биологической цепи.

Опасным фактором, который приводит к повторному радиоактивному загрязнению территорий, являются лесные пожары. С целью повышения санитарно-защитных функций лесов, недопущения повторного радиоактивного загрязнения территории в результате пожаров, предотвращения выноса радионуклидов на чистые территории, в зоне устраиваются минерализованные полосы, поддерживается готовность специализированных пожарно-химических станций для борьбы с лесными пожарами, выполняются другие мероприятия защиты лесов

Как свидетельствует статистика, 90% радионуклидов из зоны отчуждения выносятся водным путем. Загрязнение воды происходит в основном за счет смыва радионуклидов с загрязненных территорий [18]. Наибольшая угроза смыва радионуклидов в Припять, а затем в Днепр возникает во время паводкового подъема воды в реках территории зоны. Решением Правительства Украины для эксплуатации охранных объектов в октябре 1987 года было создано Чернобыльское управление по эксплуатации водоохраных сооружений в бассейне реки Припять, а впоследствии, в 1993 году, – Государственное специализированное производственное комплексное водоохранное предприятие «Чернобыльводэксплуатация». Вся деятельность предприятия направлена на уменьшение выноса радионуклидов с загрязнённых территорий зоны отчуждения водным путем. Это достигается, в частности, созданием научно обоснованного комплекса гидротехнических сооружений, которые локализовали радионуклиды наиболее загрязненных территорий зоны и создали барьеры на пути миграции радионуклидов, например, после строительства защитной дамбы на левом берегу р. Припять вынос радионуклидов в реку уменьшился на 100÷150 Ки.

Для минимизации распространения радиоактивных веществ на территории, где проживает население, в зоне отчуждения проводится следующая деятельность:

- преобразование объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему;
- санитарные и противопожарные мероприятия в лесах и на полях;
- радиологический контроль персонала в зоне отчуждения;
- переработка и захоронение радиоактивных отходов;
- водоохраные мероприятия;
- поддержание инфраструктуры зоны отчуждения;
- обеспечение физической защиты периметра зоны отчуждения;
- научное сопровождение работ и научно-исследовательская деятельность.

Непосредственно после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. в Украине была введена компенсационная политика по отношению ко всем категориям пострадавших от Чернобыльской катастрофы. Компенсации проводились в форме выплат, бесплатного и внеочередного предоставления разного рода услуг, что приводило к существенному увеличению расходов в национальном бюджете. С приобретением государством независимости политические институты, которые находились в стадии зарождения, от имени своих избирателей энергично взялись за решение проблем, вызванных Чернобыльской катастрофой, в результате чего Верховный Совет неоднократно соглашался на возмещение убытков без надлежащей оценки ресурсных возможностей. Много обязательств остались невыполненными, «чернобыльские выплаты» легли тяжёлым грузом на национальный бюджет [19].

Национальная политика Украины в сфере комплексной защиты пострадавших от последствий аварии на Чернобыльской АЭС базируется на следующих принципах:

- приоритет жизни и здоровья пострадавших от Чернобыльской катастрофы, полная ответственность государства за создание безопасных условий жизни и труда;
- комплексное решение задач здравоохранения, социальной политики и использования загрязненных территорий на основе национальных программ;
- социальная защита и полное возмещение причиненного ущерба пострадавшим;

- использование экономических путей улучшения жизни посредством политики льготного налогообложения граждан, которые пострадали от Чернобыльской катастрофы, и их объединений;
- осуществление мероприятий по профессиональной переориентации и повышению квалификации пострадавшего населения;
- сотрудничество и проведение консультаций между государственными органами и пострадавшими (их представителями, социальными группами) при принятии решений по социальной защите на местном и государственном уровнях;
- международное сотрудничество по вопросам здравоохранения, социальной и противорадиационной защиты, охраны труда, использования мирового опыта организации деятельности по данным вопросам [20].

До 1990 г. не существовало достаточно полного правового поля по вопросам защиты и определения статуса граждан, пострадавших в результате Чернобыльской катастрофы. Действовали постановления ЦК КПСС, Совета Министров СССР, приказы отраслевых министерств и ведомств. Большинство из перечисленных документов имели грифы секретности, что значительно сужало границы их использования. Законодательное определение правового режима разных по степеням радиоактивного загрязнения территорий и мероприятий по его обеспечению реализовано в Законе Украины «О правовом режиме территорий, которые подверглись радиоактивному загрязнению в результате Чернобыльской катастрофы». Основы законодательного обеспечения защиты пострадавших изложены в Законе Украины от 28 февраля 1991 г. № 796-ХІІ «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших в результате Чернобыльской катастрофы», которым 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. На основе данных Законов разработаны и введены в действие соответствующие подзаконные акты.

#### **1.4. Создание государственной системы управления по преодолению последствий Чернобыльской катастрофы**

Авария на Чернобыльской АЭС по своим масштабам не укладывалась в параметры аварий, которые в нормативных документах Советского Союза рассматривались как возможные. Произошло глобальное распространение большого спектра радиоактивных изотопов чернобыльского происхождения, которое поставило перед органами государственной власти и управления СССР абсолютно новые задания, связанные с локализацией и минимизацией последствий катастрофы. Проблемы, которые возникли в результате аварии на ЧАЭС, и управленческие решения относительно 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 сферу их применения. В Украинской ССР на их основе принимали постановления ЦК Компартии Украины и Совета Министров Украины. Настоящие документы были обнародованы в 1990 г. в сборнике, который был подготовлен для депутатов Верховной Рады Украины [21].

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 др. Применение этих регламентов давало возможность проводить организационные и управленческие мероприятия, которые помогли



обеспечить защиту людей от радиоактивных выбросов ЧАЭС. С учетом уточненных данных относительно влияния ионизирующего излучения на организм человека, опыта обеспечения 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 [22]. Вопросы организации медицинской помощи населению в местах размещения АЭС и при радиационных авариях регламентировали специальные нормативные документы [23, 24].

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) – предельная доза 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 и тому подобное) с последующим расчетом доз. Индивидуальная эффективная доза облучения граждан категории Б не должна была превышать 0,005 Зв в год. В 1996 г. практически все документы и материалы, которые имели отношение к аварии на ЧАЭС, стали доступными широкому кругу и были опубликованы в специальном сборнике [25]. Документы, которые вошли в сборник (508 документов с 1967 по 1996 гг.), подтверждают то, что проблемы, связанные с аварией на ЧАЭС, с первого дня стали центром внимания органов власти и управления прежнего СССР, а также Украины, Республики Беларусь и Российской Федерации. Верховный Совет СССР в постановлении от 25 апреля 1990 г. аварию на ЧАЭС по общему количеству последствий признал наибольшей катастрофой современности, общенародной бедой, коснувшейся судеб миллионов людей, которые проживают на огромных территориях.

Катастрофе на ЧАЭС и работам по ликвидации ее последствий была дана политическая оценка на XXVIII съезде КПСС. 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 ее влияния» в июле 1990 г. и постановлении Верховной Рады УССР от 1 августа 1990 г. Эти документы стали отправной точкой для перехода на качественно новый путь преодоления последствий катастрофы.

Верховная Рада Украинской ССР в течение 1990 г. [26] дважды рассматривала на своих сессиях экологическую ситуацию и безотлагательные мероприятия по защите населения от последствий Чернобыльской катастрофы. Была создана Комиссия Верховной Рады УССР по вопросам Чернобыльской катастрофы. 1990 год был объявлен годом оздоровления детей, которые проживали на территориях, пострадавших от аварии на ЧАЭС. 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; Главе правительственной комиссии по чрезвычайным ситуациям были переданы полномочия Первого заместителя Председателя Совета Министров Украинской ССР, признано необходимым создание в аппарате Правительства, ряде 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 [27].

29 марта 1990 г. Президиум Верховной Рады 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 относительно их устранения в будущем. Была утверждена «Государственная союзно-республиканская программа безотлагательных мероприятий на 1990–1992 годы по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС» [26]. В ней нашли отображение 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 испытали радиоактивное загрязнение в результате 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 потерпевших в результате Чернобыльской катастрофы и населения загрязненных территорий.

Правительством Украины, местными органами власти и управления осуществлялись мероприятия, направленные на уменьшение влияния радиоактивного загрязнения на здоровье людей. 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 безотлагательных мероприятий по преодолению последствий аварии на Чернобыльской АЭС в Украинской ССР на 1990–1992 гг. Невзирая на это, ситуация в загрязненных районах оставалась чрезвычайно сложной. Заострились проблемы, связанные с отсутствием детального обследования территорий и оценки радиационного состояния, 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 потерпевших. Не выполнялось решение относительно обеспечения населения «загрязненных» районов «чистыми» продуктами питания и дозиметрическими приборами, оздоровления и лечения людей, строительства жилья и объектов социальной сферы, других безотлагательных заданий.

При принятии решений органы исполнительной власти руководствовались главным критерием временных нормативных уровней загрязнения радионуклидами, утвержденных МОЗ СССР в мае в 1986 г., – плотностью загрязнения.

Верховный Совет СССР в своем постановлении № 1452-1 от 25 апреля 1990 обратил внимание на то, что мероприятий, которые реализуются для ликвидации последствий аварии, оказывается недостаточно. В районах, которые испытали радиоактивное загрязнение, сложилась крайне напряженная социально-политическая ситуация, предопределенная 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.

В конце 1990 г. Комиссией Верховной Рады 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 в результате Чернобыльской катастрофы, а также законов «О правовом режиме территории, которая подверглась радиационному загрязнению в результате Чернобыльской катастрофы» и «О статусе и социальной защите граждан, которые пострадали в результате Чернобыльской катастрофы».

За основу при разработке Концепции были взяты материалы научного доклада Совета по изучению продуктивных сил УССР Академии наук Украинской ССР, который был подготовлен для Совета Министров Украинской ССР [28]. 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 относительно снижения облучения человека до минимума.

Базовый принцип Концепции заключается 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 за год и 70,0 мЗв за всю жизнь сверх дозы, которую население получало в доаварийный период в конкретных естественных условиях [29]. В Концепции и последующих законах «О правовом режиме территорий, которые подверглись загрязнению в результате Чернобыльской катастрофы» и «О статусе и социальной защите граждан, которые пострадали в результате Чернобыльской катастрофы» предусмотрено разделение всей территории, загрязненной аварийными выбросами, на зоны [30].

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 предоставили свои предложения. Над подготовкой законопроектов длительное время работали ученые Академии наук УССР, сотрудники министерств здравоохранения, агропромышленного комплекса, труда, юстиции, общественные организации, местные советы пострадавших областей и районов. 5 февраля 1991 г. законопроекты были внесены на рассмотрение Верховной Радой УССР в первом чтении, а 27 и 28 февраля в 1991 г. приняты окончательно подавляющим большинством народных депутатов.

При рассмотрении законопроектов на сессии Верховной Рады УССР обращалось внимание на то, что, по подсчетам Министерства финансов, годовые расходы на реализацию прописанных льгот составляют свыше 4 млрд. советских рублей. 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 другое, то эта сумма составляла 580 млн. советских рублей. Таким образом, дефицит средств на реализацию законов превышал 3 млрд. советских руб. Эти средства предусматривалось получить из союзного бюджета.

С развалом Советского Союза возможность получения средств из союзного бюджета была потеряна и финансирование всех мероприятий, предусмотренных чернобыльским законодательством, полностью легло на украинский бюджет. Невзирая на то, что за годы независимости Украина потратила свыше 12 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 территорий, которые подверглись 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, порядок проживания на загрязненных территориях. Каждому пострадавшему в результате Чернобыльской катастрофы государство гарантирует предоставление льгот и компенсаций в зависимости от установленной категории [31].

Для повышения статуса органа государственного управления, который занимался решением чернобыльских проблем, по предложению Комиссии по вопросам Чернобыльской катастрофы Верховной Рады Украины, Законом «О перечне министерств и других центральных органов государственного управления УССР» от 13 мая 1991 № 10306-ХІІ на базе Государственного комитета по вопросам Чернобыльской катастрофы было создано Министерство по вопросам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы.

Отмеченное позволяет отнести функцию государства относительно преодоления последствий Чернобыльской катастрофы к числу главных.

Важнейшим фактором для отнесения той или другой функции к числу основных является ее конституционное закрепление. В отличие от конституций других государств прежнего СССР, в Конституции Украины отображена функция государства по отношению к Чернобыльской катастрофе: «...преодоление последствий Чернобыльской катастрофы – катастрофы планетарного масштаба, сохранение генофонда украинского народа являются обязанностью государства» (статья 16).

С принятием «чернобыльских» законов и распадом Советского Союза возник вопрос о финансировании всей чернобыльской программы. Постановлением Верховной Рады Украины «О проекте Республиканского бюджета Украины на 1 квартал 1992 года» от 20 декабря 1991 года № 206 в составе Республиканского бюджета на 1992 г. создан Фонд для осуществления мероприятий по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы и социальной защиты населения. В данный 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 № 2147-ХІІ с 1 марта 1992 отчисления в названный фонд были определены в размере 12%.

Законом Украины «О формировании Фонда для осуществления мероприятий по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы и социальной защиты населения» (1997) сумма сбора составляла 10% от объекта налогообложения с отнесением оплаченных сумм на валовые расходы производства и обращения плательщика сбора [32]. Указом Президента Украины «О некоторых изменениях в налогообложении» от 07 августа 1998 г. № 857/98, начиная с 1 января в 1999 г., было остановлено отчисление сбора в Фонд для осуществления мероприятий по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы и социальной защиты населения. Указом было установлено, что финансирование расходов по ликвидации 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 защиты населения были определены соответствующим Законом Украины № 1445-ІІІ от 10 февраля 2000 года. Было определено, что финансирование расходов, связанных с ликвидацией последствий Чернобыльской катастрофы и социальной защитой населения, происходит за счет Фонда для осуществления мероприятий по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы и социальной защиты населения, которая создается в

составе Государственного бюджета Украины. Средства Фонда засчитываются на отдельный счет Государственного бюджета Украины. Распорядителем Фонда определено Министерство Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций и защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы (МЧС) [33].

Таким образом, постепенно была сформирована правовая база для реализации национальной политики в сфере 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 относительно социальной защиты потерпевших граждан были определены правильно. В сферу защиты попали непосредственные участники ликвидации последствий аварии, наиболее склонные к рискам, – дети и инвалиды, жители населенных пунктов, которые расположены в зонах радиоактивного загрязнения.

Именно данным Законом определены основные положения относительно реализации конституционного права граждан, которые пострадали от Чернобыльской катастрофы, на охрану их жизни и здоровья, создан единый порядок определения статуса пострадавших. После принятия данного Закона в государстве была начата работа по подготовке и введению в действие подзаконных нормативных актов для реализации определенных законодательством положений, и прежде всего, относительно определения статуса пострадавших и организации их социальной защиты. Также необходимо отметить, что значительная часть мероприятий, предусмотренных Законом, не были выполнены и не оправдали надежды 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. При изменении редакции Закона от 4 июня 1996 года введен новый порядок установления категорий пострадавших и расширен перечень льгот и компенсаций потерпевшим детям, инвалидность которых связана с Чернобыльской катастрофой [34].

Всего за период с 1990 года нормативно-правовая база по вопросам Чернобыльской катастрофы насчитывает более 800 документов, которые позволяют регулировать разные аспекты жизнедеятельности граждан Украины в связи с Чернобыльской катастрофой.

Изучению теоретических и практических вопросов правового регулирования социальной защиты граждан, которые испытали радиационное влияние в результате Чернобыльской катастрофы, особое внимание уделяла Верховная Рада Украины. Анализ законодательства относительно социальной защиты граждан и практики его использования, который ежегодно проводится Верховной Радой Украины в рамках парламентских слушаний или «Дней Правительства Украины», дает возможность определить основные проблемы и предложить пути совершенствования.

На парламентских слушаниях к 23-й годовщине катастрофы было отмечено, что проблемы, которые возникли в результате Чернобыльской катастрофы, с годами не исчезают, а трансформируются. Некоторые из них, прежде всего социально-экономические, заостряются и требуют комплексного решения и системного подхода в деятельности органов исполнительной власти для их решения. Подчеркивалось, что финансирование чернобыльских программ характеризуется несоответствием расчетных объемов в бюджетном запросе объемам, утвержденным в Государственном бюджете на соответствующий год. Также было принято решение о создании на высшем уровне межведомственной комиссии по комплексному решению чернобыльских проблем, деятельность которой планируется направить на решение вопросов, связанных с социальной защитой чернобыльцев. Позитивными сдвигами, прежде всего в вопросе

обеспечения безопасности Чернобыльской АЭС, было принятие Верховной Радой Украины двух законов относительно обращения с радиоактивными отходами в Украине, и что важнее Вего, — Закона Украины «Об Общегосударственной программе снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему» [35].

15 января 2009 года Президентом Украины была утверждена (номер 886-VI) «Общегосударственная программа снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему», которая приобрела статус Закона Украины с 1 января 2010 года. Эта программа определяет основные направления работ по снятию с эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, ориентировочные объемы их финансирования, организационные и технические задания.

Целью Общегосударственной программы является обеспечение реализации государственной политики относительно:

- подготовки к снятию и снятию с эксплуатации Чернобыльской АЭС, преобразование объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему;
- обеспечение защиты персонала, населения и окружающей среды от влияния ионизирующего излучения.

Завершение деятельности по снятию с эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему требует около 100 лет, поэтому Программа содержит первоочередные меры, которые необходимо осуществить в течение 2009–2012 годов на этапе прекращения эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему.

Программой предусмотрена деятельность по таким основным направлениям:

- прекращение эксплуатации, подготовка к снятию и снятию с эксплуатации Чернобыльской АЭС;
- преобразование объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему;
- обращение с радиоактивными отходами Чернобыльской АЭС, накопленными за период эксплуатации, и теми, которые будут образовываться во время выполнения работ по снятию с эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему;
- научно-техническая и информационная поддержка работ по подготовке к снятию с эксплуатации энергоблоков Чернобыльской АЭС и преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, гарантирование прозрачности для общества решений относительно обеспечения безопасности деятельности, предусмотренной Программой;
- социальная защита работников Чернобыльской АЭС и жителей города Славутич в связи с досрочным снятием Чернобыльской АЭС с эксплуатации.

Государственно-правовой механизм преодоления последствий Чернобыльской катастрофы является существенной составляющей государственно-правового механизма Украины. Как отмечается в нормативно-правовых актах Верховной Рады Украины, в настоящее время структура государственно-правового механизма преодоления последствий Чернобыльской катастрофы в Украине не сбалансирована. С одной стороны, существует достаточно развитая и не реализованная система нормативно-правового обеспечения; с другой – отсутствует системная деятельность центральных и местных органов исполнительной власти в этой сфере.

Вопросами минимизации последствий Чернобыльской катастрофы раньше занималось Министерство Украины по делам защиты населения от последствий аварии на ЧАЭС (Минчернобыль Украины), а с 1997 г., согласно Указу Президента Украины от 28 октября 1996 № 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. В дальнейшем, с внедрением реформы центральных органов исполнительной власти, функции социальной защиты населения в 2004 году были переданы Министерству труда и социальной политики. Это усложнило координацию по обеспечению реализации государственной политики в сфере решения комплекса чернобыльских проблем. Анализ деятельности МЧС показывает, что по сравнению с Минчернобылем, оно 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. Следует отметить, что пока Чернобыльская АЭС генерировала электроэнергию, удавалось решать много вопросов, связанных с ликвидацией последствий Чернобыльской катастрофы. После остановки блоков Чернобыльской АЭС ситуация с решением вопросов относительно преодоления последствий катастрофы ухудшилась еще больше.

Минимизация последствий Чернобыльской катастрофы – это не временная, а рассчитанная на длительное время целеустремленная деятельность государства, которая будет осуществляться в течение длительного исторического периода. Характерными чертами государственного управления в сфере преодоления последствий Чернобыльской катастрофы должны стать научная обоснованность и стабильность. На сегодняшний день нужно создать такую систему управления по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы, которая бы объединила все направления социальной защиты, реабилитации и развития населения, пострадавшего от последствий катастрофы, экологическое оздоровление радиоактивно загрязненных территорий; обобщить и создать эффективную нормативно – правовую базу, которая смогла бы урегулировать и обеспечить решение всех проблем, связанных с преодолением последствий Чернобыльской беды, позволив перейти к новой фазе – фазе возрождения и развития. Основной оценкой эффективности следует определить способность достигать поставленных целей в запланированные сроки с использованием предусмотренных ресурсов. В свою очередь, нужно уделить повышенное внимание реабилитации пострадавших. Политика государства должна быть направлена на уменьшение ощущения «жертвы». Нужно отходить от стереотипов, что только государство может решить все вопросы, связанные с преодолением последствий трагедии, – пострадавшие должны пытаться самостоятельно преодолевать возникающие препятствия. Также нужно переходить от политики компенсации за риски к компенсациям за фактически причиненный ущерб.

### **1.5. Строительство объекта «Укрытие»**

В результате аварии была разрушена активная зона реактора, значительная часть технологического оборудования и строительных конструкций 4-го энергоблока ЧАЭС (рис. 1.2 см. цвет. вклад.). Были уничтожены барьеры и системы безопасности, которые защищали окружающую среду от радионуклидов, содержащихся в облучённом ядерном топливе.

Поэтому сразу же после аварии возник вопрос о долгосрочной консервации 4-го энергоблока путём строительства сооружения, которое бы ограничило выход радиоактивных веществ и ионизирующего излучения за пределы разрушенного энергоблока.

Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР № 634-188 от 29.05.86 г. Министерству среднего машиностроения СССР были поручены «работы по захоронению 4-го энергоблока ЧАЭС и сооружений, которые к нему относятся». Объект получил название «Укрытие 4-го блока ЧАЭС».

Следующим Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР № 663-194 от 05.06.86 г. функции Генерального Проектировщика работ «по захоронению 4-го блока ЧАЭС, по

захоронению радиоактивных отходов и дезактивации оборудования промплощадки ЧАЭС» были возложены на ВНИПИЭТ (г. Санкт-Петербург). Научное руководство работами по захоронению 4-го блока ЧАЭС осуществлял ИАЭ им. И.В.Курчатова.

Особенности и сложность выполнения работ по консервации аварийного энергоблока заключались в отсутствии как в отечественной, так и в мировой практике опыта преодоления последствий такой масштабной аварии, а также в отсутствии на то время специальных нормативных документов для разработки проектных решений.

Ввиду особой важности объекта «Укрытие» было проработано на концептуальном уровне восемнадцать вариантов проекта, которые предусматривали, в частности, образование холма из щебня и бетона, строительство огромного сооружения в виде арочного свода или купола, а также другие варианты. Но большинство предложенных решений требовали значительных расходов строительных материалов, а главное – огромных трудозатрат и доз облучения персонала, а также длительного времени на их строительство, которое не отвечало основному требованию – как можно быстрее ликвидировать последствия аварии. Отдельные решения не могли быть реализованы при тогдашнем уровне техники.

С учетом материальных расходов и дозовых нагрузок на персонал, а также сжатых сроков строительства был принят окончательный вариант защитного сооружения, который предусматривал максимальное использование уцелевших несущих конструкций 4-го энергоблока в составе конструкционной системы объекта «Укрытие».

Таким образом, строительные конструкции объекта «Укрытие» – это сочетание «старых» конструкций разрушенного энергоблока № 4 и «новых» конструкций, построенных после аварии.

Благодаря такому сочетанию было создано уникальное сооружение, строительные конструкции которого выполняют чрезвычайно важную функцию физического барьера на путях выхода радиоактивных веществ и ионизирующего излучения в окружающую среду.

Основу физических барьеров составляют внешние защитные конструкции, построенные после аварии: каскадная стена, контрфорсные стены, перекрытие над реакторным блоком, деаэрационной этажеркой и машинным залом (рис. 1.3 см. цвет. вклад.).

Относительно уцелевшие конструкции энергоблока № 4 создают опорный контур, на который опираются несущие элементы перекрытия над реакторным блоком и деаэрационной этажеркой. В первую очередь – это северная и южная выхлопные шахты, монолитная стена по оси 50 с каркасом, который прилегает к ней (рис. 1.4 см. цвет. вклад.). На эти конструкции опираются главные балки Б1 и Б2, которые вместе с трубным накатом создают перекрытие над центральной частью реакторного блока (в частности, над центральным залом). На конструкции деаэрационной этажерки опираются балки «Мамонт» и «Осьминог».

Реализация такого варианта защитного сооружения требовала решения двух наиболее сложных проблем:

- обследование технического состояния уцелевших конструкций 4-го энергоблока в чрезвычайно трудных радиационных условиях и оценка возможности их использования в качестве конструкционных элементов объекта «Укрытие»;
- выбор таких конструкционных и технологических решений, которые бы позволили максимально сократить сроки строительства объекта «Укрытие» и минимизировали радиационное влияние на персонал и окружающую среду.

Кроме ВНИПИЭТ, проектные работы по различным направлениям выполнялись рядом проектных институтов, в частности, ЛенПСК (г. Санкт-Петербург), ЦНИИПСК (г. Москва), УКРНИИПСК (г. Киев), ДнепроПСК (г. Днепропетровск) и другими институтами.

Для выполнения строительно-монтажных работ по консервации аварийного блока и сооружению объекта «Укрытие» в системе Министерства среднего машиностроения СССР было специально создано Управление строительства № 605.



В кратчайший срок были построены объекты обеспечения: базы снабжения, базы по обслуживанию автотранспорта и строительной техники, заводы по приготовлению бетонной смеси, пункты принятия и разгрузки строительных материалов и другие объекты.

Для проживания работающего персонала были приспособлены пионерские лагеря, базы отдыха, школы, создавались палаточные городки и строения, которые быстро монтируются. Были организованы столовые и объекты санитарно-гигиенического назначения.

Указанные объекты размещались с учетом радиационного состояния территорий и наличия транспортных коммуникаций. Персонал ежедневно доставлялся «чистым» автотранспортом к пункту пересадки на специальный автотранспорт, который обслуживал зону строгого режима. Весь автотранспорт, который выезжал из зоны строгого режима, подлежал дозиметрическому контролю и, при необходимости, дезактивации на специализированных пунктах.

С целью обеспечения эффективности и безопасности работ по консервации аварийного блока до начала основных строительно-монтажных работ был осуществлен комплекс мероприятий по дезактивации окружающей территории. Были удалены фрагменты активной зоны реактора (обломки тепловыделяющих сборок, графита и конструкционных материалов реактора), пожарные автомобили и другая техника, элементы разрушенных строительных конструкций и технологического оборудования, был снят верхний загрязненный слой грунта. Эти работы выполнялись с помощью специальных инженерных машин, созданных на базе танков и оборудованных защитным экранированием, грейферным захватом, техническим телевидением и приборами для обнаружения локальных источников ионизирующего излучения, а также бульдозерами, оборудованными защитным экранированием. После завершения работ по удалению радиоактивных отходов территория вокруг аварийного энергоблока была покрыта слоем бетона толщиной до 0,5 м.

Другим существенным фактором улучшения радиационной обстановки было сооружение по периметру аварийного энергоблока так называемых пионерных стен, которые выполняли функцию экранирования. Кроме того, пространство за пионерными стенами использовалось для размещения радиоактивных отходов, которые были собраны с окружающей территории.

Проведение работ по дезактивации окружающей территории и созданию защитных пионерных стен позволило приступить к выполнению основного комплекса строительно-монтажных работ по сооружению объекта «Укрытие».

Строительство объекта «Укрытие» в чрезвычайно сложной радиационной обстановке требовало разработки и внедрения таких организационных и технологических решений, которые бы максимально, насколько это возможно, обеспечивали радиационную защиту персонала.

Основные мероприятия по радиационной защите персонала заключались в осуществлении радиационного обследования зон проведения работ, использовании разнообразных средств экранирования и применении дистанционных технологий выполнения работ в наиболее радиационно опасных условиях.

Чрезвычайно эффективной была технология монтажа с использованием укрупненных конструкций, которые собирались в «чистой» зоне и допускали дистанционный монтаж. Конструкции проектировались с узлами упоров и соединений, которые не нуждались в выполнении операций, связанных с присутствием людей непосредственно в зоне монтажа.

Для управления процессом монтажа был создан центральный оперативный пост, на который поступала информация с телекамер, смонтированных непосредственно на стрелах кранов и специальных вышках, которые устанавливались в местах с максимальным обзором.

Были также внедрены специальные технологии установки опалубки и проведения бетонных работ с дистанционным использованием насосов для подачи бетонной смеси.

Для обеспечения радиационной защиты персонала осуществлялся комплекс организационных, радиационно-гигиенических и технических мероприятий, в частности:

- постоянный мониторинг радиационной обстановки в районе ЧАЭС и на прилегающих территориях;

- организация санитарно-пропускного режима;
- обеспечение персонала необходимыми средствами индивидуальной защиты (спецодежда, респираторы и другое);
- индивидуальный дозиметрический контроль;
- экранирование кабин машин и механизмов;
- пылеподавление в зонах выполнения работ и на прилегающих территориях;
- дезактивация машин и механизмов;
- организация питания в «чистой» зоне.

Строительно-монтажные работы выполнялись с использованием уникальных на то время машин и механизмов, в частности: гусеничных кранов «Демаг» с грузоподъемностью на основной стреле до 650 т и на вспомогательной стреле – 112 т при вылете 78 м; автомобильных кранов «Либхер», насосов для подачи бетонной смеси фирм «Швинг», «Путцмайстер», «Вортингтон», а также других машин и механизмов, дооборудованных дистанционным управлением и средствами защиты [36].

Общий вид строительства объекта «Укрытие» приведен на рис. 1.5 (см. цвет. вклад.).

В процессе строительства объекта «Укрытие» было уложено около 345 тысяч м<sup>3</sup> бетонной смеси и смонтировано 7 тысяч тонн металлических конструкций [36].

Кроме строительно-монтажных работ, был выполнен значительный объём работ по созданию необходимых систем для безопасной эксплуатации объекта «Укрытие» (вентиляция, энергоснабжение, система пожаротушения, системы контроля и другие).

Проектирование и сооружение объекта «Укрытие» было осуществлено за рекордно короткий срок – всего за полгода. Уже 30 ноября 1986 года был подписан акт Государственной комиссии о принятии на техническое обслуживание объекта «Укрытие».

Сооружение объекта «Укрытие» стало важнейшим итогом деятельности по реализации первоочередных мер по минимизации последствий запроектной аварии на 4-ом энергоблоке ЧАЭС.

В то же время объект «Укрытие» не является объектом, созданным в соответствии с правилами и нормами проектирования, строительства, ввода в эксплуатацию и эксплуатации не только ядерных установок или объектов для обращения с радиоактивными отходами, но и обычных промышленных сооружений. Его строительные конструкции не отвечают требованиям нормативно-технических документов по безопасности в части структурной целостности и надежности и имеют неопределенный срок эксплуатации.

Строительным конструкциям объекта «Укрытия» присущи такие основные недостатки:

- несущие конструкции опорного контура (уцелевшие проектные конструкции энергоблока № 4) и узлы их соединения значительно повреждены, перегружены весом заваленных на них строительных конструкций и оборудования, а также материалов, которые использовались во время ликвидации аварии. Оголённая арматура железобетонных конструкций и металлические конструкции подвергаются коррозии;
- надежность и долговечность несущих конструкций опорного контура не может быть достоверно определена из-за отсутствия доступа ко многим элементам и узлам, а также сложных радиационных условий, которые не позволяют выполнить детальное их обследование;
- построенные после аварии конструкции разрознены – не соединенные между собой, свободно опираются на несущие конструкции без физического соединения и удерживаются в проектном положении (отсутствуют сварочные или болтовые соединения опорных частей конструкций);
- сложный доступ к элементам и узлам металлических конструкций для периодического осмотра и обновления антикоррозийного покрытия.

Эти недостатки приводят к тому, что со временем уровень безопасности объекта «Укрытие» снижается. Продолжается процесс деградации строительных конструкций. Существует высокая вероятность обрушения строительных конструкций, которое может привести к значительному радиоактивному загрязнению окружающей природной среды, а также облучению персонала и населения.

Все это требует постоянного наблюдения за состоянием конструкций объекта «Укрытие», важных для безопасности, и вмешательства при возникновении угрозы опасного отклонения их состояния от стабильного. Поэтому сразу же по окончании строительства объекта «Укрытие» были начаты и продолжаются исследования состояния его строительных конструкций и реализация безотлагательных мероприятий по их усилению. Со временем, в 90-х годах, была разработана и реализуется стратегия преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему.

## 2. РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ. ДИНАМИКА РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

### 2.1. Общая характеристика радиоактивного загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и подземных вод

#### 2.1.1. Масштабы и характеристика загрязнения территории радионуклидами черновыльских выпадений

Вследствие Чернобыльской катастрофы значительная территория Советского Союза, а именно – Беларуси, России, Украины, а также Западной Европы – прежде всего стран Скандинавии и Альпийского региона подверглась наибольшему загрязнению. Повышенные уровни радиоактивного загрязнения на расстояниях за пределами зоны отчуждения Чернобыльской АЭС обусловлены: выбросом загрязненных масс в атмосферу на высоту до 2000 м и их интенсивным перемещением на этих высотах; выпадением дождей; наличием сложных ландшафтных форм, которые предопределяли изменение направлений и высоты движения загрязненных воздушных масс.

Высота выброса радиоактивных веществ определила глобальный характер загрязнения, а дожди и ландшафты обусловили пестроту (пятнистость) загрязнения территорий [1].

Осадки, выпавшие во время перемещения загрязненных облаков над территорией Украины, в частности в Народичском и Лугинском районах Житомирской области, южных районах Киевской области, на Черкасщине, Подолье и Прикарпатье, обусловили формирование зон с повышенными уровнями  $^{134,137}\text{Cs}$ . Это же метеорологическое явление обусловило вымывание радиоактивных веществ, аэрозолей из тропосферы и образование зон с повышенными уровнями радиоактивного загрязнения также на территории Беларуси, России, Швеции, Финляндии, Германии, Австрии, Швейцарии, Словении, Греции, Болгарии, Румынии, Грузии [2].

Образование локального максимума загрязнения  $^{131}\text{I}$  и  $^{137}\text{Cs}$  территорий в предгорьях Альп, Балкан на расстояниях 800–1400 км от Чернобыльской АЭС обусловлено также и вертикальным перемещением воздушных потоков, что характерно для горных массивов. Общая площадь территории стран Западной Европы с уровнями загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  за счет Чернобыльской катастрофы более 20  $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$  (почти в 10 раз выше глобального фона) составляла около 280 тыс.  $\text{км}^2$  [2].

Почти 75 % территории Украины подверглось радиоактивному загрязнению  $^{137}\text{Cs}$ , которое более чем вдвое превышало доаварийные уровни. Общая активность  $^{137}\text{Cs}$ , находившаяся за пределами объекта «Укрытие» (без учета того количества, которое как радиоактивные отходы содержалось в соответствующих хранилищах и временных пунктах хранения), превысила 13 ПБк [1, 2]. Анализ соотношения  $^{131}\text{I}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в выбросах из разрушенного реактора и изучение его распространения в острую фазу аварии позволило утверждать, что более половины детского населения Украины подверглось негативному влиянию от радиоактивных изотопов йода [3].

Природные процессы распада радионуклидов за 25 лет, прошедших после аварии на Чернобыльской АЭС, внесли существенные коррективы в структуру распределения радионуклидов на территории Украины (рис. 2.1.1–2.1.10). За этот период почти вдвое сократилась площадь территории, где уровни загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  превышают 10  $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$  (табл. 2.1). Более чем втрое уменьшилась территория, где уровень загрязнения  $^{90}\text{Sr}$  превышал 4  $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$

(табл. 2.2), т.е. почти на 90 % территории Украины наблюдаются доаварийные уровни загрязнения  $^{90}\text{Sr}$ .

Таблица 2.1.

Площадь загрязнения территории Украины  $^{137}\text{Cs}$  в 1986 и 2011 г., тыс. км<sup>2</sup>

| Республика, область        | Площадь области | Год  | Площадь территории с плотностью загрязнения $^{137}\text{Cs}$ , кБк·м <sup>-2</sup> |        |         |          |           |       |
|----------------------------|-----------------|------|---|--------|---------|----------|-----------|-------|
|                            |                 |      | < 2   | 2 – 10 | 10 – 40 | 40 – 185 | 185 – 555 | > 555 |
| Автономная республика Крым | 27,0            | 1986 | 0,3   | 26,1   | 0,6     |          |           |       |
|                            |                 | 2011 | 14,8  | 12,2   |         |          |           |       |
| Винницкая                  | 26,5            | 1986 | 0,3   | 16,9   | 7,6     | 1,7      |           |       |
|                            |                 | 2011 | 2,7   | 19,0   | 4,6     | 0,2      |           |       |
| Волынская                  | 20,2            | 1986 | 0,3   | 12,7   | 7,0     | 0,2      |           |       |
|                            |                 | 2011 | 2,0   | 14,9   | 3,3     |          |           |       |
| Днепропетровская           | 31,9            | 1986 | 8,2   | 18,9   | 4,8     |          |           |       |
|                            |                 | 2011 | 15,5  | 15,5   | 0,9     |          |           |       |
| Донецкая                   | 26,5            | 1986 |   | 11,6   | 14      | 0,9      |           |       |
|                            |                 | 2011 |   | 20,7   | 5,8     |          |           |       |
| Житомирская                | 29,9            | 1986 | 0,5   | 9,5    | 8,9     | 8,7      | 1,7       | 0,64  |
|                            |                 | 2011 | 2,3   | 13,6   | 6,2     | 6,3      | 1,1       | 0,33  |
| Закарпатская               | 12,8            | 1986 | 0,5   | 11,0   | 1,3     |          |           |       |
|                            |                 | 2011 | 3,9   | 8,8    | 0,1     |          |           |       |
| Запорожская                | 27,2            | 1986 | 0,9   | 24,6   | 1,7     |          |           |       |
|                            |                 | 2011 | 11,1  | 16,0   | 0,1     |          |           |       |
| Ивано-Франковская          | 13,9            | 1986 | 0,1   | 5,1    | 8,3     | 0,4      |           |       |
|                            |                 | 2011 | 1,6   | 8,4    | 3,8     | 0,1      |           |       |
| Кировоградская             | 24,6            | 1986 | 0,1   | 17,8   | 6,5     | 0,2      |           |       |
|                            |                 | 2011 | 1,3   | 21,4   | 1,9     |          |           |       |
| Киевская                   | 28,9            | 1986 |   | 3,4    | 14,1    | 8,8      | 1,6       | 1,0   |
|                            |                 | 2011 |   | 8,3    | 14,4    | 4,6      | 0,9       | 0,70  |
| Луганская                  | 26,7            | 1986 |   | 1,6    | 25,1    |          |           |       |
|                            |                 | 2011 |   | 19,2   | 7,5     |          |           |       |
| Львовская                  | 21,8            | 1986 | 2,2   | 19,6   |         |          |           |       |
|                            |                 | 2011 | 17,5  | 4,3    |         |          |           |       |
| Николаевская               | 24,6            | 1986 |   | 23,4   | 1,2     |          |           |       |
|                            |                 | 2011 | 7,7   | 16,7   | 0,2     |          |           |       |
| Одесская                   | 33,3            | 1986 | 0,1   | 29,7   | 3,5     |          |           |       |
|                            |                 | 2011 | 4,7   | 28,0   | 0,6     |          |           |       |
| Полтавская                 | 28,8            | 1986 |   | 26,5   | 2,3     |          |           |       |
|                            |                 | 2011 |   | 28,8   |         |          |           |       |
| Ровенская                  | 20,1            | 1986 |   | 6,4    | 5,8     | 7,8      | 0,1       |       |
|                            |                 | 2011 |   | 8,6    | 7,9     | 3,6      |           |       |
| Сумская                    | 23,8            | 1986 | 0,1   | 16,4   | 6,5     | 0,8      |           |       |
|                            |                 | 2011 | 1,5   | 18,0   | 4,0     | 0,3      |           |       |
| Тернопольская              | 13,8            | 1986 | 3,6   | 7,2    | 2,7     | 0,3      |           |       |
|                            |                 | 2011 | 7,9   | 4,1    | 1,8     |          |           |       |
| Харьковская                | 31,4            | 1986 |   | 14,0   | 17,4    |          |           |       |
|                            |                 | 2011 |   | 29,1   | 2,3     |          |           |       |
| Херсонская                 | 28,5            | 1986 | 0,9   | 27,4   | 0,2     |          |           |       |
|                            |                 | 2011 | 21,2  | 7,3    |         |          |           |       |
| Хмельницкая                | 20,6            | 1986 | 1,7   | 14,2   | 4,4     | 0,3      |           |       |
|                            |                 | 2011 | 8,6   | 10,3   | 1,6     | 0,1      |           |       |
| Черкасская                 | 20,9            | 1986 |   | 7,6    | 8,2     | 4,9      | 0,2       |       |
|                            |                 | 2011 | 0,5   | 11,3   | 7,2     | 1,9      |           |       |
| Черновицкая                | 8,1             | 1986 |   | 3,8    | 3,9     | 0,4      |           |       |
|                            |                 | 2011 |   | 5,8    | 2,2     | 0,1      |           |       |

| Республика, область | Площадь области | Год  | Площадь территории с плотностью загрязнения <sup>137</sup> Cs, кБк·м <sup>-2</sup> |        |         |          |           |       |
|---------------------|-----------------|------|--|--------|---------|----------|-----------|-------|
|                     |                 |      | < 2  | 2 – 10 | 10 – 40 | 40 – 185 | 185 – 555 | > 555 |
| Черниговская        | 31,9            | 1986 | 0,6  | 16,5   | 12,6    | 2,1      | 0,1       |       |
|                     |                 | 2011 | 5,3  | 17,1   | 8,3     | 1,2      |           |       |
| Зона отчуждения     | 2,6*            | 1986 |  |        |         | 0,8      | 0,9       | 0,9   |
|                     |                 | 2011 |  |        | 0,5     | 0,8      | 0,8       | 0,5   |
| Всего по Украине    | 603,7           | 1986 | 20,4   | 371,9  | 168,6   | 37,5     | 3,7       | 1,6   |
|                     |                 | 2011 | 130,1  | 367,4  | 84,7    | 18,4     | 2,0       | 1,1   |

Таблица 2.2.

Площадь загрязнения территории Украины <sup>90</sup>Sr в 1986 и 2011 г., тыс. км<sup>2</sup>

| Республика, область        | Площадь области | Год  | Площадь территории с плотностью загрязнения <sup>90</sup> Sr, кБк·м <sup>-2</sup> |       |        |      |
|----------------------------|-----------------|------|---|-------|--------|------|
|                            |                 |      | < 2   | 2 – 4 | 4 – 10 | > 10 |
| Автономная республика Крым | 27,0            | 1986 | 21,8  | 5,2   |        |      |
|                            |                 | 2011 | 27,0  |       |        |      |
| Винницкая                  | 26,5            | 1986 | 16,2  | 7,8   | 2,5    |      |
|                            |                 | 2011 | 23,5  | 2,6   | 0,4    |      |
| Волынская                  | 20,2            | 1986 | 19,9  | 0,3   |        |      |
|                            |                 | 2011 | 20,1  | 0,1   |        |      |
| Днепропетровская           | 31,9            | 1986 | 23,8  | 7,9   | 0,2    |      |
|                            |                 | 2011 | 31,5  | 0,4   |        |      |
| Донецкая                   | 26,5            | 1986 | 18,4  | 7,7   | 0,4    |      |
|                            |                 | 2011 | 25,7  | 0,8   |        |      |
| Житомирская                | 29,9            | 1986 | 10,9  | 10,1  | 8,9    |      |
|                            |                 | 2011 | 20,0  | 6,3   | 3,6    |      |
| Закарпатская               | 12,8            | 1986 | 7,6   | 5,2   |        |      |
|                            |                 | 2011 | 12,7  | 0,1   |        |      |
| Запорожская                | 27,2            | 1986 | 26,1  | 1,1   |        |      |
|                            |                 | 2011 | 27,2  |       |        |      |
| Ивано-Франковская          | 13,9            | 1986 | 5,0   | 8,5   | 0,4    |      |
|                            |                 | 2011 | 13,4  | 0,4   | 0,1    |      |
| Кировоградская             | 24,6            | 1986 | 14,4  | 8,8   | 1,4    |      |
|                            |                 | 2011 | 22,7  | 1,8   | 0,1    |      |
| Киевская                   | 28,9            | 1986 | 1,3   | 5,4   | 20,8   | 1,4  |
|                            |                 | 2011 | 5,8   | 9,9   | 12,2   | 1,0  |
| Луганская                  | 26,7            | 1986 | 13,3  | 13,0  | 0,4    |      |
|                            |                 | 2011 | 26,1  | 0,6   |        |      |
| Львовская                  | 21,8            | 1986 | 20,8  | 1,0   |        |      |
|                            |                 | 2011 | 21,8  |       |        |      |
| Николаевская               | 24,6            | 1986 | 23,4  | 1,2   |        |      |
|                            |                 | 2011 | 24,6  |       |        |      |
| Одесская                   | 33,3            | 1986 | 18,2  | 10,4  | 4,7    |      |
|                            |                 | 2011 | 27,8  | 4,7   | 0,8    |      |
| Полтавская                 | 28,8            | 1986 | 21,6  | 7,1   | 0,1    |      |
|                            |                 | 2011 | 27,5  | 1,1   | 0,2    |      |
| Ровенская                  | 20,1            | 1986 | 12,7  | 6,9   | 0,5    |      |
|                            |                 | 2011 | 19,3  | 0,7   | 0,1    |      |
| Сумская                    | 23,8            | 1986 | 22,3  | 1,5   |        |      |
|                            |                 | 2011 | 23,8  |       |        |      |
| Тернопольская              | 13,8            | 1986 | 11,1  | 2,4   | 0,3    |      |
|                            |                 | 2011 | 13,3  | 0,5   |        |      |
| Харьковская                | 31,4            | 1986 | 20,4  | 10,9  | 0,1    |      |
|                            |                 | 2011 | 31,0  | 0,4   |        |      |

| Республика, область | Площадь области | Год  | Площадь территории с плотностью загрязнения <sup>90</sup> Sr, кБк·м <sup>2</sup> |       |        |      |
|---------------------|-----------------|------|--|-------|--------|------|
|                     |                 |      | < 2  | 2 – 4 | 4 – 10 | > 10 |
| Херсонская          | 28,5            | 1986 | 28,5   |       |        |      |
|                     |                 | 2011 | 28,5   |       |        |      |
| Хмельницкая         | 20,6            | 1986 | 16,1   | 4,1   | 0,4    |      |
|                     |                 | 2011 | 20,1   | 0,5   |        |      |
| Черкасская          | 20,9            | 1986 | 8,5  | 6,1   | 6,3    |      |
|                     |                 | 2011 | 13,9   | 4,9   | 2,1    |      |
| Черновицкая         | 8,1             | 1986 | 2,3  | 5,1   | 0,7    |      |
|                     |                 | 2011 | 6,8  | 1,2   | 0,1    |      |
| Черниговская        | 31,9            | 1986 | 16,2   | 9,9   | 5,8    |      |
|                     |                 | 2011 | 25,9   | 3,9   | 2,1    |      |
| Зона отчуждения     | 2,6*            | 1986 |  |       | 1,2    | 1,4  |
|                     |                 | 2011 |  |       | 1,6    | 1,0  |
| Всего по Украине    | 603,7           | 1986 | 400,8  | 147,6 | 53,9   | 1,4  |
|                     |                 | 2011 | 540,0  | 40,9  | 21,8   | 1,0  |

\* – площадь территории зоны отчуждения и зоны безусловного обязательного отселения, которые размещены на территории Киевской области.

**Примечание:** в таблицах в первом ряду дана площадь загрязнения по состоянию на 10.05.1986 г., а во втором – на 26.04.2011 г.

Уровень и масштабы загрязнения территории Украины изотопами Pu фактически не изменились. Активность <sup>241</sup>Am постепенно растет за счет распада <sup>241</sup>Pu, а площадь его распространения с уровнями более 0,2 кБк·м<sup>2</sup> на 30 % превысит площадь выпадений с такой же плотностью изотопов плутония [3].

Площадь территории Украины, загрязненной <sup>90</sup>Sr и <sup>241</sup>Am, изотопами Pu [1, 3] существенно меньше <sup>137</sup>Cs. Поскольку подавляющее количество этих радионуклидов (не <sup>137</sup>Cs) поступило в атмосферу в первую (эксплозионную) и третью (высокотемпературную) фазы аварии и связано, главным образом, с горячими частицами [4], то наибольшее распространение они получили в пределах зоны отчуждения ЧАЭС [3].

К наиболее пострадавшим территориям в Украине по негативным последствиям радиоактивного загрязнения относится Полесье – северные районы Волынской, Ровенской, Житомирской, Киевской и Черниговской областей. Тут, согласно действующему законодательству, в 1991–1995 гг. к зонам радиоактивного загрязнения отнесены территории 2052 населенных пунктов (НП), или почти 90 % от общего количества населенных пунктов (табл. 2.3).

**Таблица 2.3.**

*Количество населенных пунктов Украины, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения*

| № п/п | Область           | Количество НП, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения |           |            |             |             |
|-------|-------------------|--|-----------|------------|-------------|-------------|
|       |                   | I  | II        | III        | IV          | Всего       |
| 1     | Житомирская       | 7  | 63        | 301        | 363         | 734         |
| 2     | Киевская          | 69   | 20        | 33         | 438         | 560         |
| 3     | Ровенская         |  | 1         | 273        | 65          | 339         |
| 4     | Черниговская      |  | 2         | 61         | 190         | 253         |
| 5     | Волынская         |  |           | 166        | 0           | 166         |
| 6     | Черкасская        |  |           | 4          | 99          | 103         |
| 7     | Винницкая         |  |           |            | 89          | 89          |
| 8     | Черновицкая       |  |           | 1          | 13          | 14          |
| 9     | Сумская           |  |           | 2          | 9           | 11          |
| 10    | Тернопольская     |  |           |            | 10          | 10          |
| 11    | Хмельницкая       |  |           |            | 9           | 9           |
| 12    | Ивано-Франковская |  |           |            | 5           | 5           |
|       | <i>Всего</i>      | <i>76</i>  | <i>86</i> | <i>841</i> | <i>1290</i> | <i>2293</i> |

Если средняя годовая расчетная эффективная эквивалентная доза облучения человека была основным критерием отнесения населенных пунктов к III зоне (гарантированного добровольного отселения), то ко II (безусловного – обязательного – отселения) подавляющее большинство было отнесено постановлениями Правительства Украины, которые были приняты в 1989 – 1990 гг., основываясь на оценках плотности загрязнения и прогнозной дозы облучения с учетом территориально – административных связей. Главным критерием для формирования перечня населенных пунктов IV зоны (усиленного радиоэкологического контроля) была плотность загрязнения территории  $^{137}\text{Cs}$ . Зона отчуждения – I зона – образована на территории, с которой было эвакуировано население в 1986 г. (преимущественно в конце апреля и в первую неделю мая, главным образом из 30-км зоны вокруг ЧАЭС). Основаниями для эвакуации были оценки мощности экспозиционной дозы и неуверенность в полном прекращении выбросов из разрушенного 4-го блока ЧАЭС.

Высокий уровень радиоактивного загрязнения не всегда является причиной возникновения радиоэкологических проблем. Сравнение результатов дозиметрической паспортизации с данными плотности загрязнения подтверждает этот вывод, поскольку при наличии почв, в которых  $^{137}\text{Cs}$  имеет большую биодоступность, критическими для жизнедеятельности могут стать территории со сравнительно умеренными (даже меньше  $37 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ ) уровнями загрязнения этим радионуклидом. Так значительная часть лесов относится к таким территориям, где невысокий уровень загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  обусловил превышение его содержания в лесных травах и продуктах питания (грибах, ягодах) выше уровней, регламентированных ДУ-2006 [5].

Учитывая, что со временем в результате естественных процессов распада радионуклидов плотность радионуклидного загрязнения территорий существенно уменьшилась, претерпели изменения, согласно критериям зонирования, и позиции населенных пунктов относительно принадлежности к соответствующим зонам (табл. 2.4).

**Таблица 2.4.**

*Количество НП, которые по критериям разграничивания зон, согласно действующему законодательству, могут быть отнесены к зонам радиоактивного загрязнения*

| № п/п | Область           | По дозиметрической паспортизации |          |            |            |             | всего       | По плотности загрязнения радионуклидами |           |           |            |             | всего       | Отнесено к зонам |
|-------|-------------------|----------------------------------|----------|------------|------------|-------------|-------------|---|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|------------------|
|       |                   | I                                | II       | III        | IV         | V           |             | I                                       | II        | III       | IV         | V           |             |                  |
| 1     | Винницкая         |                                  |          |            |            | 89          | 89          |   |           |           | 31         | 58          | 89          | 89               |
| 2     | Волынская         |                                  |          | 76         | 90         |             | 166         |   |           |           | 9          | 157         | 166         | 166              |
| 3     | Житомирская       |                                  |          | 80         | 126        | 490         | 696         |   | 11        | 45        | 371        | 307         | 734         | 734              |
| 4     | Ивано-Франковская |                                  |          |            |            | 5           | 5           |   |           |           | 4          | 1           | 5           | 5                |
| 5     | Киевская          |                                  |          | 4          | 20         | 446         | 470         | 20                                      | 11        | 54        | 189        | 286         | 560         | 560              |
| 6     | Ровенская         |                                  | 1        | 75         | 167        | 96          | 339         |   |           |           | 133        | 206         | 339         | 339              |
| 7     | Сумская           |                                  |          | 1          | 1          | 9           | 11          |   |           |           | 6          | 5           | 11          | 11               |
| 8     | Тернопольская     |                                  |          |            |            | 10          | 10          |   |           |           | 5          | 5           | 10          | 10               |
| 9     | Хмельницкая       |                                  |          |            |            | 9           | 9           |   |           |           | 6          | 3           | 9           | 9                |
| 10    | Черкасская        |                                  |          |            | 1          | 102         | 103         |   |           |           | 57         | 46          | 103         | 103              |
| 11    | Черновицкая       |                                  |          |            |            | 14          | 14          |   |           |           | 10         | 4           | 14          | 14               |
| 12    | Черниговская      |                                  |          | 1          | 42         | 210         | 253         |   |           | 1         | 80         | 172         | 253         | 253              |
|       | <b>Всего</b>      |                                  | <b>1</b> | <b>237</b> | <b>447</b> | <b>1480</b> | <b>2165</b> | <b>20</b>                               | <b>22</b> | <b>96</b> | <b>901</b> | <b>1250</b> | <b>2293</b> | <b>2293</b>      |

За 25 лет после аварии радиоэкологическая ситуация по сравнению с 1986 и 1991 г. значительно улучшилась. В то же время, в пределах III зоны, а сегодня это территория почти 200 населенных пунктов, еще необходимо осуществлять мероприятия, направленные на уменьшение доз облучения, которые может получать население за счет потребления продуктов питания местного производства.

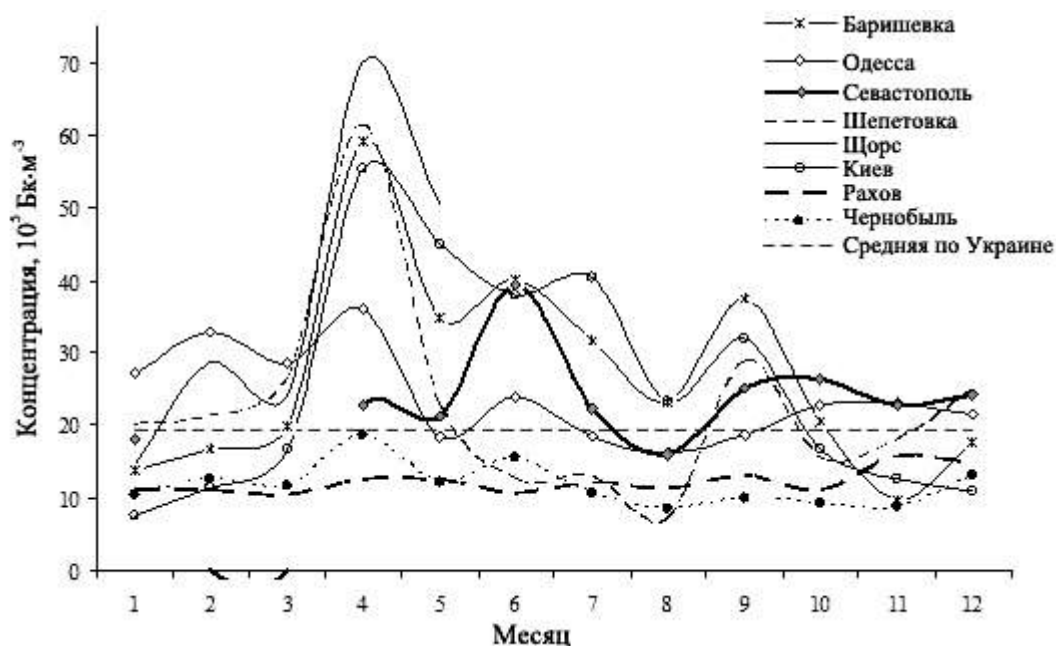
В пределах зоны отчуждения еще сотни лет будут оставаться непригодными для проживания территории (почти  $300 \text{ км}^2$ ) с высокими уровнями радиоактивного загрязнения



(более  $1,5 \text{ МБк}\cdot\text{м}^{-2}$  по  $^{137}\text{Cs}$ ) и которые, как водосборные территории, будут оставаться долговременным источником загрязнения поверхностных и подземных вод вследствие поверхностного смыва и вертикальной миграции соответственно.

### **Радиоактивное загрязнение приземного слоя атмосферы**

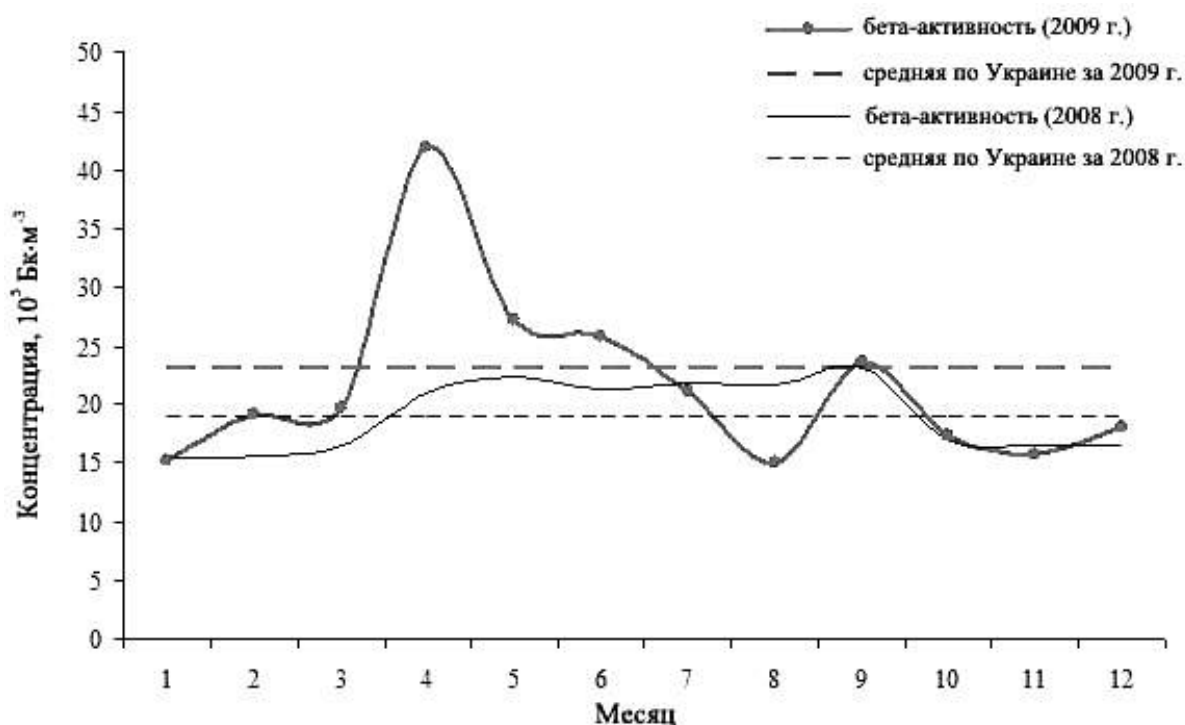
После стремительного повышения загрязнения атмосферы в апреле 1986 г. в результате выброса радионуклидов из аварийного реактора, начиная уже с 1989 г., суммарная  $\beta$ -активность атмосферных аэрозолей обуславливается в первую очередь естественными радиоактивными элементами, активность которых в приземном слое атмосферы сейчас почти на порядок превышает техногенную составляющую (рис. 2.11–2.12). По абсолютным значениям суммарная  $\beta$ -активность, в частности в зоне отчуждения южнее г.Чернобыль, в последнее время даже несколько ниже, чем в предаварийные годы, благодаря уменьшению ветрового подъема частиц почвы вследствие зарастания территории [6].



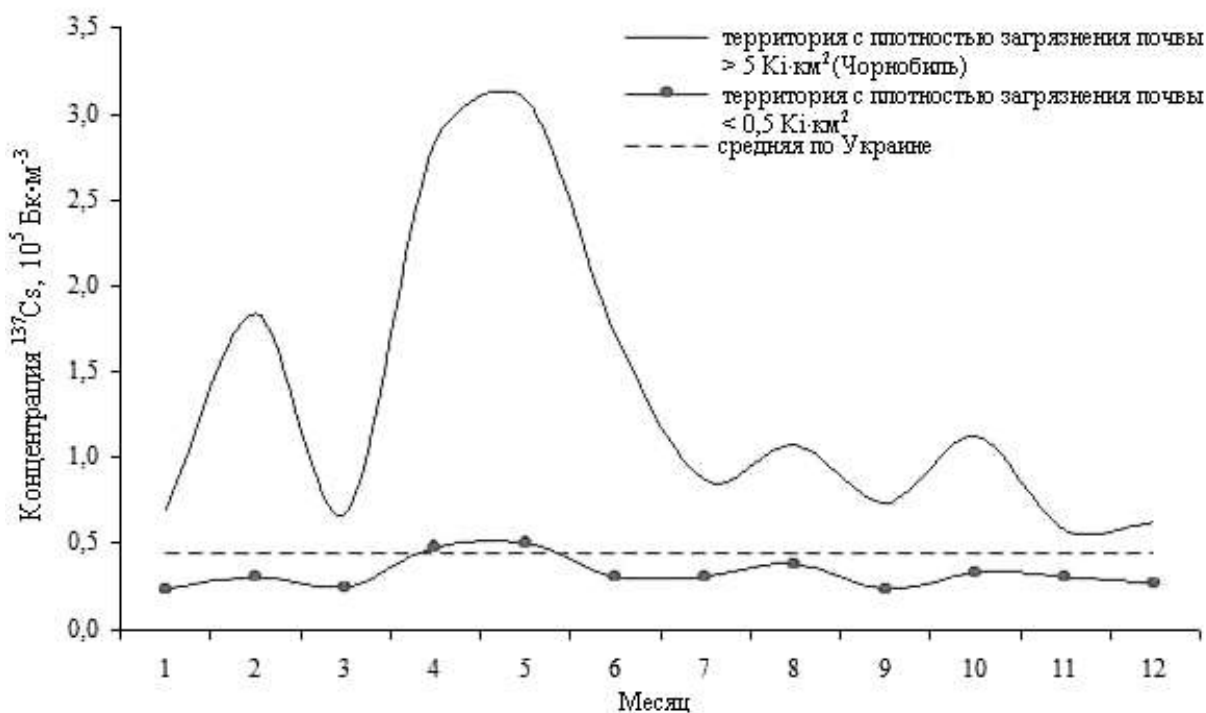
**Рис. 2.11.** Колебания уровней среднемесячной объемной суммарной  $\beta$ -активности ( $10^5 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ ) в приземном слое атмосферы на территории Украины.

При этом границы сезонной изменчивости уровней объемной радиоактивности в отдельные годы достигают одного порядка. Такие расхождения (рис. 2.12) уровней естественной радиоактивности аэрозолей зависят от многих факторов, и не в последнюю очередь от тектонической активности Земли, а также от метеорологических условий и состояния поверхностного слоя почвы, его способности к ветровой эрозии и других факторов [7].

На территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы, где земли выведены из сельскохозяйственного оборота и фактически не проводятся сельскохозяйственные работы (пахота, боронование и т.д.), повышающие способность почвенного слоя к эрозии (Чернобыль), суммарная  $\beta$ -активность даже при неблагоприятных погодных условиях в 2–3 раза меньше той, что наблюдается (рис. 2.11) на территориях, которые не отнесены к зонам радиоактивного загрязнения (Щорс, Шепетовка). В то же время, в приповерхностном слое воздуха вследствие ресуспензии на загрязненных территориях наблюдается повышенный по сравнению с остальной территорией страны уровень содержания техногенных радионуклидов в составе аэрозоля (рис. 2.13).



**Рис. 2.12.** Сезонные колебания объемной суммарной  $\beta$ -активности ( $10^5 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ ) воздушных аэрозолей в среднем по Украине в 2009 г. по сравнению с 2008 г.



**Рис. 2.13.** Годовой ход концентрации  $^{137}\text{Cs}$  ( $10^5 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ ) в воздушных аэрозолях, усредненной по территориям с разной степенью загрязнения почв.

При проведении интенсивных работ с разрушением поверхностного слоя почвы с уровнем загрязнения  $^{137}\text{Cs}$   $370\text{--}555 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$  объемная активность радионуклидов в аэрозолях на высоте до 3–5 м может превышать установленные НРБУ-97 допустимые уровни [8].

Среднегодовая концентрация  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в аэрозолях, начиная с 1998 г., колеблется на уровнях, близких к предаварийным –  $0,08 \cdot 10^{-5}$  Бк·м<sup>-3</sup> [9]. При этом абсолютные уровни загрязнения воздуха  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  – на 4–5 порядков ниже допустимых концентраций (НРБУ-97).

Со временем будет происходить медленное уменьшение концентрации аварийных радионуклидов в воздухе как за счет их естественного распада, так и за счет дальнейшего заглубления в почву.

Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения ( $\gamma$ -фон) на большей части территории страны находится в пределах уровней, обусловленных природными радиоактивными изотопами и космическим излучением, и составляет для разных территорий (в зависимости от природных различий) от 5 до 21 мкР·ч<sup>-1</sup>.

На пунктах контроля, расположенных на загрязненной вследствие аварии на ЧАЭС территории (за пределами зоны отчуждения и зоны безусловного обязательного отселения), среднемесячный уровень  $\gamma$ -фона колебался в пределах 7–33 мкР·ч<sup>-1</sup>. Максимальные уровни наблюдались в Коростене (33 мкР·ч<sup>-1</sup>). В Киеве  $\gamma$ -фон в течение года фиксировался в пределах 8 – 18 мкР·ч<sup>-1</sup>, составляя в среднем за год 12 мкР·ч<sup>-1</sup>, т.е. находился в пределах естественного фона.

### ***Радиоактивное загрязнение поверхностных и подземных вод***

С первых дней после аварии проблемы мониторинга и осуществление водоохраных мероприятий в рамках правительственной программы действий рассматривались в качестве приоритетных. В истории постчернобыльских защитных мероприятий имели место как эффективные действия по уменьшению возможных последствий загрязнения поверхностных водных объектов, так и неудачные и даже некорректные решения, которые не достигли цели – снижения уровня радиоактивного загрязнения и радиационных рисков для населения. Детальному анализу этих мероприятий посвящен ряд обзоров и научных работ. В первый год после аварии были построены десятки водофильтрующих плотин с сорбционным материалом на малых реках, русловые карьеры для перехвата загрязненных наносов и многое другое. Однако впоследствии сопоставление ожидаемых дозовых нагрузок на население и стоимости водоохраных мероприятий, которые были осуществлены в Зоне отчуждения ЧАЭС в течение первого года после аварии, не позволило формально признать их эффективными по радиологическим критериям и считать их экономически обоснованными.

Значительный вклад в облучение людей за счет водных путей в течение острого послеварийного периода был обусловлен, в первую очередь, высоким содержанием в воде  $^{131}\text{I}$ , и в том числе на киевском водозаборе [12–14]. С течением времени в загрязнении поверхностных вод стали преобладать  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , которые смывались с поверхности загрязненных водосборов и пойм рек и переносились на значительные расстояния (до 1000 км). Прямые аэрозольные выпадения и загрязненные взвешенные частицы водных потоков оседали на дно и, таким образом, сформировали загрязнение дна всех водохранилищ днепровского каскада в течение первых лет после аварии. Основная доля активности  $^{137}\text{Cs}$ , поступившего с водным стоком в днепровскую водную систему, была аккумулирована в донных отложениях Киевского водохранилища, в то время как  $^{90}\text{Sr}$  в растворенном состоянии относительно легко транспортировался водными потоками до Черного моря [12, 15].

Мониторинг состояния и изучение динамики радиоактивного загрязнения поверхностных и подземных вод в зоне влияния аварии [11, 12, 16] осуществлялись на протяжении всего времени после аварии на ЧАЭС. Были разработаны математические модели для прогнозирования возможных долгосрочных последствий и расчета доз потенциального облучения для различных групп населения, водопользование которых обеспечивается из бассейна р.Днепр [10, 11, 14]. По результатам анализа долгосрочных ожидаемых радиологических рисков за счет загрязнения вод оказалось, что критическими группами для потенциального повышенного облучения за счет

водных путей оказались лишь рыбаки, при условии употребления рыбы из закрытых озер, расположенных на загрязненных территориях вблизи аварийного реактора. Ожидаемые радиологические риски для большей части населения Украины в зоне водопользования из Днепра были оценены как достаточно низкие [11, 12]. Вместе с тем, поскольку проблемы радиоактивного загрязнения днепровской водной системы формировали значительный психологический стресс для населения, то некоторые водоохранные мероприятия, которые были выполнены в Зоне отчуждения ЧАЭС, оказались вполне оправданными как по радиологическим критериям, так и исходя из социально-экономической целесообразности.

Для обоснования таких мероприятий проводились оценки коллективных доз потенциального облучения за 70 лет с учетом всех возможных путей водопользования населением с использованием вероятностных моделей формирования водного стока и долговременных трендов ожидаемого остаточного загрязнения вод в днепровских водохранилищах за тот же период в условиях реализации различных водоохранных стратегий [10, 11, 14].

Характерным примером комплексного обоснования и социальной оправданности таких мероприятий стало сооружение в течение 1992–1994 гг., а затем в 1999–2000 гг., в ближней зоне ЧАЭС защитных противопаводковых дамб вокруг наиболее загрязненных участков поймы р. Припять на левом и правом берегах, что позволило контролировать их затопление и формирование существенного смыва радионуклидов в реку.

Масштабные водоохранные мероприятия в зоне отчуждения после 2000 г. не осуществлялись. Для дальнейшего предотвращения вторичного загрязнения вод продолжались работы по регулированию водных стоков с наиболее загрязненных территорий; проведение противоэрозионных мероприятий путем залесения водосборов и пойм рек; обустройство дренажных систем и барьеров для снижения миграции радионуклидов в подземные воды в районах расположения пунктов временной локализации РАО; развитие сети наблюдений за загрязнением подземных вод, а также поддержка безопасного состояния существующих дамб и гидротехнических сооружений.

Многoletние радиоэкологические наблюдения, осуществляемые в Зоне отчуждения ЧАЭС, свидетельствуют, что к основным факторам, которые способствуют уменьшению загрязнения водных объектов, относятся и природные процессы самоочищения – автореабилитация загрязненных территорий [18, 19].

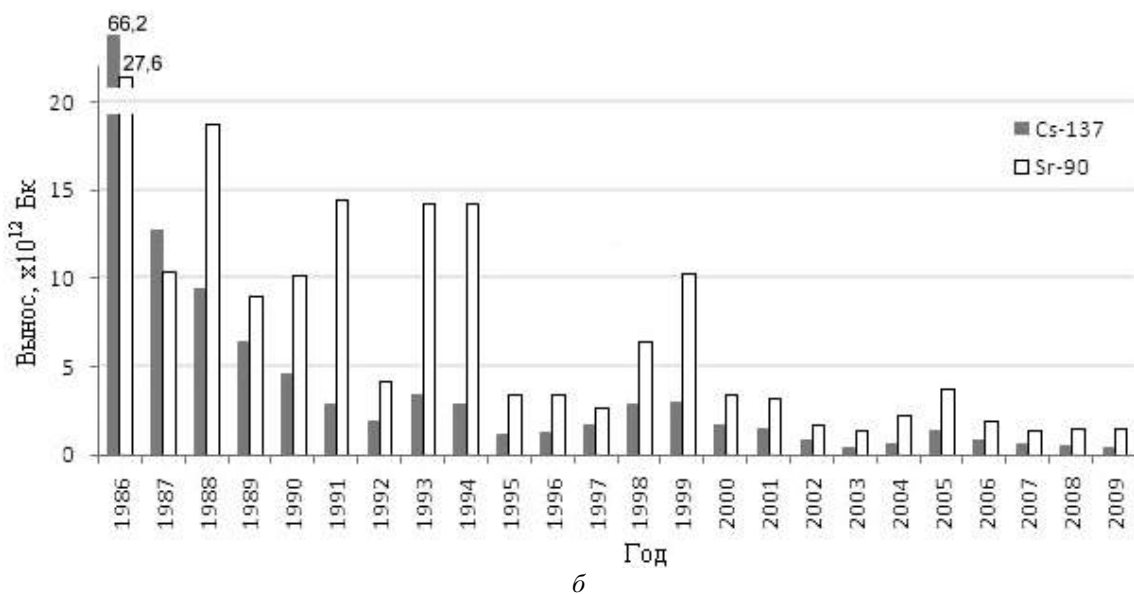
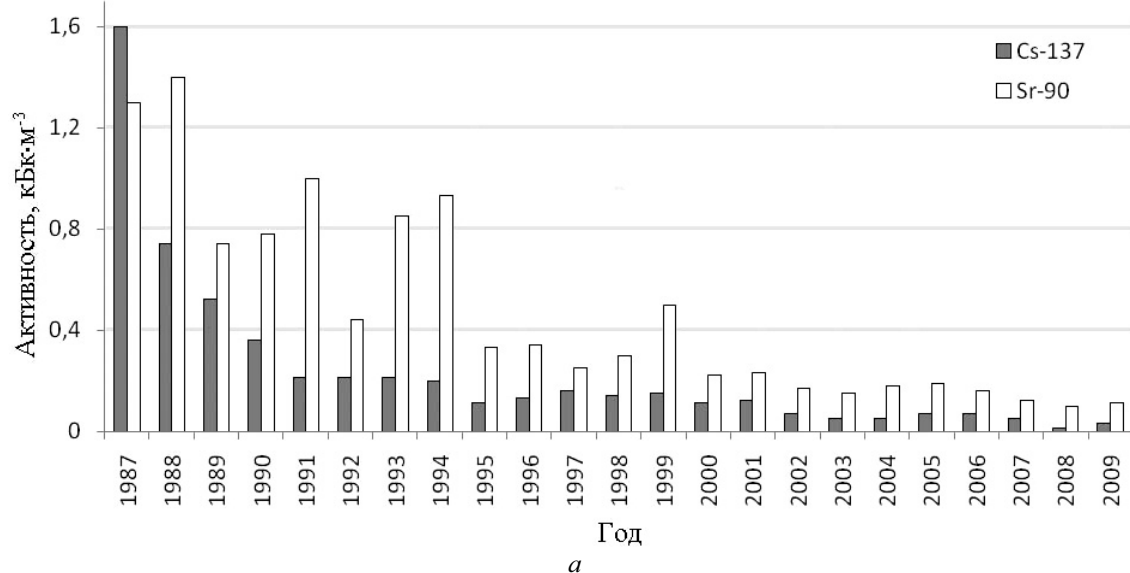
### ***Радиоактивное загрязнение поверхностных вод***

Современное состояние загрязнения водных объектов в зоне отчуждения ЧАЭС регулярно освещается в Бюллетене экологического состояния зоны отчуждения и безусловного (обязательного) отселения [20, 21], а также было проанализировано во многих научных публикациях, в частности в обобщающих монографиях последних лет [14, 22]. Результаты наблюдений свидетельствуют, что радиационная ситуация на водных объектах Украины в зоне влияния аварии на ЧАЭС стабилизировалась и является прогнозируемой. Во всех водных объектах наблюдается устойчивая тенденция к уменьшению объемной активности радионуклидов, а колебания уровней загрязнения носят сезонный характер. Относительно высокие активности радионуклидов в воде сохраняются в р. Припяти и других водных объектах Зоны отчуждения ЧАЭС ( $^{90}\text{Sr}$  – 50–300 Бк·м<sup>-3</sup>,  $^{137}\text{Cs}$  – 20–80 Бк·м<sup>-3</sup>). В то же время содержание  $^{90}\text{Sr}$  в р. Припяти наблюдается в настоящее время на 1–1,5 порядка ниже допустимых уровней загрязнения для питьевого водоснабжения (2000 Бк·м<sup>-3</sup>) согласно ДУ-2006. Динамика изменения во времени активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в Припяти (в створе г. Чернобыль) приведена на рис. 2.14.

По данным Центральной геофизической обсерватории Укргидромета, в водах Киевского водохранилища в течение 2008–2009 гг. объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  изменялась в диапазоне от 40 до 100 Бк·м<sup>-3</sup>,  $^{137}\text{Cs}$  – в диапазоне 10–20 Бк·м<sup>-3</sup>. В Каховском водохранилище содержание  $^{137}\text{Cs}$  в воде наблюдается в диапазоне 0,5–1,0 Бк·м<sup>-3</sup>. В большинстве рек и водоемов Украины (нижние

водохранилища Днепра, р. Десна, р. Южный Буг, р. Дунай и др.) уже в течение 2000–2004 гг. объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  снизилась до предаварийных значений  $0,5\text{--}1,5 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$  [23]. Это свидетельствует о том, что заглубливание радионуклидов в почву и их необратимая фиксация частицами почвы продолжают, тогда как активность верхнего контактного для склонового стока слоя почвы уменьшается. Соответственно уменьшается и сток радионуклидов в реки.

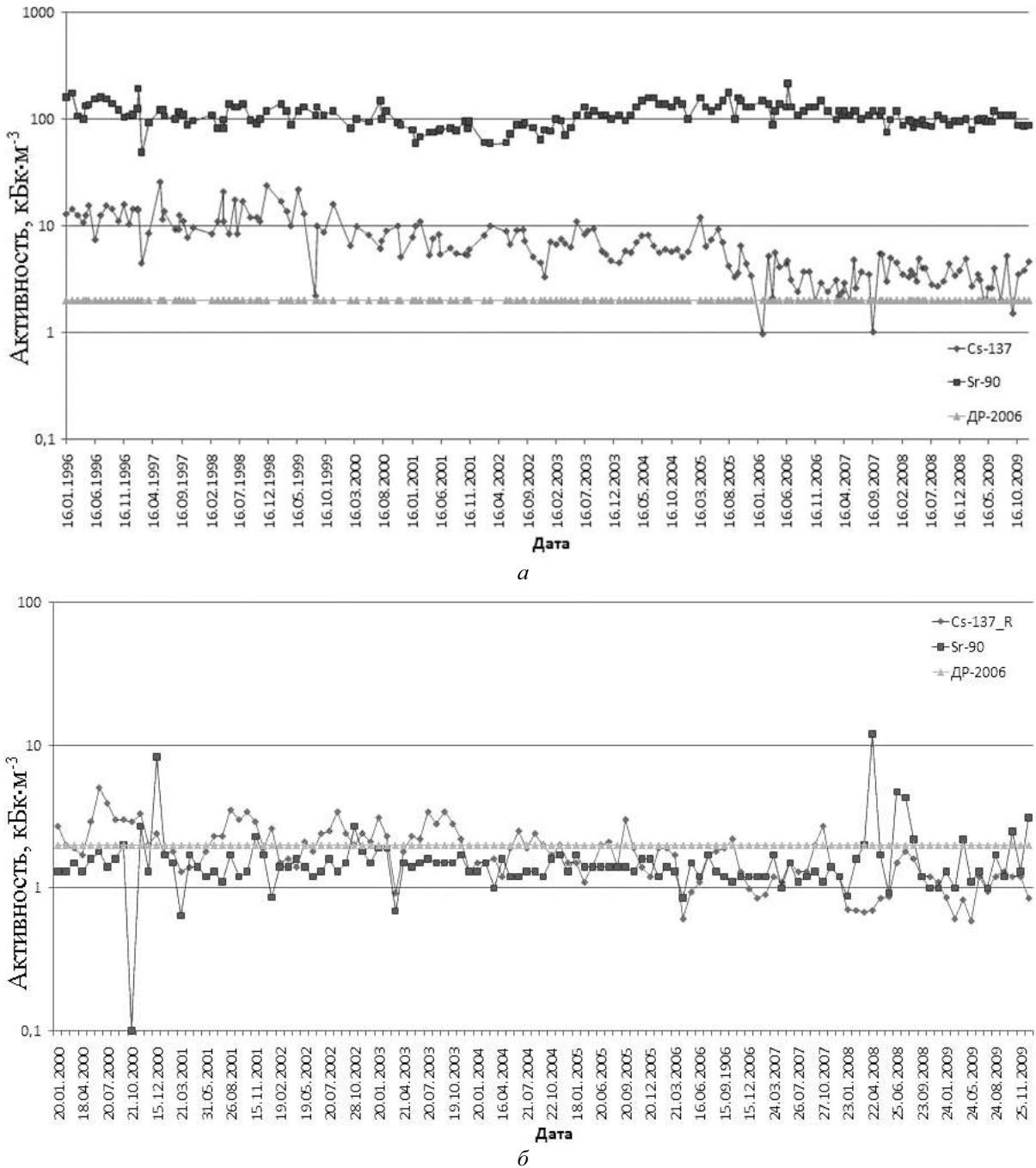
Вынос радионуклидов с поверхностным стоком имеет устойчивую тенденцию к уменьшению. На фоне уменьшения выноса радионуклидов поверхностным стоком стала более заметной относительная роль загрязненных  $^{90}\text{Sr}$  фильтрационных стоков из водоема – охладителя ЧАЭС в р. Припять, но их влияние на устойчивый тренд общего снижения стока радионуклидов в Киевское водохранилище незначительное [20, 21].



**Рис. 2.14.** Среднегодовые уровни объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в р. Припять (а) и ежегодные величины активности этих радионуклидов, вынесенных ею в Киевское водохранилище (б), 1986–2009 гг. (данные ГСНПП «Чернобыльский Экоцентр» и УкрНИГМИ).

В ближайшие годы существенного увеличения поступления радионуклидов в р. Припять с подземными водами из ближней зоны вокруг ЧАЭС и водоема-охладителя не ожидается.

Фронт существенно загрязненных подземных вод из мест временной локализации РАО, по прогнозам гидрогеологов, достигнет р. Припять не ранее чем через 50–60 лет, однако заметного загрязнения реки приток этих вод не окажет.



**Рис. 2.15.** Динамика содержания <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в озере Глубоком (а) за 1996 – 2009 гг. и в водоеме-охладителе ЧАЭС (б) за 2000–2009 гг. (по данным ГСНПП «Чернобыльский Экоцентр»).

В водоемах зоны отчуждения ЧАЭС сохраняются относительно высокие уровни загрязнения вод [20, 21], радиационная ситуация в них является стабильной и прогнозируемой. Так, данные на рис. 2.15 показывают, что уровни загрязнения вод радионуклидами в оз. Глубоком и водоеме-охладителе ЧАЭС в течение последних 5 лет существенно не изменились. Более того,

согласно ранее составленным прогнозам, можно ожидать в дальнейшем даже незначительного повышения активности  $^{90}\text{Sr}$  в воде непроточных водоемов. Причиной такого повышения содержания  $^{90}\text{Sr}$  в воде является продолжающееся растворение «горячих частиц» топливного происхождения, которые компенсируют ожидаемое снижение активности радионуклидов в воде водоемов за счет радиоактивного распада и влияния определенных процессов самоочищения водной экосистемы [24].

Подобная тенденция, вероятно, будет сохраняться для озера Глубокое и в ближайшие десятилетия, пока не произойдет полное растворение топливных частиц на дне. Те же тенденции в формировании уровней загрязнения будут сохраняться и для других закрытых пойменных водоемов, а также для вод, которыми затоплены территории польдерных систем левобережной поймы р. Припяти в ближней 10-км зоне вокруг ЧАЭС. Поэтому основным направлением современной водоохранной стратегии здесь должны оставаться меры по регулированию поверхностного водного стока и контролируемое дренирование загрязненных территорий для предотвращения их существенного подтопления [19].

Продолжаются работы по оптимизации сети радиационного мониторинга водных объектов. В частности, развивается специализированная сеть наблюдений за загрязнением подземных вод, обустроены автоматизированные водомерные посты на р. Припять, построено несколько новых скважин для наблюдений, развивается лабораторная база ГСНПП «Чернобыльский Экоцентр». Это позволит повысить качество наблюдений за режимом стока поверхностных и подземных вод, усовершенствовать гидрогеологические локальные и региональную модели стока подземных вод, а также оптимизировать программы наблюдений за содержанием радионуклидов в водных объектах зоны влияния аварии на ЧАЭС.

**Проблемы вывода водоема-охладителя ЧАЭС из эксплуатации.** В связи с прекращением в 2000 г. работы последнего энергоблока ЧАЭС потребности станции в воде, которая отбиралась из водоема-охладителя, снизились до минимума. Отсечение двух каналов, объединяющих водоем и ЧАЭС, и использование их в качестве противопожарных позволяют удовлетворить современные потребности станции в техническом водоснабжении. Таким образом, потребность в водоеме – охладителе, как технологическом элементе АЭС, отпала. В то же время ежегодные затраты на безопасное содержание водоема остаются достаточно высокими (около 1 млн. грн в год). Ожидается, что эти затраты на поддержание устойчивого состояния плотины, ремонт насосного оборудования, дренажных систем, электроэнергию и прочее со временем могут расти. Поэтому руководство ЧАЭС согласовало с регуляторными органами решение вывести водоем – охладитель из эксплуатации путем отключения его насосной станции и прекращения технического обслуживания инженерных коммуникаций водоема.

Учитывая значительные уровни загрязнения дна водоема и отсутствие подобного рода проектов в мировой практике, решение данной проблемы может стать одним из важнейших на территории зоны отчуждения ЧАЭС на ближайшие годы.

Состояние водоема – охладителя достаточно хорошо освещено ранее в работах [25–30]. Основными причинами значительного радиоактивного загрязнения вод и донных отложений водоема были выпадения на его поверхность большого количества частиц ядерного топлива из разрушенного реактора, радиоактивных аэрозолей, а также сброс высокозагрязненных технических вод с промплощадки ЧАЭС в момент аварии через ливневую канализацию. В настоящее время, по результатам оценок УкрНИГМИ, в донных отложениях водоема накоплено около 280 ТБк  $^{137}\text{Cs}$ , 42 ТБк  $^{90}\text{Sr}$  и 0,75 ТБк изотопов плутония.

После прекращения подкачки воды насосной станцией уровень воды в водоеме снизится на 6–7 м за счет фильтрации воды через тело дамбы и за счет естественного испарения воды с его поверхности. Этот процесс может продлиться 5–6 лет. В дальнейшем уровень воды на месте

современного водоема в естественных понижениях старой поймы реки будет определяться уровнем воды в русле р. Припять, с которой вновь образованные водоемы будут гидравлически связаны. В результате на месте современного водоема должны образоваться три характерные зоны, а именно: полностью осушенная, полуболотная (транзитная) зона – будет подтапливаться в периоды высокой водности и осушаться во время глубокой засухи, а также постоянно затопленные участки в местах старых пойменных озер и старого русла р. Припять (рис. 2.16 см. цвет. вклад.).

Общая площадь осушенной территории составит около 10–12 км<sup>2</sup> (50–60 % современной площади дна водоема), где на сегодня сосредоточено почти 15–17 % <sup>137</sup>Cs, а также 20 % <sup>90</sup>Sr и около 12 % изотопов Pu.

По прогнозам, с учетом результатов детального изучения распределения радионуклидов по площади дна, после спуска воды из водоема большая часть активности (75–85 %) останется в озерах, которые будут сформированы в пределах понижений современного рельефа дна водоема – охладителя. Поэтому они будут покрыты водой или будут оставаться в пределах новой водно – болотной системы и не будут подвергаться ветровому воздействию.

Согласно расчетам, снижение уровня зеркала поверхности воды в водоеме путем естественной фильтрации его вод в р. Припять не приведет к каким-либо существенным негативным экологическим последствиям. Общее количество воды, которая выйдет за пределы современной дамбы водоема путем фильтрации, оценивается примерно в 60–70 млн. м<sup>3</sup>. Среднегодовые объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в последние годы составляли примерно 2–2,5 кБк·м<sup>-3</sup>. Уменьшение объема воды в водоеме может привести к некоторому росту активности (преимущественно <sup>90</sup>Sr) в остаточных массах воды, а затем и в малых водоемах, которые будут образовываться в соответствии с донным рельефом и уровнями воды.

Можно ожидать, что на момент завершения спуска воды активность <sup>90</sup>Sr в остаточных массах воды может увеличиться до 5–6 кБк·м<sup>-3</sup> и более (по наиболее консервативному сценарию – до 10 кБк·м<sup>-3</sup>). Поэтому ожидаемый дополнительный вынос активности <sup>90</sup>Sr в р. Припять с фильтрационными водами из водоема – охладителя в течение 5–6-ти лет с момента отключения насосной станции можно оценить в 0,5 ТБк. В любом случае, с началом снижения уровней воды в водоеме фильтрационные расходы активности в реку будут ежегодно уменьшаться.

В качестве основных возможных негативных факторов воздействия, которые рассматривались на этапе обоснования безопасных стратегий вывода водоема-охладителя из эксплуатации, в работах [27–29], изучались эффекты возможного ветрового подъема и переноса частиц радиоактивно загрязненного грунта со дна водоема на прилегающие территории. Особенностью ситуации, которая рассматривалась в этих работах, было определение в составе частиц донных отложений значительного количества мелких частиц ядерного топлива, которые за более чем 20-летний период пребывания в слое донных отложений относительно хорошо сохранили свою структуру и целостность. Специальными исследованиями было доказано, что после осушения части дна водоема и с началом эрозионных процессов такие частицы будут быстро разрушаться [27], а следовательно, будут способны переноситься ветром на прилегающие территории. Оценки радиологических рисков для работников Зоны отчуждения в периоды бурь, а также и для типичных метеорологических условий в течение сухих сезонов модельных годов, свидетельствуют, что такие факты могут иметь место, но их радиологические последствия будут незначительными [28].

Постепенно поверхность водоема будет зарастать травяной растительностью и характерными для данной территории видами дикорастущей ивы [29], что приведет к уменьшению разноса ветром частиц радиоактивной пыли с поверхности осушенных участков водоема. Было показано, что радиологические риски для населения, проживающего за пределами зоны отчуждения ЧАЭС, от возможных последствий вывода водоема-охладителя из эксплуатации несущественны.



**Донные отложения днепровских водохранилищ.** Поступление  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в Киевское водохранилище со стоком рек Припяти и Днепра наблюдалось в течение всего периода после аварии. Источники, масштабы загрязнения и особенности формирования радиоактивного загрязнения донных отложений днепровских водохранилищ хорошо изучены [15, 24, 31]. По результатам съемок радиоактивного загрязнения донных отложений, которые проводились в период с 1989 г. по 1996 г. в УкрНИГМИ, были составлены схемы пространственного распределения радиоактивного загрязнения донных отложений  $^{137}\text{Cs}$  и подсчитано количество активности данного радионуклида в каждом из водохранилищ [15, 31].

Согласно расчетам, начиная с 1990 г., общие запасы радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в донных отложениях водоемов постепенно уменьшаются, поскольку потери радионуклидов за счет естественного радиоактивного распада опережают темпы их накопления за счет поступления извне [31].

В течение примерно первых десяти лет после аварии на ЧАЭС около 70 %  $^{137}\text{Cs}$  и 90 %  $^{90}\text{Sr}$ , которые поступили в донные отложения днепровских водохранилищ, накопилось на дне в пределах верхней части Киевского водохранилища и, в частности, в зоне непосредственного влияния стока р. Припять. Главную роль в формировании радиоактивного загрязнения донных отложений в этой зоне сыграли процессы осаждения загрязненных взвешенных частиц р. Припять. Процессам устойчивого накопления радионуклидов в этой зоне способствовали и маловодные годы с 1986 по 1993. Вместе с тем, в годы с относительно высоким стоком дождей паводков и высоких половодий (1994, 1999 и 2005 гг.), значительное количество участков верхней части водохранилища, где до 1993 г. наблюдались зоны относительно стабильной седиментации загрязненных взвешенных частиц речного стока с повышенными уровнями радиоактивного загрязнения, были промыты водными потоками реки.

Исследование вертикальной структуры загрязнения донных отложений на отдельных участках водохранилища, которые проводились в УкрНИГМИ, показали, что за последние 15–20 лет произошло существенное изменение пространственной структуры радиоактивного загрязнения дна водохранилища по отношению к результатам съемок, выполненных в период с 1989 по 1991 гг.

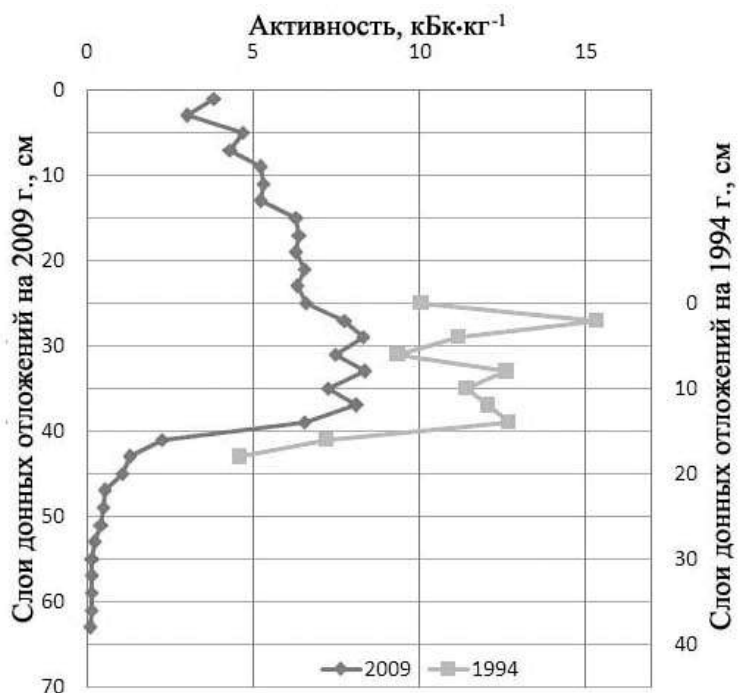
Под воздействием речного стока в годы с повышенной водностью частицы загрязненного ила перемещались на ниже расположенные части Киевского водохранилища и осаждались на заглубленных участках рельефа с относительно низкими гидродинамическими воздействиями.

В соответствии с данными, полученными в течение 2008–2009 гг., в донных отложениях центральной и нижней частей Киевского водохранилища продолжается накопление загрязненного ила на глубоководных участках. Соответственно, растет плотность загрязнения дна радионуклидами на единицу площади (рис. 2.17). Так, с 1994 по 2009 г. слой ила на таких участках увеличился на 25 см. Соответственно, растет содержание активности радионуклидов на единицу площади дна (1994 г. –  $185 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ , а в 2009 г. –  $610 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ ). Одновременно участки верхней части водохранилища, где в течение первых лет формирования загрязнения наблюдались наибольшие уровни загрязнения, существенно очистились.

В целом, картина радиоактивного загрязнения дна водохранилища стала более контрастной. Мелководные участки дна (0–5 м) стали более чистыми, на участках со средними глубинами (5–9 м) плотность загрязнения дна осталась примерно такой же, как и в начале 90-х годов, а на глубоководных участках дна общее количество радионуклидов черномыльского происхождения увеличилось.

Сам по себе факт изменения общей пространственной картины распределения радионуклидов по площади дна водохранилища (перемещение значительного количества загрязненного ила из верхней в центральную и нижнюю его части) не дает оснований считать, что радиологическая ситуация в водоеме ухудшилась. Общее содержание активности

радионуклидов в водохранилище продолжает уменьшаться за счет процесса радиоактивного распада, а прочносорбированные на частицах донных отложений радионуклиды уже фактически не влияют на вторичное загрязнение водных масс.



**Рис. 2.17.** Вертикальное распределение  $^{137}\text{Cs}$  в илах глубоководных отложений нижней части Киевского водохранилища в 1994 и 2009 гг.

Положительным моментом является то, что текущее состояние радиоактивного загрязнения донных отложений цезием-137 приблизилось к устойчивому равновесному состоянию, поскольку значительное количество загрязненных в начальный период после аварии илов переместилось в зону устойчивого (стабильного) осадконакопления. Ожидается, что в дальнейшем процесс захоронения загрязненных отложений под слоем более чистых седиментов будет продолжаться вследствие поступления в чашу водохранилища частиц грунта в результате эрозии относительно чистых участков дна и берегов, а также стока речных наносов, уровень загрязнения которых ежегодно снижается.

Эту новую ситуацию крайне важно зафиксировать повторной съемкой современного загрязнения донного грунтового комплекса всего водохранилища. Результаты съемки позволят точнее параметризовать процессы миграции радионуклидов в системе «почва – взвешенные наносы рек – донные отложения» и получить важные данные для валидации математических моделей транспорта радионуклидов в сложных водных системах «водосбор – река – водохранилище».

Кроме того, такие карты нужны для обоснования различных гидротехнических проектов, когда возникает потребность экологической оценки потенциальных рисков, связанных с разрушением почвенного комплекса дна и вторичным радиоактивным загрязнением вод во время дноуглубительных работ или гидронамыва.

Таким образом, вопросы изучения текущего состояния радиоактивного загрязнения донных отложений Киевского водохранилища и продолжение радиоэкологических исследований водоемов остаются актуальными и должны продолжаться.

### ***Радионуклиды в подземных водах***

Специальная сеть наблюдений за состоянием подземных вод после аварии на ЧАЭС была сооружена только в Зоне отчуждения, а также в местах временного проживания персонала, работающего в Зоне отчуждения.

По результатам наблюдений, в целом уровни загрязнения подземных вод, за исключением участков расположения ПЗРО (пунктов захоронения радиоактивных отходов) и ПВЛРО (пунктов временной локализации радиоактивных отходов) и зон влияния фильтрационных стоков из загрязненных водоемов и промплощадки ЧАЭС, являются относительно низкими и составляют величины в пределах порядка от 0,1 и менее до 1,0 Бк·дм<sup>-3</sup> для <sup>137</sup>Cs и от 1 до 10 Бк·дм<sup>-3</sup> для <sup>90</sup>Sr на наиболее загрязненных территориях. Скорость распространения ореола загрязненных подземных вод в направлении их разгрузки в реки очень медленная, даже для стронция-90 [32], преимущественно до 20 м в год.

В целом для Зоны отчуждения и на прилегающих территориях загрязнение подземных вод не имело катастрофических последствий, как это ожидалось в наиболее консервативных прогнозах в течение первых лет после аварии. Интегральный сток радионуклидов за счет разгрузки подземных вод в реки Зоны отчуждения есть и будет оставаться в будущем относительно низким по сравнению со стоком радионуклидов с поверхностными водами на загрязненных территориях, и не может сформировать любые существенные радиационные риски для населения Украины, проживающего за пределами Зоны отчуждения ЧАЭС [33, 34].

На сегодня относительно высокие уровни загрязнения вод, а в некоторых случаях превышающие в десятки и сотни раз предельно допустимые концентрации (ПДК) для вод питьевого снабжения, наблюдаются только непосредственно в пределах хранилищ радиоактивных отходов, которые были сооружены без специальных противофильтрационных геохимических или других инженерных барьеров, а также на некоторых специфических участках территории с явно выраженными депрессионными морфологическими формами рельефа.

Согласно прогнозным оценкам [35], подземные воды начнут разгружаться в р. Припять не ранее, чем через 50 лет. В течение последующих лет максимальная разгрузка должна равняться 100 – 120 ГБк (или 3,0–3,5 кюри). По сравнению с ожидаемым стоком радиостронция с поверхностными водами подземная составляющая стока не будет превышать 10–15 %.

По результатам модельных расчетов, выполненных М. Железняком и С. Кивой, а также В. Шестопаловым, И. Онищенко и М. Панасюком [36], поток подземных вод из зоны расположения современного объекта «Укрытие» практически не достигнет р. Припять, потому что даже через 100 лет фронт <sup>90</sup>Sr распространится не далее, чем на 600 м, а потому за период достижения русла реки уровни загрязнения вод станут практически незначимыми.

Что касается загрязнения подземных вод за пределами Зоны отчуждения, то оно не превышает для первого от поверхности водоносного горизонта 0,3 Бк·дм<sup>-3</sup>, как для <sup>137</sup>Cs, так и для <sup>90</sup>Sr.

**Загрязнение подземных вод Зоны отчуждения ЧАЭС.** Спустя 25 лет после Чернобыльской катастрофы можно утверждать, что в целом процессы миграции радионуклидов в пределах зоны аэрации и водонасыщенной толщи, в отличие от их поведения в воздушной среде и поверхностных водах, характеризуются замедленностью и инерционностью. Системой радиационного контроля охвачены подземные воды четвертичного, эоценового и сеноман – нижнемелового водоносных комплексов.

Наблюдение за грунтовыми водами осуществляется на ПЗРО, основных ПВЛРО, водоохраных сооружениях и в региональном плане в целом по Зоне отчуждения.

Радиационное состояние подземных вод водоносного комплекса эоценовых отложений (источника централизованного водоснабжения ЧАЭС) контролируется на действующем водозаборе ЧАЭС (г. Припять), сеноман – нижнемеловых – на действующем водозаборе г. Чернобыля.

Результаты исследований за период 1986–2010 гг. свидетельствуют о минимальном их загрязнении радионуклидами из состава выброса ЧАЭС (существенно ниже норм безопасности). Удельные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в воде на водозаборах ЧАЭС и г. Чернобыля не превышают  $0,001 \text{ Бк}\cdot\text{дм}^{-3}$ .

Результаты мониторинга подземных вод свидетельствуют о наличии прогрессирующего во времени и пространстве загрязнения водоносного комплекса четвертичных отложений  $^{90}\text{Sr}$  вследствие миграции радионуклида с 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  $^{90}\text{Sr}$  в поровых растворах тела траншей, под захоронениями и вокруг них в 100–1000 раз превышает допустимые нормы для питьевой воды (ДУ-97). Водоносный комплекс загрязнен на несколько десятков метров вниз по потоку грунтовых вод.

Максимальная интенсивность миграции радионуклидов зафиксирована наблюдательными скважинами в пределах «Рыжего леса», районов старой Стройбазы и Яновского затона. По состоянию на лето 2010 г. в воде скважин, оборудованных на четвертичный водоносный горизонт, объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в районе старой Стройбазы изменялась от  $32 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-3}$  до  $130 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-3}$ , а в районе Яновского затона – от  $0,77 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-3}$  до  $36 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-3}$ .

В районе ПК-14 водоема-охладителя в воде наблюдательных скважин зафиксирована объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  для верхней части разреза на уровне  $1,3 - 18 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-3}$ , для средней и нижней частей –  $1,2-4,3 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-3}$ . Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  составляет  $0,007-0,14 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-3}$ .

В воде скважины К-3 (Песчаное плато – ПВЛРО, район Семиходского затона) объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  зафиксирована на уровне  $22 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-3}$  при глубине залегания уровня воды  $3,2 \text{ м}$ .

Величины объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в воде наблюдательных скважин режимной сети ПЗРО «Подлесный» составляли:  $^{90}\text{Sr} - 0,18-0,49 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-3}$ ,  $^{137}\text{Cs} - 0,009-0,091 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-3}$  при глубине залегания уровня воды от  $1$  до  $6,5 \text{ м}$ . В воде регламентных наблюдательных скважин в пределах ПЗРО «Буряковка» объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  составляет  $0,26-1,8 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-3}$ , а  $^{137}\text{Cs} - 0,009-0,12 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-3}$ .

На Припятском водозаборе зафиксирована объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в пределах  $0,31-2,3 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-3}$ , а  $^{137}\text{Cs} - 0,006-0,05 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-3}$ .

В воде сеноман – нижнемелового водоносного комплекса объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  не превышала  $0,01 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-3}$ .

Результаты исследований в ближней зоне ЧАЭС, где расположены основные ПВЛРО («Рыжий лес», «Стройбаза», станция Янов и др.), промплощадка ЧАЭС, объект «Укрытие», пункты захоронения радиоактивных отходов «Подлесный», «Комплексный» и др., показывают, что в долговременной перспективе латеральное распространение  $^{90}\text{Sr}$  от траншей в опасных концентрациях в интервале 100–300 следующих лет ограничится 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 грунтовыми водами.

Однако загрязненные подземные воды вокруг ПВЛРО будут долгое время оставаться постоянным источником радиационных рисков в ближней зоне ЧАЭС. Захоронения района Яновского затона по потенциалу выноса и характеру миграции радионуклидов, в связи с расположением района в пойме р. Припять, являются реально опасными по загрязнению поверхностных вод.

Доминирующими факторами колебаний интенсивности миграции радионуклидов в течение года являются особенности гидрогеологических и климатических условий, конструктивные особенности захоронений, а также условия и интенсивность взаимосвязи поверхностных

водотоков и водоемов с подземными водами. Вне площадей захоронений РАО условия формирования радиационного загрязнения грунтовых вод определяются «распределенными» источниками миграции радионуклидов, находящихся в естественных ландшафтах.

По данным исследований Института геологических наук НАНУ (В. М. Шестопапов) [37], ежегодно в геологическую среду с учетом локальных участков – ПВЛРО, ПЗРО, объекта «Укрытие» – поступает до 40 ТБк (1000 Ки)  $^{137}\text{Cs}$ . Количество  $^{90}\text{Sr}$ , поступающее ежегодно в геологическую среду, существенно больше, чем  $^{137}\text{Cs}$ . Таким образом, суммарная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , поглощаемая геологической средой, в 4–20 раз больше, чем ежегодный вынос активности рекой Припять за пределы Зоны отчуждения. 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)  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ .

*Таким образом, геологическая среда Зоны отчуждения играет роль достаточно мощного поглотителя миграционно активных радионуклидов, выполняя важную функцию наиболее мощного естественного барьера по отношению к распространению радиоактивности за пределы Зоны.*

### **2.1.2. Система радиационного мониторинга окружающей среды**

Действующие природоохранное, санитарно-эпидемиологическое, чернобыльское и ядерное законодательства предусматривают функционирование в Украине достаточно развитой системы радиационного мониторинга, которая должна надежно служить для выполнения главных задач в области противорадиационной защиты населения и окружающей среды, в том числе на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы. Сегодня оценку содержания радионуклидов в различных объектах окружающей среды, продуктах питания, человеке осуществляют, главным образом, радиологические подразделения организаций и предприятий, которые подчинены МЧС, МОЗ, Минагрополитики, Минэнерго, Госводхоза, Госкомлесхоза, согласно сферы ответственности и полномочий.

В известной степени отвечают требованиям чернобыльского законодательства в части радиационного мониторинга меры, которые осуществляются ГСНПП «Экоцентр» за счет Госбюджета Украины в Зоне отчуждения и зоне безусловного (обязательного) отселения. Основными направлениями этого мониторинга являются:

определение содержания радионуклидов в атмосферном воздухе, поверхностных, подземных, сточных и отработанных технологических водах, почве, компонентах наземных и водных экосистем, пищевых продуктах, в местах несанкционированного проживания населения – «самоселов»;

изучение влияния на окружающую среду объектов обращения с радиоактивными отходами – ПЗРО, ПВЛРО, комплекса по переработке и захоронению РАО, объекта «Укрытие» и работ, связанных со снятием ЧАЭС с эксплуатации;

изучение процессов миграции радионуклидов в компонентах ландшафтов, их выноса за пределы Зоны отчуждения естественными путями, оценка эффективности водоохраных мероприятий.

Регламент мониторинга охватывает 146 пунктов наблюдений различных объектов окружающей среды (поверхностные, в том числе – сточные, воды, приземный слой атмосферы, ландшафтные полигоны), 138 наблюдательных скважин за подземными водами, места производственной деятельности персонала, 11 населенных пунктов. Ежегодно отбирается свыше 5 тыс. образцов и проводится порядка 10 тыс. аналитических исследований образцов. Непрерывный мониторинг радиационного состояния осуществляется также с помощью автоматизированной системы радиационного контроля в 39 пунктах наблюдения, включая промплощадку ЧАЭС и г.Славутич.

С целью предупреждения техногенного выноса радионуклидов за пределы Зоны отчуждения на контрольно – дозиметрических постах осуществляется радиационный контроль транспорта и грузов.

Радиологическая служба *Минагрополитики* за последние годы понесла существенные потери. Это единственная служба, которая по чернобыльской программе получает средства на поддержку своей деятельности, но их хватает только на содержание 94 радиологов, количество которых за последние 10 лет сократилась более чем в 5 раз.

Начиная с 1991 г., УкрНИИСХР разработал и предоставил для внедрения в производство комплекс нормативных документов по отбору проб и методам измерения содержания радионуклидов в сырье, продуктах питания и окружающей среде. В первую очередь, это Межведомственные методические указания «Система контроля качества продуктов питания и сельскохозяйственной продукции в случае большой радиационной аварии», которые стали базовым методическим документом в этом вопросе [38]. Ежегодно лабораториями служб контроля производятся сотни тысяч анализов продукции животноводства, растениеводства и продукции леса. Количество образцов с содержанием радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , превышающим допустимые уровни, в 2006 г. составляла 2,2 %, в 2007 г. – 1,4 %, в 2008 г. – 1,3 %. Уровень загрязнения радионуклидами пищевой продукции, обусловленного последствиями Чернобыльской катастрофы, ощутимо уменьшается с каждым годом (табл. 2.5). Наиболее критичным продуктом сельскохозяйственного производства остается молоко.

**Таблица 2.5.**

*Превышение содержания радионуклидов при радиологическом контроле сельскохозяйственной продукции, 2006–2009 гг.*

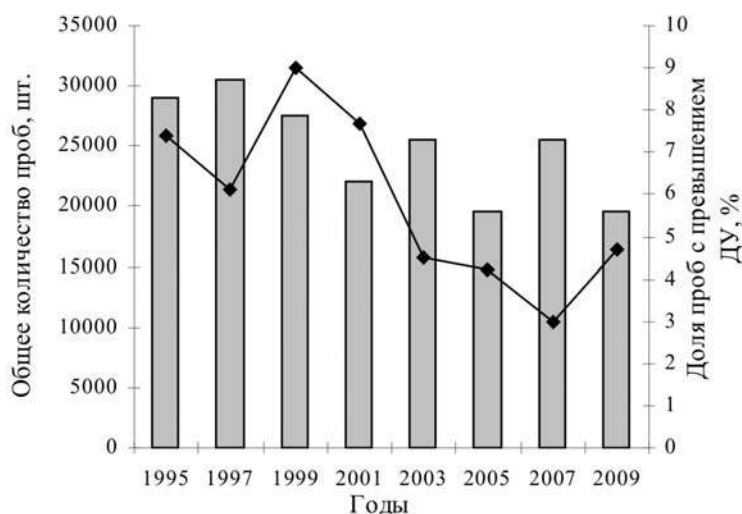
| Область      | Количество образцов сельскохозяйственной продукции |             |               |             |               |             |               |             |
|--------------|--|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
|              | 2006   |             | 2007          |             | 2008          |             | 2009          |             |
|              | всего  | > ДУ-06     | всего         | > ДУ-06     | всего         | > ДУ-06     | всего         | > ДУ-06     |
| Волинская    | 64508  | 3182        | 59205         | 2681        | 48740         | 1774        | 39145         | 1080        |
| Житомирская  | 38813  | 1848        | 38581         | 1202        | 16833         | 741         | 14451         | 415         |
| Киевская     | 71859  | 185         | 119435        | 48          | 55724         | 163         | 64282         | 54          |
| Ровенская    | 49377  | 872         | 40869         | 1194        | 26122         | 676         | 9500          | 458         |
| Черкасская   | 912  | –           | 833           | –           | 788           | –           | 1408          | –           |
| Черниговская | 54170  | 61          | 104000        | 62          | 96200         | 68          | 106200        | 22          |
| <b>Всего</b> | <b>279639</b>                                      | <b>6148</b> | <b>362923</b> | <b>5187</b> | <b>244407</b> | <b>3422</b> | <b>234986</b> | <b>2029</b> |

При этом необходимо отметить, что начиная с 1993 года превышение санитарно-гигиенических нормативов на содержание цезия-137 и стронция-90 в продуктах питания, которые производятся в общественном секторе и поступают в потребительскую сеть, наблюдались в единичных случаях. Вместе с тем, в личных подсобных хозяйствах до сих пор производится сельскохозяйственная продукция, не соответствующая требованиям государственных нормативов на содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в продуктах питания (ДУ-2006). Остается до 60 населенных пунктов, где удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в молоке и мясе постоянно превышает ДУ-2006. Также остается более 500 НП, где радиоактивное загрязнение молока почти у трети личных подсобных хозяйств может превышать допустимые уровни, и где за последние 5 лет зафиксированы случаи их превышения.

Кроме радиологов, главной задачей которых является радиационный контроль сельскохозяйственной продукции, получаемой в населенных пунктах, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, большой объем работ по программам паспортизации сельскохозяйственных угодий выполняют областные государственные проектно – технологические центры охраны плодородия почв, которые провели радиационное обследование более 5 млн. га угодий.

Служба радиационного контроля, подчиненная *Госкомлесхозу*, обеспечивает: получение оперативной информации о радиационном состоянии лесных насаждений, производственных и жилых помещений. Она проводит дозиметрический контроль в местах проведения лесохозяйственных работ, отбирает образцы и измеряет содержание нормированных радионуклидов в продукции лесного хозяйства, поддерживает ведение радиационного банка данных, информирует руководство предприятий и местных органов власти, а также местные общины о радиационном состоянии лесов на их территории и содержании нормированных радионуклидов в продукции отрасли. На лесохозяйственных предприятиях введен жесткий дозиметрический контроль сырья и готовой продукции. Его обеспечивают 7 аккредитованных радиологических лабораторий, расположенных в наиболее загрязненных областях Украины. За 1995–2009 годы лабораториями было отобрано и проанализировано более 300 тыс. образцов различных видов лесохозяйственной продукции. Критическими видами лесной продукции, с точки зрения радиационного загрязнения, остаются дикорастущие грибы и ягоды, мясо диких охотничьих животных, молоко личных хозяйств.

За упомянутый период годовые объемы радиологического контроля в системе Госкомлесхоза Украины уменьшались (рис. 2.18). Это случилось по двум причинам. Первая – уменьшение бюджетного финансирования, вторая – улучшение радиационной ситуации в лесах.



*Рис. 2.18.* Динамика годового объема радиологического контроля в системе Госкомлесхоза Украины в 1995 – 2009 г. и доля образцов с превышением ДУ.

За период наблюдений наряду с нормализацией радиационной обстановки в лесных экосистемах постепенно уменьшалась доля образцов продукции, содержание радионуклидов в которой превышало допустимые уровни. Этот показатель в 1995–1999 гг. колебался в пределах 6,2–9,0 %, а в 2003–2009 г – 3,0–4,6 %. Вместе с этим, содержание радионуклидов в пищевой продукции леса, особенно в украинском Полесье, остается достаточно высоким. До 80 % проконтролированных пищевых продуктов леса содержат цезий-137 выше допустимых уровней.

Ежегодно учреждениями Государственной санитарно-эпидемиологической службы *Минздрава Украины* проводится около 200 тысяч  $\gamma$  – и  $\beta$ -спектрометрических исследований продуктов питания на содержание радионуклидов цезия-137 и стронция-90.

Система радиационного мониторинга *Государственной гидрометеорологической службы* охватывает наблюдениями за уровнем радиоактивного загрязнения всю территорию Украины, включая ту ее часть, которая отнесена к зонам радиоактивного загрязнения, образовавшимся вследствие Чернобыльской катастрофы.

По результатам мониторинга, радиационный фон на территории практически всех областей, где определены зоны радиоактивного загрязнения, последние 5 лет был постоянным и находился в пределах предаварийных уровней – 6–33 мкР·ч<sup>-1</sup>, обусловленных, главным образом, естественными радионуклидами и космическим излучением. На пункте контроля Чернобыль, где плотность загрязнения почв <sup>137</sup>Cs на сегодня около 330 кБк·м<sup>-2</sup>, γ-фон определялся последствиями аварии на Чернобыльской АЭС и изменялся в диапазоне 15–27 мкР·ч<sup>-1</sup>. На пункте контроля Коростень повышенные уровни γ-фона (18–33 мкР·ч<sup>-1</sup>) обусловлены как радиоактивным загрязнением почв чернобыльского происхождения (около 165 кБк·м<sup>-2</sup> в настоящее время), так и особенностями геологического строения региона, в частности – близким к земной поверхности выходом гранитоидов с повышенным содержанием природных радионуклидов калия, урана, тория. Мониторинг на загрязненных территориях осуществляется путем ежедневных измерений мощности экспозиционной дозы γ-излучения на 70 пунктах контроля, отбора и анализа образцов атмосферных выпадений на 26 пунктах, воздушных аэрозолей на 5 пунктах и поверхностных вод в Киевском и Каневском водохранилищах в 3 точках.

### *Дозиметрический мониторинг*

Основой для планирования мероприятий по радиологической защите населения была и сегодня остается объективная оценка радиоэкологических условий проживания населения на загрязненных территориях. Ведущая роль в выполнении этой задачи принадлежит дозиметрическому мониторингу, который состоит из: дозиметрической и тиреодозиметрической паспортизации населенных пунктов и определения доз внутреннего облучения по данным прямого измерения радиоцезия в организме человека.

Система общегосударственной дозиметрической паспортизации НП была введена после 1991 года и охватывала (в 2008–2010 гг. – не проводилась) до 2165 населенных пунктов, расположенных на территории 74 районов в 12 областях. Она предусматривает расчет паспортной дозы для НП, отнесенных к зонам радиоактивно загрязненных. Для ее расчета используются данные о плотности загрязнения территории <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr, концентрации этих радионуклидов в пробах молока и картофеля.

Ежегодный комплекс работ включает:

отбор проб продуктов питания (молока и картофеля) и их γ-спектрометрический (<sup>137</sup>Cs) и радиохимический анализы (<sup>90</sup>Sr);

измерение содержания радионуклидов в организме человека;

расчет доз облучения населения;

контрольные измерения для оценки качества результатов дозиметрической паспортизации;

составление и издание дозиметрических паспортов НП.

В соответствии с порядком выполнения работ по уточнению радиационной обстановки и проведения радиоэкологического мониторинга, на загрязненных территориях Украины в населенных пунктах, где в предыдущие 3 года содержание <sup>137</sup>Cs превышало ДУ, осуществляется *двукратный* отбор и анализ проб молока, а в других населенных пунктах, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, – *одноразовый*. Отбор проб картофеля осуществляется один раз в год (август–сентябрь) в населенных пунктах, где по результатам обследований предыдущих лет паспортная доза облучения превышает 0,5 мЗв·год<sup>-1</sup>. В среднем ежегодно отбиралось около 17 тыс. проб картофеля и молока. Ответственность за дозиметрический мониторинг возложена на *Санитарно-эпидемиологическую службу Минздрава Украины*.

Паспортная доза является средневзвешенной по профессионально – возрастной структуре жителей НП и предназначена исключительно для поддержки решений, принимаемых государственными органами согласно действующему законодательству. Отмечено, что использование этой дозы в эпидемиологических исследованиях является неприемлемым.



Результаты дозиметрической паспортизации НП обобщаются в специальных выпусках, которых выдано уже 13 сборников. Последний сборник содержит обобщенные данные за 2008 год.

Материалы дозиметрической паспортизации свидетельствуют о том, что с каждым годом все меньше людей получают дополнительное облучение вследствие Чернобыльской катастрофы свыше 1 мЗв за год, что является следствием естественных процессов и внедрения в течение многих лет мер, направленных на уменьшение поступления радионуклидов в организм человека с продуктами питания (табл. 2.6).

**Таблица 2.6.**

*Распределение населенных пунктов по дозовым показателям согласно с результатами общедозиметрической паспортизации и загрязнению молока <sup>137</sup>Cs*

| Год  | Паспортная доза облучения, мЗв·год <sup>-1</sup> |             |             |        | Количество НП по содержанию <sup>137</sup> Cs в молоке ≥ 100 Бк·л <sup>-1</sup> |
|------|--|-------------|-------------|--------|---|
|      | ≤ 0,50   | 0,50 – 0,99 | 1,00 – 4,99 | ≥ 5,00 |   |
| 1997 | 1350   | 359         | 442         | 10     | 490   |
| 1998 | 1338   | 375         | 441         | 7      | 506   |
| 1999 | 1368   | 384         | 400         | 9      | 486   |
| 2000 | 1415   | 299         | 441         | 6      | 479   |
| 2001 | 1445   | 311         | 392         | 5      | 419   |
| 2002 | 1471   | 317         | 372         | 3      | 406   |
| 2003 | 1538   | 334         | 289         | 2      | 339   |
| 2004 | 1551   | 405         | 207         | –      | 363   |
| 2005 | 1749   | 298         | 116         | –      | 134   |
| 2006 | 1799   | 294         | 72          | 1      | 84  |
| 2007 | 1366   | 246         | 60          | 1      | 57  |
| 2008 | 1648   | 236         | 49          | –      | 53  |

*Оценка индивидуальных доз облучения населения* осуществляется путем определения содержания инкорпорированного в организме человека <sup>137</sup>Cs. Эти исследования выполняются с 1995 года с помощью счетчика излучения человека в населенных пунктах 12 областей, где проводится дозиметрическая паспортизация (ежегодно около 50 тыс. человек).

В настоящее время в банке данных проведения СИЧ – дозиметрии собраны результаты определения доз внутреннего облучения более 950 тыс. человек. При этом необходимо отметить, что за последние пять лет превышение лимита дозы за счет внутреннего облучения было зафиксировано только у 3 % обследованных лиц (табл. 2.7).

**Таблица 2.7.**

*Итоги СИЧ – дозиметрии населения в 2005–2007 годах*

| Области      | Годы обследования |             |            |               |             |            |               |             |             |
|--------------|-------------------|-------------|------------|---------------|-------------|------------|---------------|-------------|-------------|
|              | 2005              |             |            | 2006          |             |            | 2007          |             |             |
|              | Всего лиц         | СИЧ ≥ 1 мЗв |            | Всего лиц     | СИЧ ≥ 1 мЗв |            | Всего лиц     | СИЧ ≥ 1 мЗв |             |
| лиц          |                   | %           | лиц        |               | %           | лиц        |               | %           |             |
| Волынская    | 5 000             | 0           | 0          | 5 000         | 0           | 0          | 4 740         | 0           | 0           |
| Житомирская  | 15 350            | 22          | 0,1        | 16 043        | 37          | 0,2        | 11 023        | 24          | 0,2         |
| Киевская     | 10 000            | 7           | 0,1        | 10 000        | 30          | 0,3        | 6600          | 0           | 0           |
| Ровенская    | 16 000            | 143         | 0,9        | 15 750        | 78          | 0,5        | 14 750        | 4           | 0,03        |
| Черниговская | 5 000             | 0           | 0          | 5 186         | 0           | 0          | 5 000         | 0           | 0           |
| <b>Всего</b> | <b>51 350</b>     | <b>172</b>  | <b>0,3</b> | <b>51 979</b> | <b>145</b>  | <b>0,3</b> | <b>42 113</b> | <b>28</b>   | <b>0,07</b> |

Общими проблемами для всех радиологических служб различного подчинения являются: отсутствие программ внедрения современных систем обеспечения качества измерений; ненадлежащее финансирование программ радиационного мониторинга, и прежде всего, – по бюджетной программе «Радиологическая защита населения и экологическое оздоровление территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению», которое в 2009–2010 г. по сравнению с 1998 г. сократилось более чем в 20 раз. *Невыполнение программ дозиметрического и*

радиационного мониторинга, радиационного контроля продукции, производимой на загрязненных территориях, сделало фактически невозможным обеспечение конституционных прав почти 2 млн. граждан Украины – жителей территорий, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, относительно получения достоверной информации об уровнях загрязнения окружающей среды и продуктов питания местного производства и их негативного влияния на здоровье.

### **Повышение квалификации радиологов**

Работа по проведению радиационного контроля и выполнения задач по программам радиологической защиты населения требует подготовленных высококвалифицированных кадров, которые должны работать на радиоактивно загрязненных территориях. Начиная с 1994 года обеспечивалась государственная поддержка системы подготовки, переподготовки и повышения квалификации и аттестации специалистов по вопросам радиационного контроля в Украинском радиологическом учебном центре МЧС Украины. В среднем в течение года в Украинском учебном центре ежегодно повышали квалификацию около 200 специалистов. С 2009 года финансирование этого направления работы существенно сократилось. Из-за уменьшения финансирования как на проведение обучения, так и на покрытие расходов специалистам на командировки, за эти два года в центре повысили квалификацию лишь 55 человек, работающих в области радиационного контроля.

### **2.1.3. Восстановление экосистем в условиях радиоактивного загрязнения**

Главной особенностью Чернобыльской аварии является сравнительно короткий по времени «импульсный» выброс, что оказалось особенно ценным для исследователей, поскольку с выбросом образовался искусственный временной маркер, используя который можно оценить скорость следующих процессов. Объективность полученных результатов и возможность их обобщения для широкого спектра техногенных загрязнителей определяется фиксированной датой выпадений, чисто техногенной компонентой загрязнения, высокой чувствительностью радиометрических методов измерения, широким разнообразием ландшафтно-геохимических условий Украинского Полесья.

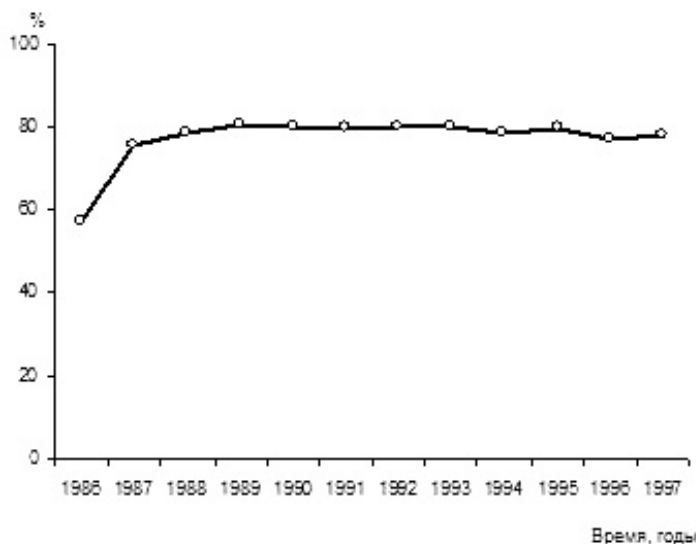
**Концепция самоочищения экосистем от радиоактивного загрязнения.** В классической отечественной теории геохимии ландшафтов самоочищение рассматривают как вынесение техногенных веществ за его пределы [39, 40] или естественное разрушение загрязнителя в среде вследствие естественных физических, химических и биологических процессов [41]. Аналогичный подход принят Международной организацией по стандартизации с введением терминов «естественное исчерпание» (*natural attenuation*) и «естественная биоремедиация» (*intrinsic bioremediation*), объединяющих все природные процессы, включая химические, физические и биологические, которые приводят к уменьшению концентрации загрязнителя в почвах или грунтовых водах [42].

Практическая необходимость в исследовании природных процессов самоочищения среды обусловлена обширностью загрязненных вследствие Чернобыльской аварии территорий и отсутствием технологий дезактивации почв. Рацион сельского населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях, в значительной степени состоит из продуктов питания местного производства (картофель, молоко). В формировании современных доз облучения пероральное поступление радионуклидов играет ведущую роль: при значительном уменьшении годовых доз доля, приходящаяся на облучение, обусловленное пероральным поступлением, уже в 1988 г. возросла до 80 % (рис. 2.19).

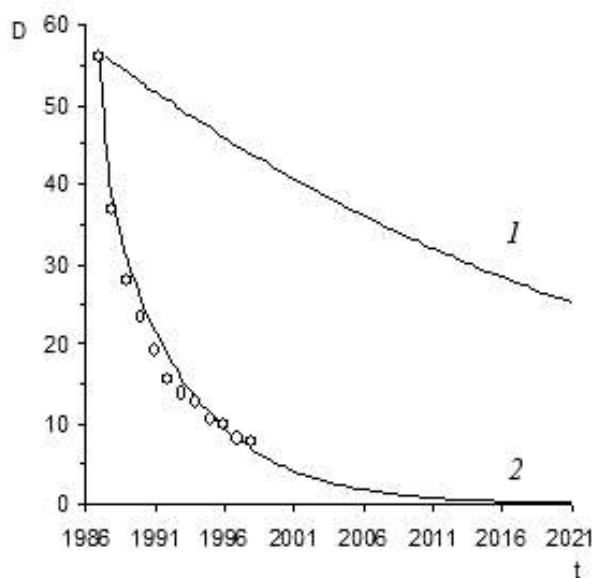
Это определяет исключительную роль трофического звена «почва – растение» в формировании дозовых нагрузок и дает основания для концептуального пересмотра понятия самоочищения экосистемы. Таким образом, с позиций экологической безопасности

самоочищение экосистемы включает все те естественные процессы, которые способствуют выведению загрязнителя за пределы трофической цепи. В отличие от представлений, сложившихся в геохимии, ведущую роль в самоочищении экосистем играют процессы пролонгированной фиксации загрязнителя в почвенном поглощающем комплексе, которые не обязательно сопровождаются его разрушением или выведением за пределы ландшафта. Итак, изучение процессов биогенной миграции радионуклидов в экосистемах загрязненных территорий приобретает особое значение.

Опасными в медико-биологическом отношении дозообразующими радионуклидами являются  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Многолетняя динамика дозовых нагрузок на сельское население Украины свидетельствует о значительном (на порядок) превышении темпов снижения дозовых нагрузок со скоростью физического распада этих радионуклидов (рис. 2.20).



**Рис. 2.19.** Доля перорального поступления радионуклидов в формировании суммарной дозы облучения сельского населения Украины: рассчитано по данным [43].



**Рис. 2.20.** Темпы снижения суммарной (от разных источников) нормированной годовой дозы облучения,  $\text{мкЗв}\cdot\text{год}^{-1}$  на  $1 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$  (1) и динамика распада дозообразующих радионуклидов (2) (точками обозначены экспериментально – расчетные данные [43]).

После выпадения на земную поверхность радионуклиды включаются в процессы абиогенной трансформации, ведущие к образованию доступных для растительности мобильных (водорастворимых и обменных) форм (рис. 2.21).

В процессе корневого питания в области ризосферы (около 1 мм вокруг корня растения) создается кислая среда (по некоторым данным, рН достигает 3 и даже 1) [44]. При таких значениях рН большинство тяжелых металлов вместе с питательными веществами достаточно быстро аккумулируется растением. Дальнейшие процессы биоаккумуляции загрязнителей определяет скорость образования и транспорта мобильной формы в область ризосферы. Поскольку эта стадия является самой медленной, именно она определяет скорость всего миграционного цикла.

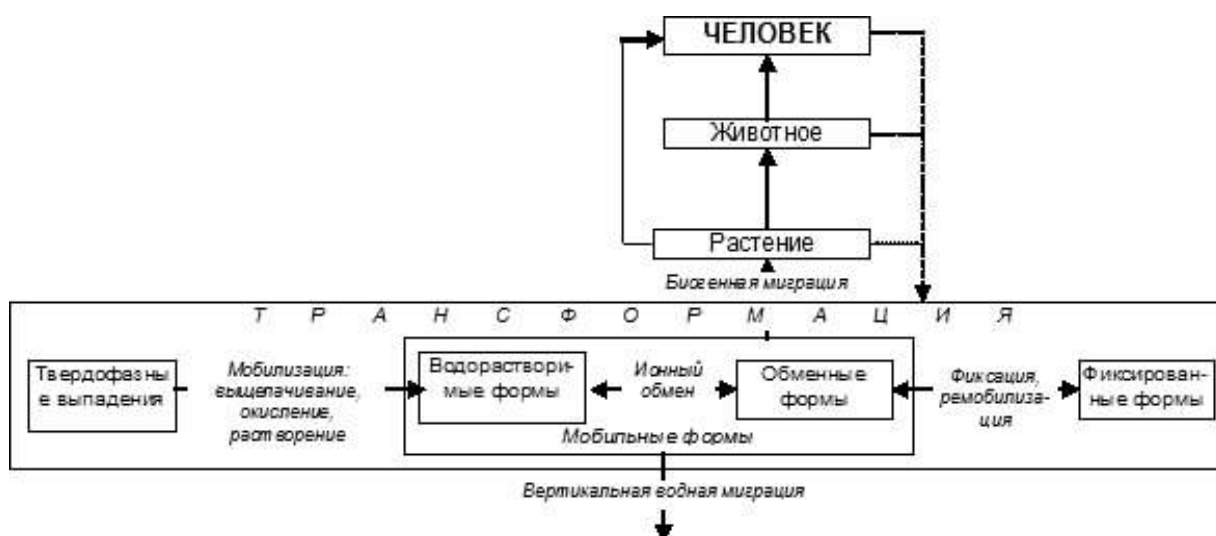


Рис. 2.21. Биогенные и абиогенные процессы формообразования и миграции радионуклидов.

Комплекс представлений, включающий приоритет *мобильных форм* радионуклидов в корневом питании и абиогенной водной миграции, пропорциональность содержания радионуклидов миграционных потоков содержанию мобильных форм, сопряженность миграционных и трансформационных процессов, получил название концепции формообразования [45].

Концепцию самоочищения природной среды на базе формообразования можно сформулировать в следующем виде:

движущей силой абиогенной трансформации вещества является термодинамическая неравновесность первоначальной техногенной формы нахождения элементов в наружной оболочке Земли;

формообразование техногенных элементов сопровождается образованием промежуточного продукта – мобильной формы, содержание которой синхронно определяет интенсивность биогенной и абиогенной водной миграции;

содержание мобильной формы как функции времени, прошедшего с момента поступления техногенной формы элемента на земную поверхность, определяется кинетической моделью трансформации.

**Самоочищение трофических цепей.** Теоретическое обоснование деконтаминации трофических цепей за счет процесса иммобилизации токсиканта в почве, выведение его из биологического круговорота благодаря иммобилизации составило новый раздел в геохимии техногенеза – самоочищение природной среды.

Синхронность динамики биогенной миграции радионуклидов и динамики мобильных форм при поправке на динамику выноса радионуклидов позволяют рассматривать параметры

формообразования радионуклидов в почвах согласно кинетической модели как геохимический хронометр при реконструкции и прогнозе загрязнения начального звена трофических цепей.

Выведение  $^{137}\text{Cs}$  из биологического круговорота в результате иммобилизации на геохимическом барьере не исключает его вклада в дозу внешнего облучения, которое обеспечивает этот радионуклид, оставаясь в почве.

*Биогенная миграция* радионуклидов в почвах связана с жизнедеятельностью животных и растительных организмов. Почвенная мезофауна и микроорганизмы способствуют ускорению процессов формообразования, а деятельность мезофауны вместе с диффузией в пористой среде – выравниванию вертикального распределения радионуклидов. Растения, поглощая радионуклиды через корневую систему, включают их в восходящий поток системы «почва – растение». При отмирании растений происходит возврат радионуклидов в почву путем минерализации растительных остатков. Восходящие и нисходящие потоки радионуклидов обеспечивают их биогеохимический круговорот.

*Биогеохимический поток* – это количество вещества, проходящего за единицу времени через единицу площади условной границы раздела абиогенной и биогенной компонент экосистемы. Для оценки интенсивности биогеохимического потока радионуклидов можно использовать *геохимический коэффициент перехода (ГКП)*, представляющий собой отношение содержания загрязнителя в растительности, собранной с  $1 \text{ м}^2$  почвы, к плотности загрязнения этой площади.

Степенью влияния отдельных геохимических процессов на исключение радионуклидов из потока корневого питания растений, как начального звена трофической цепи, могут служить параметры скорости этих процессов (табл. 2.8). Сравнение констант скорости геохимических процессов, способствующих естественной деконтаминации ежегодной продукции растительности наземных экосистем показывает, что в поставарийный период ведущая роль принадлежит процессу иммобилизации радиоцезия, скорость которой в среднем на порядок превышает скорость радиоактивного распада.

**Таблица 2.8.**

*Периоды полуочищения наземных экосистем и их компонентов и константы*

| Процесс                                   | $^{137}\text{Cs}$ |                   |             | $^{90}\text{Sr}$ |                   |                 |
|---|-------------------|-------------------|-------------|------------------|-------------------|-----------------|
|   | $T_{1/2}$ , лет   | $k$ , год $^{-1}$ | $k/\lambda$ | $T_{1/2}$ , лет  | $k$ , год $^{-1}$ | $k/\lambda$     |
| Физический распад                         | 30                | 0,023             | 1,0         | 29               | 0,024             | 1,0             |
| Латеральная миграция                      | > 1000            | 0,0005            | 0,02        | > 300            | 0,0015            | 0,06            |
| Иммобилизация                             | 0,10–1,5          | 0,45–7,0          | 20–300      | 1,2–69           | 0,01–0,60         | 0,42–25         |
| Нисходящая миграция                       | 70 –>300          | 0,001–0,01        | 0,043–0,43  | 25–45            | 0,015–0,028       | 0,65–1,0        |
| Биогеохимическая миграция в луговую траву | 2,0 -10           | 0,07–0,32         | 3,0–14      | ≈ 2,0            | 0,29–0,38         | 13–17           |
| Биогеохимическая миграция в молоко коров  | 2,0 -10           | 0,07–0,32         | 3,0–14      | не определялось  | не определялось   | не определялось |

**Примечание:**  $T_{1/2}$  – период полуочищения (выведения из процессов корневого питания),  $k$  – константа скорости процесса,  $\lambda$  – константа радиоактивного распада.

В деконтаминации трофических цепей относительно радиостронция процессы иммобилизации в минеральных почвах не играют существенной роли. В первые годы после аварии на территориях с преобладающим выпадением диспергированного топлива благодаря процессам мобилизации происходило увеличение активности  $^{90}\text{Sr}$  в ежегодной продукции биомассы наземных экосистем. В дальнейшем деконтаминацию ежегодной продукции наземных экосистем определяла высокая миграционная способность радиостронция в почвах Полесья. Период полувыведения радионуклида из ризосферы можно сравнить с периодом его полураспада.

Полученные результаты позволяют оценить период полувыведения радионуклидов из экосистемы и трофической цепи вследствие процессов абиогенной трансформации, абиогенной и биогенной миграции. Приведенные в табл. 2.8 данные явно демонстрируют различие между самоочищением ландшафта, как выведением радионуклида за пределы трофической цепи, и природным истощением (*natural attenuation*), как очищением абиогенной компоненты ландшафта. Последнее происходит благодаря трем основным процессам: радиоактивный распад, латеральная и вертикальная миграция радионуклидов, и определяется для  $^{137}\text{Cs}$  физическим распадом, а для  $^{90}\text{Sr}$  – происходит вдвое быстрее, чем распад. Самоочищение луговых экосистем от радионуклидов происходит в 3–10 раз быстрее распада, что обусловлено процессами абиогенной трансформации, в частности фиксации  $^{137}\text{Cs}$  в почвенном поглощающем комплексе и ионного обмена при биологическом поглощении  $^{90}\text{Sr}$ .

**Самоочищение лесных экосистем.** Биогеохимические потоки радионуклидов в лесных биогеоценозах характеризуются значительно более сложными закономерностями, что связано с многоярусным строением экосистемы, различными временными периодами, биологическими особенностями жизненных циклов растительности и т.д. Основная часть  $^{137}\text{Cs}$  (82–97 %) в лесоболотных экосистемах Украинского Полесья содержится в минеральных слоях почвы и лесного опада, 0,3–16 % – в моховом, менее 0,002% – в лишайниковом, 0,05–0,5 % – в травяном и кустарниковом ярусах, 0,01–0,05 % – в ярусе микромицетов, 0,3–5 % – в древесном ярусе [46]. По усредненным для различных едафотопов значениям балансового распределения  $^{137}\text{Cs}$  в экосистемах сосны обыкновенной ближней зоны ЧАЭС (Янив, Новошепеличи, Толстый Лес, Копачи) около 14 % включено в процессы биогеохимической миграции (современный опад и древесное покрытие), более 85 % иммобилизовано в почве и разложившихся слоях лесной подстилки. В современные биогеохимические циклы в экосистеме сосны включено менее 3 %  $^{241}\text{Am}$ .

При одинаковой плотности загрязнения почвы интенсивность биогеохимического потока  $^{137}\text{Cs}$  в экосистеме сосны возрастает соответственно приросту биомассы в зависимости от ландшафтно-геохимических условий. Скорость самоочищения лесных экосистем возрастает в противоположном направлении и для большинства экотопов определяется скоростью радиоактивного распада. Период биологического самоочищения сосны ( $T_{1/2}$  (биол.)) составляет 15–250 лет [47].

В процессе горения графитовой кладки аварийного энергоблока в составе аэрозолей горячих частиц и газовой эмиссии было выброшено около  $1,12 \cdot 10^{14}$  Бк радиоуглерода. В биотических ярусах сосновой экосистемы (включая разложившийся слой подстилки) содержится около 95 % углерода, в том числе 75 % – в древесном ярусе. Балансовое распределение радиоуглерода аварийного выброса и глобальных выпадений существенно отличается. Биотические компоненты биогеоценоза обеднены радиоуглеродом глобальных выпадений: в древесном ярусе содержится менее 55 % глобального  $^{14}\text{C}$ . Радиоуглерод аварийного выброса ЧАЭС значительно менее биодоступен: менее 30 % его содержится в древесном ярусе и до 30 % – в минеральных слоях почвы в виде горячих частиц (рис. 2.22).

В подстилке разной степени разложения  $^{14}\text{C}$  аварийных выпадений представлен преимущественно твердофазными выпадениями, разлагающимися в окислительных условиях при температуре свыше 900 °С. Цикличность современной эмиссии  $^{14}\text{CO}_2$  в экосистеме сосны ближней зоны ЧАЭС ограничена нижними ярусами лесного биогеоценоза (почва – подстилка – мох). Современные поступления  $^{14}\text{C}$  в биотические ярусы определяют процессы корневого питания [48].

Включенный в динамическую систему природно-техногенных ландшафтов диспергированный реакторный графит подвергается воздействию химических и биогенных факторов. Характерной особенностью химического разрушения реакторного графита является воздействие ионизирующего излучения, обуславливающего радиолиз  $\text{O}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  с образованием атомарного кислорода и свободных радикалов  $\text{OH}^\bullet$  [49]. Под влиянием продуктов радиолиза

графит переходит из химически инертной формы в подвижную и может быть включен в трофические цепи.

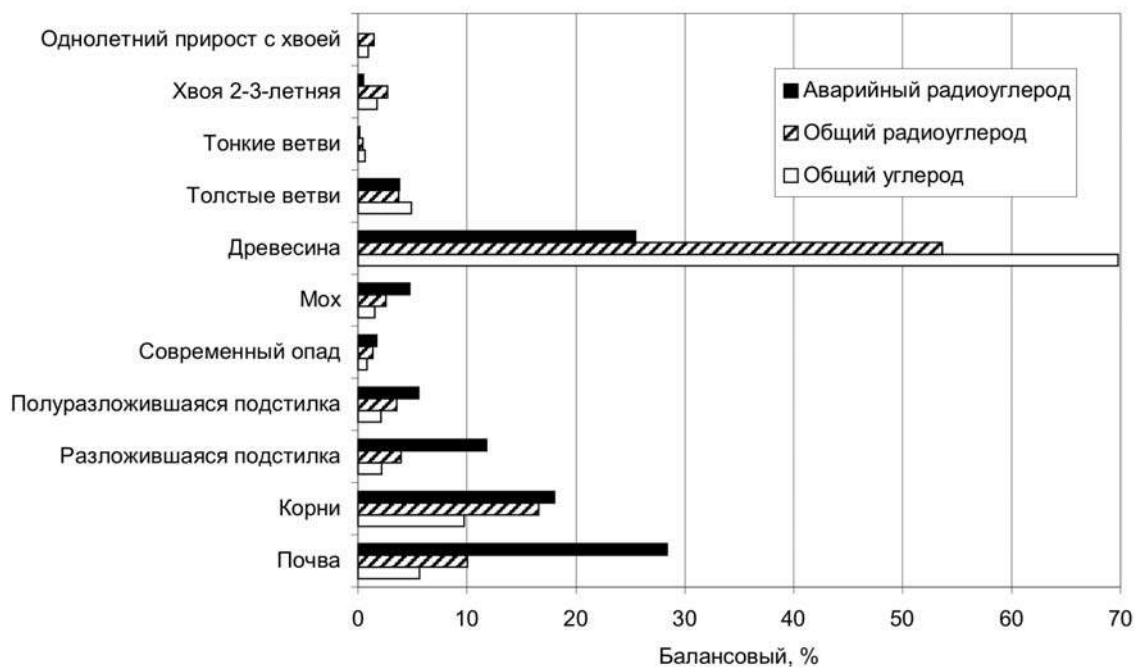


Рис. 2.22. Баланс изотопов углерода в экосистеме сосны ближней зоны ЧАЭС.

Изучение ассимиляции микромицетами (*Acremonium*, *Arthrinium*, *Aurebasidium*, *Cladosporium*, *Paecilomyces*, *Phialophora*, *Scopulariopsis*) изотопов углерода, выделенных из загрязненных почв Зоны отчуждения ЧАЭС, показало, что при добавлении реакторного графита, как единственного источника углерода, в среде Чапека происходит активный рост мицелия: в течение 60 суток биомасса мицелия возрастает в 30 раз. При этом содержание  $^{14}\text{C}$  в субстрате и биомассе уравнивается [50].

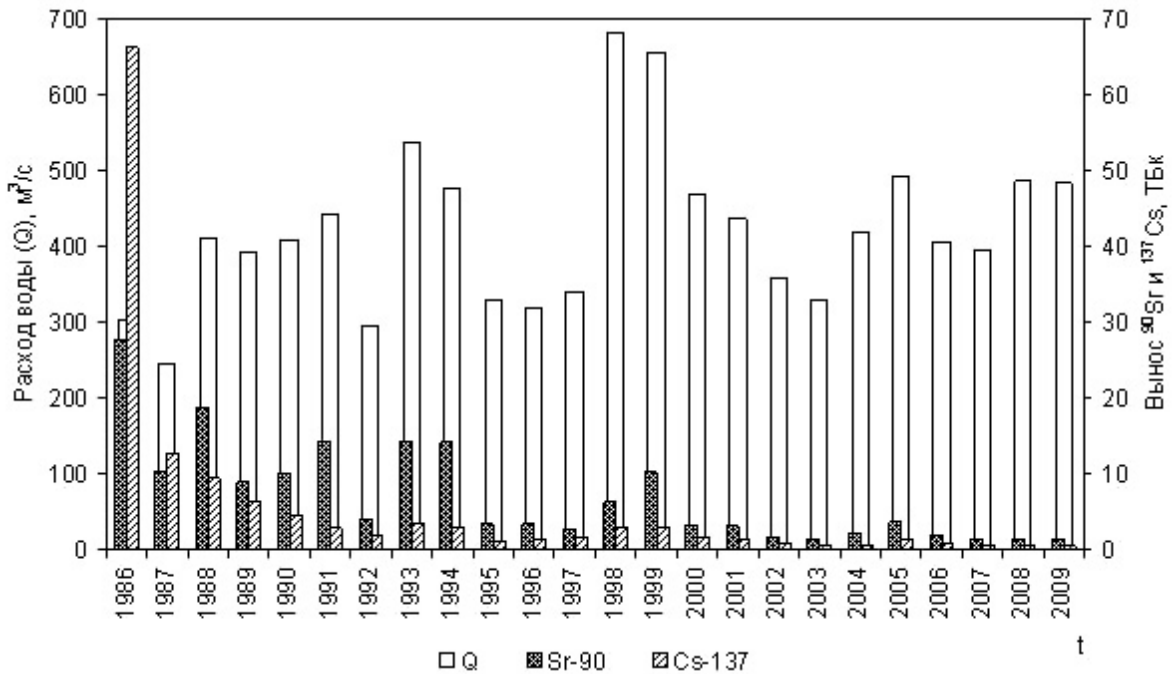
**Самоочищение поверхностных водных систем.** Наряду с рисками распространения радиоактивности за пределы отчужденных территорий вследствие частичного разрушения объекта «Укрытие» или из пунктов локализации РАО, вынос радионуклидов водным путем через речную систему Днепра занимает ведущее место [51]. При этом наблюдается устойчивая тенденция к уменьшению ежегодного выноса радионуклидов в каскад Днепровских водохранилищ (рис. 2.23).

В период активной стадии аварии процессы самоочищения определялись формами выпадений радионуклидов, в связи с чем скорость самоочищения водных масс была почти на порядок выше, чем в последующие годы.

Начиная с 1989 г., процессы выноса радионуклидов через гидросеть Чернобыльской зоны отчуждения определяются скоростью их мобилизации в почвах водосборов. Скорость самоочищения водных масс в современный период почти в 5 раз превышает скорость распада соответствующих изотопов. Вынос  $^{137}\text{Cs}$  в основном определяется гидрологическим режимом рек. Вынос  $^{90}\text{Sr}$  в значительной степени зависит от водного режима почв и в меньшей степени – от водности года.

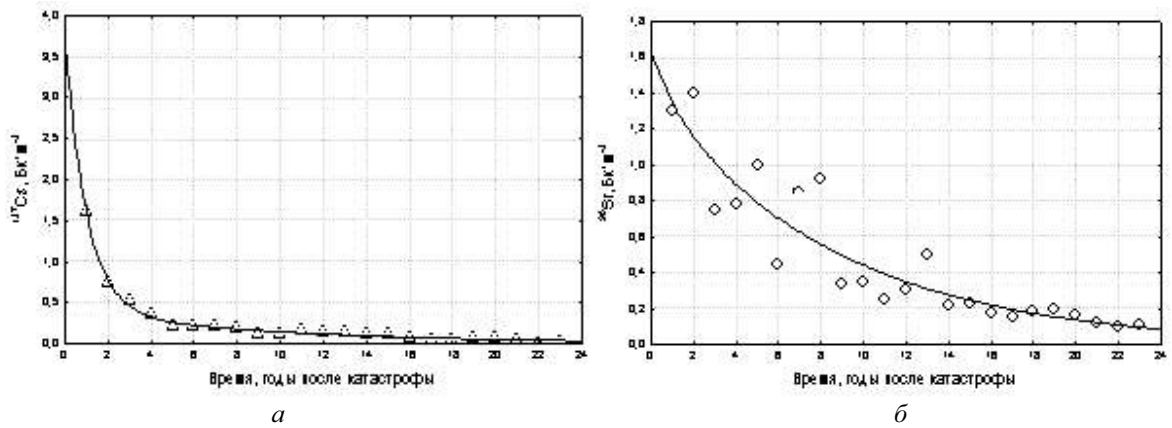
Наряду со снижением загрязнения водных масс наблюдается изменение форм нахождения радионуклидов в сторону увеличения доли условно растворенных и уменьшения взвешенных форм. Скорость трансформации по величине соответствует скорости мобилизации

радионуклидов в почвах, что свидетельствует о едином геохимическом механизме водной миграции радионуклидов в окружающей среде.



**Рис. 2.23.** Многолетняя динамика расходов воды и выноса радионуклидов р. Припять (по данным ГСНПП «Экоцентр»).

Рассмотрение среднегодовой динамики концентраций  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Припять позволяет выделить два периода самоочищения водных масс (рис. 2.24):



**Рис. 2.24.** Многолетняя динамика концентрации  $^{137}\text{Cs}$  (а) и  $^{90}\text{Sr}$  (б) в воде р. Припять (по данным ГСНПП «Экоцентр»).

Ежегодный вынос с украинской и белорусской территории в Киевское водохранилище составляет соответственно  $6 \cdot 10^{11}$  Бк  $^{137}\text{Cs}$  и  $7 \cdot 10^{12}$  Бк  $^{90}\text{Sr}$  в условно растворенной форме. Изучение динамики форм нахождения радионуклидов в поверхностных водных системах позволяет оценить суммарный вынос в Черное море 20 ТБк  $^{137}\text{Cs}$  и 200 ТБк  $^{90}\text{Sr}$ . При этом  $^{137}\text{Cs}$  прочно удерживается твердой фазой донных отложений, а  $^{90}\text{Sr}$  практически полностью вынесен из донных осадков речной системой Днепра [52].



**Выводы.** Созданный в результате Чернобыльской катастрофы уникальный техногенный маркер инициировал интенсивное развитие геохимии и биогеохимии техногенеза, что отражено рядом новых концептуальных разработок в области самоочищения окружающей среды, загрязненной в результате антропогенной деятельности.

В основу прогнозирования радиоэкологического состояния экосистем и эколого-геохимического картирования загрязненных территорий положена геохимическая концепция формообразования радионуклидов, согласно которой процессы водной миграции токсиканта протекают синхронно с его трансформацией в почвах. Константы скорости формообразования радионуклидов в почвах являются критериями биогенной и абиогенной водной миграции, самоочищения наземных и поверхностных водных систем от радиоактивного загрязнения. Изменение форм нахождения радионуклидов в речной воде происходит синхронно с их формообразованием в почвах водосборов. Совпадение динамики формообразования радионуклидов в наземных и поверхностных водных системах свидетельствует о едином геохимическом механизме водной миграции загрязнителя в окружающей среде. Темпы снижения нормированных дозовых нагрузок на сельское население Украины на порядок превышают скорость радиоактивного распада дозообразующих радионуклидов, что главным образом обусловлено геохимическими процессами самоочищения наземных экосистем.

В условиях чрезвычайно высокого радиоактивного загрязнения, приведшего к летальному и сублетальному поражению некоторых компонентов биогеоценоза, восстановление ландшафтной структуры, растительных сукцессий и животного мира происходит значительно быстрее и глубже, чем техногенное преобразование территории в прошлом, что прежде всего обусловлено принудительным ограничением антропогенной деятельности.

#### **2.1.4. Проблема экологического нормирования**

Существующая у нас в стране и в мире система гигиенического нормирования не решает проблему безопасности биоты экосистем, которая оказывается в зоне влияния радиационных аварий и выпадений. Как показал опыт оценки воздействия радионуклидов на биоту в случаях Кыштымской и особенно Чернобыльской аварий, такие заметные воздействия имеют место. Поэтому в 103 публикации МКРЗ наконец была поставлена проблема создания специальной системы экологического нормирования. МКРЗ предлагает вариант выбора особо чувствительных видов в экосистеме, а по их реакции уже можно судить о превышении либо непревышении допустимых уровней загрязнения биоты экосистем.

Разработка системы экологических нормативов на допустимые сбросы и выбросы поллютантов в биоту экосистем требует особого подхода и создания специальных моделей. В существующей системе *гигиенического* нормирования действуют относительно простые подходы и модели оценки допустимых уровней загрязнения воздуха, воды и продуктов питания. Достаточно наладить их контроль, и выполнение гигиенических нормативов может быть обеспечено. Задача установления *экологических* нормативов на допустимые уровни загрязнения биоты гораздо сложнее.

Для того чтобы ограничить дозу воздействия на биоту в структуре экосистемы, необходимо установить динамику и закономерности распределения и перераспределения поллютантов по компонентам конкретных экосистем для определения критического звена биоты, где следует ожидать депонирования наибольшего количества поллютантов и высочайшего уровня воздействия дозы, и, где могут быть самые негативные эффекты воздействия на биоту. Это не обязательно будут выбранные заранее наиболее чувствительные виды организмов. Обычно на начальных этапах аварии отдельные высокочувствительные виды могут реагировать на относительно высокие дозы облучения, но не обязательно, что именно эти виды определяют судьбу биоты всей экосистемы. Наконец, выживание биоты любой экосистемы определяется ее

способностью сохранить биомассу, достаточную для воспроизведения данной экосистемы и поддержки свойства кондиционирования жизнеспособного для этой биоты среды обитания. Поэтому для биоты экосистем, где происходят реальные процессы распределения и перераспределения радионуклидов, попавших в нее, в системе экологического нормирования предназначен третий вариант определения критических составляющих биоты, и уже по нему необходимо проводить нормирование радиационного фактора.

Значение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  (в частности) в каждой из компонент биоты, а также данные о динамике распределения и перераспределения  $^{137}\text{Cs}$  в разных составляющих экосистемы можно получить, используя данные о коэффициентах накопления (Кн)  $^{137}\text{Cs}$ , моделей радиоемкости и камерной модели. Анализ поведения поллютантов в экосистемах склонов, которые являются составляющими практически любого наземного ландшафта, с использованием методов теории радиоемкости и применением камерных моделей позволили описать распределение и перераспределение радионуклидов между ними. Скорость передвижения радионуклидов в ландшафте определяется такими характеристиками, как: крутизна склона (P1), вид покрытия (P2), расчлененность ландшафта (P3), вертикальная (P4) и горизонтальная миграции (P5). Общая оценка вероятности миграции радионуклидов по элементам ландшафта с учетом независимости показателей ландшафта определяется как свернутая вероятность и рассчитывается по формуле  $P = P1 \times P2 \times P3 \times P4 \times P5$ . Особую проблему представляют реальные ландшафты, когда оценки параметров радиоемкости относятся к обширным территориям, где действуют системы факторов радионуклидов, влияющих на перераспределение по биотическим и абиотическим компонентам экосистем. С использованием программного продукта ESRI ARCGIS разработана Модельно-Аналитическая геоинформационная система ГИС, которая позволяет анализировать и проводить прогнозы миграции загрязняющих веществ в экосистемах.

Для практического использования предложенного подхода сделан расчет величины дозы на компоненты озерной экосистемы и допустимого годового сброса радионуклидов в зависимости от значений Кн на примере склоновой экосистемы на берегу реки Уж с начальным уровнем поступления  $^{137}\text{Cs}$  в верхний уровень экосистемы – 1 МБк (табл. 2.9).

**Таблица 2.9.**

*Расчет величины дозы (Гр) на компоненты озерной экосистемы и допустимого годового сброса радионуклидов в зависимости от значений Кн для биоты бентоса*

| Дозы от действующих на биоту компонентов озерной экосистемы   | Кн биоты донных отложений озера (бентоса) |                        |                        |                        |                       |                       |
|---|---|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
|   | 1   | 10                     | 100                    | 1000                   | 10000                 | 100000                |
| От воды   | $5,4^{-9}$                                | $5,4^{-9}$             | $5,4^{-9}$             | $5,4^{-9}$             | $5,4^{-9}$            | $5,4^{-9}$            |
| От донных отложений   | $3,2^{-8}$                                | $3,2^{-8}$             | $3,2^{-8}$             | $3,2^{-8}$             | $3,2^{-8}$            | $3,2^{-8}$            |
| От биомассы озера   | $1,4^{-8}$                                | $1,4^{-7}$             | $1,4^{-6}$             | $1,4^{-5}$             | $1,4^{-4}$            | $1,4^{-3}$            |
| Внутренняя доза   | $3,3^{-8}$                                | $3,3^{-7}$             | $3,3^{-6}$             | $3,3^{-5}$             | $3,3^{-4}$            | $3,3^{-3}$            |
| Суммарная доза на биоту   | $5,2^{-8}$                                | $4,8^{-7}$             | $4,7^{-6}$             | $4,7^{-5}$             | $4,7^{-4}$            | $4,7^{-3}$            |
| Допустимый сброс $^{137}\text{Cs}$ в лес при условии, что доза в донной биоте озера не превышает $4 \text{ Гр}\cdot\text{год}^{-1}$ | $7,7^{+13} \text{ Бк}$                    | $8,4^{+12} \text{ Бк}$ | $8,4^{+11} \text{ Бк}$ | $8,5^{+10} \text{ Бк}$ | $8,5^{+9} \text{ Бк}$ | $8,5^{+8} \text{ Бк}$ |
|   | 2100 Ки                                   | 220 Ки                 | 22 Ки                  | 2,3 Ки                 | 0,23 Ки               | 0,023 Ки              |

После установления уровней загрязнения биоты в разных камерах по модели Б. Амир оценены дозовые нагрузки на биоту, исходя из общего уровня поступления радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$

в 1 МБк. Эти дозы будут малы по сравнению с предлагаемым пределом дозы в 4 Гр·год<sup>-1</sup> на биоту. Далее определены границы поступления <sup>137</sup>Cs в камеру «Лес» при условии, что мощность дозы не превышает значения в 4 Гр·год<sup>-1</sup>. Крупнейшие дозовые нагрузки ожидаются в биоте донных отложений озера. Из табл. 2.9 видно, что в зависимости от Кн донной биоты уровни допустимого радионуклидного загрязнения (экологические нормативы на допустимый сброс <sup>137</sup>Cs) леса заметно меняются от значений в сотни Ки до единиц. Это означает, что:

критическая биота донных отложений может резко ограничить величину экологического норматива;

радионуклидному загрязнению может подвергаться не только верхний участок экосистемы склона, но и нижележащие камеры экосистемы склона.

При этом ужесточение экологического норматива на допустимые уровни сброса радионуклидов заметно возрастает в ситуации, когда загрязнению <sup>137</sup>Cs подвергаются нижние уровни экосистемы склона – луг, терраса. Чем ниже по склону происходит загрязнение экосистемы склона, тем меньше допустимый уровень поступления радионуклидов в исследуемую экосистему склона.

В первый год после аварии при высоком реальном значении Кн донной биоты 1000 единиц уровень экологического норматива на допустимый уровень поступления <sup>137</sup>Cs не должен превышать всего 2,3 Ки в ситуации разового сброса. В случае дополнительных сбросов радионуклидов в лес в последующие годы после аварии величина норматива будет еще меньше. Т.е. при высоких значениях Кн критической для данной экосистемы склона донной биоты уровни экологических нормативов на сброс и выброс радионуклида даже на верхнем участке склона будут резко ограничены. В случае выпадений <sup>137</sup>Cs в низлежащие участки склона допустимый экологический норматив на их загрязнение будет еще заметно ниже. При этом *гигиенический* норматив для воды озера как питьевой (2 Бк·л<sup>-1</sup>) при таких *экологических* нормативах никогда не будет превышен.

При уровне поступления <sup>137</sup>Cs в лес на уровне 2,3 Ки или 0,23 Ки содержание радионуклида в молоке коров, которые выпасаются на лугу или откармливаются кормовыми травами с террасы, не превысит гигиенического норматива ДУ-2006 (100 Бк·л<sup>-1</sup>). Также такие уровни поступления <sup>137</sup>Cs не приведут к превышению гигиенического норматива его содержания в овощах (100 Бк·кг<sup>-1</sup>) при использовании воды озера для их орошения. Таким образом, в такой ситуации загрязнения экосистемы склона <sup>137</sup>Cs *рассчитанные экологические нормативы на допустимые уровни сброса и выброса радионуклидов заметно ниже, чем действующие гигиенические нормативы для данной экосистемы склона.*

Современная действующая экологическая парадигма состоит в том, что если экологическая ситуация в конкретной экосистеме благоприятна для человека, то экологическая ситуация для дикой биоты тем более будет благоприятна. Проведенный выше расчет показывает, что эта парадигма не всегда верна. Можно считать, что *экологические нормативы на допустимые уровни загрязнения поллютантами реальных экосистем могут быть жестче, чем человеческие гигиенические нормативы.* Гигиенические нормативы относительно просты в разработке, потому что они касаются только одного вида биоты – человека. При этом нормируются отдельные компоненты среды обитания – уровни загрязнения воздуха в зоне дыхания, питьевая вода и продукты питания. Таким образом, эти нормативы делаются и рассчитываются однократно и только изредка уточняются.

Установлено, что даже для одной и той же экосистемы *экологический* норматив будет разным для разных значений Кн – биоты донных отложений в зависимости от распределения поллютантов по компонентам экосистемы. Сложность расчета экологических нормативов возрастает для различных типов экосистем, особенно объединенных в сложные составные ландшафтные экосистемы. Следовательно, *разработка экологических нормативов на предельно допустимые*

*уровни сброса и выброса загрязнителей в различные типы экосистем, а значит и обеспечение экологической безопасности, требуют дальнейших специальных экспериментальных усилий и учета теоретических моделей.*

## **2.2. Формирование радиационной обстановки и ведение хозяйства на территории, загрязненной вследствие аварии на ЧАЭС**

### **2.2.1. Радиобиологические эффекты влияния ионизирующего излучения на биоту**

На территории 30-км зоны отчуждения ЧАЭС объекты биоты – растения, грибы, низшие и высшие животные, микроорганизмы и вирусы испытывают хроническое влияние ионизирующего облучения. Именно поэтому в последнее время особое внимание уделяется оценкам риска облучения не только человека, но и других организмов. Поднимается вопрос правомерности основной парадигмы радиоэкологии, базирующейся на утверждении: «Если защищен человек, то защищены и другие биологические объекты» (ICRP 91, 103). Об этом свидетельствует широкая дискуссия, которая развернулась вокруг определения уровней допустимых доз облучения, поиск подходов для разработки дозиметрических моделей для биоты и создание МАГАТЭ в 2004 г. соответствующей рабочей группы (EMRAS BWG), а также в 2005 году 5-го комитета МКРЗ «Радиационная защита окружающей среды».

Меры, которые были предприняты в острый период аварии на ЧАЭС, прежде всего имели целью защитить население и персонал от облучения. В то же время, биота Чернобыльской зоны испытала острое облучение, что привело к формированию радиобиологических эффектов на разных уровнях организации биологических систем, от клетки или организма к экосистеме. В частности, такие эффекты, вплоть до летального поражения, отмечались для хвойных лесов Зоны отчуждения на значительных территориях [60].

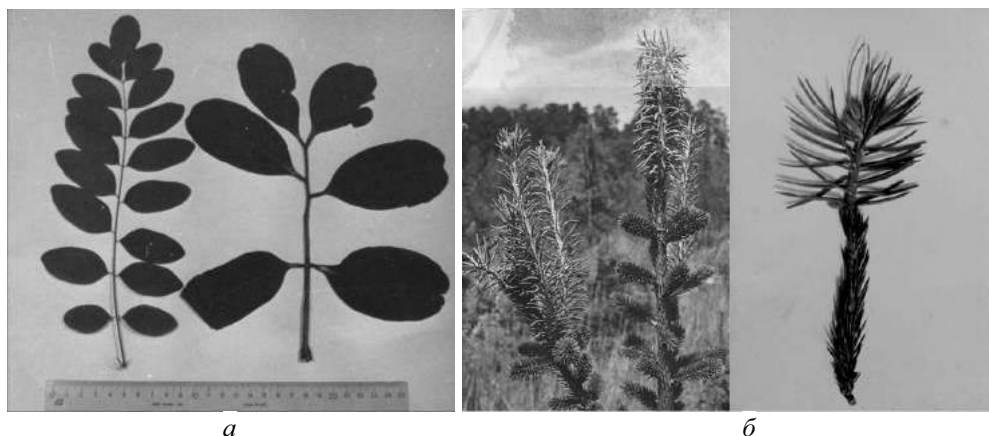
В 2007 году 5-м комитетом сосна была предложена в качестве одного из референтных растений с точки зрения оценки радиоактивного воздействия на биоту. При этом Чернобыльская зона рассматривается как один из базовых полигонов для накопления необходимых массивов эмпирических данных.

На территории Чернобыльской зоны в широких пределах варьируют плотность радионуклидных выпадений, физико-химическое состояние радионуклидов, характер их биогеохимических преобразований и скорости миграции в трофических цепях экосистем. Соответственно, мощности экспозиционных и поглощенных доз облучения организмов изменяются в широких диапазонах от летальных для более радиочувствительных организмов до уровней, которые близки к естественному фону радиоактивности. Конечно, наиболее мощному облучению биота подверглась в первые месяцы после аварии, когда на поверхность листьев, почвы и воды выпадали диспергированные радиоактивные материалы ядерного реактора и ядерного топлива. Со временем мощность доз облучения уменьшается за счет радиоактивного распада радионуклидов и с углублением последних в почву. Тем не менее, даже в настоящее время в пределах 10-км зоны есть заросшие естественной растительностью участки, где мощность экспозиционных доз облучения достигает десятков мР в час.

Объекты биоты облучаются как от внешних источников гамма-радиации, так и от биологически усвоенных и накопленных в тканях радионуклидов, излучающих  $\gamma$ -,  $\beta$ -, а некоторые и  $\alpha$ -излучения. В первые месяцы после аварии значительная доза облучения, полученная объектами биоты, была обусловлена адсорбированными на поверхности организмов «горячими частицами». В последующие годы возрастало значение поступления радионуклидов через корневую систему растений. Дальнейшее движение радионуклидов в трофических цепях своим началом имело усвоение радиоактивности растениями путем корневого питания. В

настоящее время в биоценозах экосистем Зоны отчуждения стабилизировался круговорот радионуклидов цезия и стронция, а кое-где – изотопов плутония и америция, вследствие чего поддерживаются определенные дифференцированные режимы облучения всех живых компонентов биоценозов. При этих режимах облучения, когда к внешнему облучению добавляется внутреннее, проявились различные радиобиологические эффекты у всех компонентов биоты [61, 62]. Крайним выражением радиобиологического ответа растений была гибель сосен и елей на территории, которая получила название «Рыжего леса». Выделены два значительных по площади массива «Рыжего леса»: один – вдоль западного радиоактивного следа до 5 км от разрушенного реактора, второй вдоль северного следа на левом берегу р. Припять. Начальные дозы облучения здесь были очень высокими, о чем свидетельствует наличие погибших не только хвойных (игольчатых) деревьев, но и некоторых лиственных пород, как, например, березы и ольхи черной. Средние значения поглощенных доз у этих деревьев превышали 170 Гр. В этих местах погибли различные виды как растений, так и животных. Вместе с этим подверглась сильному влиянию радиации и микрофлора почвы, как и гидробионты в водоемах зоны.

К наиболее радиочувствительным видам растений принадлежит сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), которая является в то же время основным лесообразующим видом Зоны отчуждения, поэтому исследование эффектов облучения биоты имеет непосредственное практическое значение. На ряде площадок Зоны отчуждения (прежде всего, территория ПВЛРО «Рыжий Лес» и других сосновых насаждений 10-км зоны ЧАЭС) популяции растений данного вида демонстрируют подавление развития и массовые морфологические изменения у отдельных деревьев (рис. 2.25).



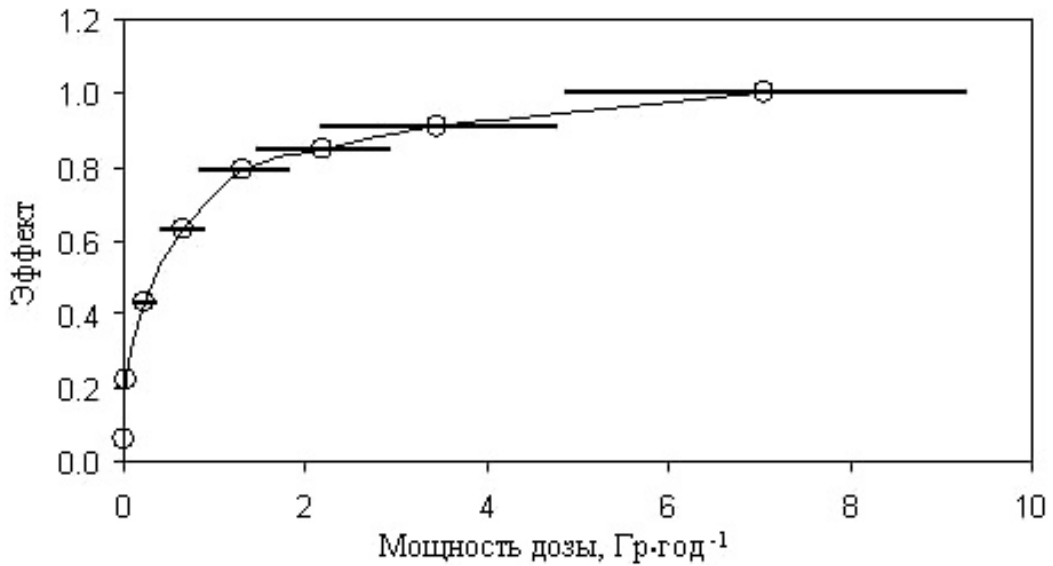
**Рис. 2.25.** Гигантизм листьев у робинии (а) (г. Припять) и у ели европейской (б), у которой возникают аномальные ветви и очень большие иглы (лесной питомник в Ново-Шепеличах).

В проведенных исследованиях [63, 64] установлена четкая зависимость частоты морфологических изменений (снятие апикального доминирования) от мощности дозы облучения (рис. 2.26), что позволяет однозначно идентифицировать именно радиационный фактор в качестве причины указанных изменений.

Для сосны обыкновенной также получены зависимости радиобиологического эффекта на уровне клетки (абберация хромосом, повреждение ДНК) от мощности дозы облучения, подтверждающие высокую чувствительность данного вида к облучению.

В контексте нынешних усилий по разработке подходов к радиационной защите биоты сосна рассматривается в качестве одного из референтных видов для наземных экосистем [65], поэтому полученные для данного вида зависимости «доза – эффект» имеют и более широкое значение. В частности, можно отметить, что при контрольном уровне мощности дозы 10 микроГр·ч<sup>-1</sup> для

наземных экосистем [66] у сосны обыкновенной реализуется достаточно высокая частота эффектов, что может привести к подавлению популяции или даже выпадению вида из экосистемы.



*Рис. 2.26. Зависимость «мощность дозы – эффект (частота морфологических изменений)» для сосны обыкновенной.*

Дальнейшие усилия должны фокусироваться на исследованиях радиобиологических эффектов облучения других референтных видов биоты Зоны отчуждения. Прежде всего это касается растительных видов, которые на данный момент не конкретизированы в рамках упомянутых подходов [65, 66]. Чернобыльская зона, учитывая выраженную неоднородность радиоактивного загрязнения, схожесть почвенно-климатических условий на ее территории и отсутствие значительных источников других техногенных воздействий на биоту, предоставляет для этого хорошие условия.

Изменения ценозов в зоне влияния Чернобыльской катастрофы отражают не только действие радиации, но и широкий круг вторичных процессов, непосредственно не связанных с радиоактивным загрязнением окружающей среды. Особенно значительное влияние на биоту повлекло прекращение хозяйственной деятельности, в частности сельского хозяйства, а также отселения жителей из населенных пунктов загрязненной зоны. Резкое снятие антропогенного давления на отчужденных территориях активизировало естественные механизмы мутационного самовосстановления и возрождения лесоболотных биогеоценозов, характерных для Киевского Полесья.

На ранее пахотных землях началось восстановление естественной растительности путем изменения соответствующих типов биоценозов, которое постепенно приводит к восстановлению свойственной этой зоне лесной формации. Согласно этим изменениям типов растительности восстанавливается кормовая база травоядных животных и консументов высших рангов, в связи с чем формируется новый видовой состав животного мира. Конечно, исчезли виды животных, которые сопровождают человека. Вместе с тем наблюдается рост биологического разнообразия за счет роста численности видов, нормальному развитию которых мешала хозяйственная деятельность человека, в частности охота. Поэтому за последнее время существенно увеличилось количество видов, которые ранее здесь редко встречались.

В настоящее время в Зоне отчуждения численность популяций крупных промышленных копытных – лося, дикого кабана и косули европейской – многократно превосходит доаварийные показатели. Аналогичная картина наблюдается и для зайца – русака, мышевидных грызунов, что,

в свою очередь, привело к увеличению численности популяций хищников, в частности волка, лисы, рыси европейской, для которых кормовая база также значительно больше доаварийной. В последние годы с севера – с Белорусского Полесья – практически вплотную к Зоне отчуждения приблизился ареал бурого медведя. Прекращение функционирования осушительных систем и их зарастание древесно – кустарниковой растительностью в Зоне способствовало увеличению численности бобра европейского. Это привело к зоогенным сукцессиям растительного покрова вследствие затопления и подтопления территории.

Зона отчуждения с ее фактически заповедным режимом является уникальной территорией в фаунистическом отношении. На данной территории встречаются 37 видов птиц, занесенных в «Красную книгу Украины», в т.ч. скопа, подорлик малый, змеяед, орлан – белохвост, красный коршун. Зафиксировано 16 краснокнижных видов млекопитающих, в т.ч. рысь европейская, вечерница гигантская и др. [67]. Особо следует отметить успешную интродукцию в 1998 г. в Чернобыльской зоне отчуждения видов, также занесенных в «Красную книгу Украины», – зубра и лошадей Пржевальского. Оба вида в настоящее время здесь размножаются в среде, успешно противостоят хищникам, их численность постепенно увеличивается. Резко возросла численность ряда млекопитающих, которых теперь насчитывается 66 видов. Численность млекопитающих и их видов осталась на уровне, описание которого приведено в предыдущем Национальном докладе [1].

В тех местах, где биоценозы подверглись сильным изменениям под воздействием начального интенсивного облучения, в частности на территории «Рыжего леса», происходит *сукцессионное* восстановление растительности. И под пологом молодых лиственных деревьев находят условия для развития хвойные деревья.

В зоне летального поражения, где в 1986 г. не проводились дезактивационные мероприятия, все погибшие сосны упали. Лиственные породы полностью восстановили свое состояние. На месте погибших насаждений образовались типичные группировки вырубki – пепелища с участием сорняков, мхов и лишайников. Появились плотные картины самосева березы, осины и крушины.

Насаженные в зоне сублетального поражения сосны сохранились на 20–85 %. В основном здесь началось формирование самосевных популяций лиственных пород. Уцелевшие редкие экземпляры сосны имеют широкую крону, не характерную для деревьев, произрастающих в насаждениях. В наземном покрове преобладают злаково-рудеральные ценозы. При этом сохранились типичные компоненты соснового леса и моховой покров там, где он был. В последние годы на грани «Рыжего леса» между материнскими деревьями появился неравномерный самосев сосны.

С уменьшением мощности дозы облучения наблюдается восстановление почвенной фауны, микро- и микробиоты, однако видовой состав новых почвенных группировок несколько отличается от тех, что были в этих местах до аварии. Так, в настоящее время, через 25 лет после аварии на Чернобыльской АЭС, даже на территориях с высокими уровнями радионуклидного загрязнения, за исключением отдельных участков Зоны отчуждения, в частности территории под бывшим «Рыжим лесом» и некоторых других значительно меньших площадей, не обнаружено явных угроз существованию флоры и фауны [68].

Исследования растительного покрова Зоны отчуждения, проведенные после Чернобыльской аварии, продемонстрировали значительную видовую насыщенность фитоценозов. Флора сосудистых растений данной территории составила 434 вида, из них 96 – древесно-кустарниковых и 338 – травянисто-кустарниковых видов [69]. Наряду с успешным развитием популяций сосудистых растений, внесенных в «Красную книгу Украины» (2009), наблюдается их увеличение примерно на 10 %. Институтом ботаники им. М.Г. Холодного НАН Украины зафиксировано более 40 видов, в большинстве адвентивных и рудеральных, новых для этой территории [69].

В зоне безусловного отселения Житомирской области обнаружено более 40 видов растений, внесенных в «Красную книгу Украины», в т.ч. крупнейшие в регионе популяции многолетников из семейства орхидных. Выявлено 16 новых для Житомирской области видов лишайников и лихенофильных грибов [70], 4 новых для Украины вида макромицетов, 24 новых для данной территории таксона бриофлоры [71], в т.ч. 4 – новых для Украинского Полесья, 2 – новых для равнинной части Украины.

Увеличение экотопического разнообразия закономерно привело не только к увеличению видового разнообразия флоры Зоны отчуждения, но также и фауны этого района. Фауна позвоночных здесь составляет: амфибий – 12 видов; рептилий – 7 видов; птиц – 253 вида, из них 168 видов гнездятся; млекопитающих – 73 вида, в настоящее время достоверно зарегистрированы 43 вида [67].

**Микобиота.** Микобиота в целом, в частности грунтовая, подверглась меланизации – массовому появлению в ее составе меланинсодержащих радиоустойчивых видов. В грибных комплексах радиоактивно загрязненной зоны в популяциях ряда почвенных миксомицетов сформировались штаммы грибов, обогащенных содержанием меланинов. В меланизации микрофлоры отображаются эффекты облучения в более ранние периоды аварии. Микобиоте присуща способность активно разрушать «горячие частицы».

**Биота водоемов.** Биота наиболее загрязненных водоемов характеризуется высоким уровнем радиоактивного загрязнения. В тканях рыб накапливается не только цезий-137, но и стронций-90, и изотопы плутония, и америций-241. Так, в рыбе из озера Азбучин удельная активность радионуклидов варьирует в пределах от 660 до 139 кБк·кг<sup>-1</sup>. Это приводит к повреждениям репродуктивных тканей, что сопровождается уменьшением численности отдельных видов, в частности щуки и леща. Самые высокие значения удельной активности рыбы зарегистрированы для хищных рыб. В указанных водоемах в клетках беспозвоночных животных наблюдается повышение уровня клеток с абберациями хромосом примерно в 10 раз по сравнению с «чистыми» водоемами. В мантийной жидкости моллюсков выросло число абберантных клеток [73].

Наблюдается угнетение развития тростника, обусловленное сильным повреждением паразитическими грибами и галообразующими клещами. При этом семенная продуктивность снижается настолько весомо, что этот вид растений выпадает из ценозов поймы. Очевидно, повышенные дозы облучения приводят к снижению устойчивости растений к указанным болезням и паразитам.

Процессы автореабилитации биоты в замкнутых водоемах зоны отчуждения идут крайне медленно.

**Амфибии и грызуны.** У мышевидных грызунов, которых отлавливают в биоценозах с повышенным уровнем радиоактивности, в клетках костного мозга обнаруживают увеличение цитогенетических аномалий – метафаз с Робертсоновым межхромосомным слиянием, а также анеуплоидов. На них было показано, что на территории «Рыжего леса» происходит постепенный рост доли радиоустойчивых животных в естественной популяции. При этом скорость отбора на радиорезистентность тем выше, чем больше уровень радиоактивного загрязнения.

У амфибий и грызунов, живущих в Зоне отчуждения, происходит депонирование радионуклидов в костной ткани, что приводит к нарушению процессов дифференцирования и специфичному функционированию остеогенных клеток. Это приводит к развитию дистрофических перестроек эпифизов и метафизов в губчатых костях, расслоению костных пластинок. Адаптивно-компенсаторные и патологические изменения такого рода прогрессируют с возрастом животных.

**Крупный рогатый скот.** В поколениях КРС, который в первый год аварии получил дозы около 0,8 Гр·год<sup>-1</sup> (от <sup>137</sup>Cs), наблюдается: а) снижение плодовитости и повышение смертности



новорожденных телят, б) нарушение равновероятного наследования отдельных аллелей – элиминация одних и преобладающее наследование других, в) генетическая структура родительского поколения, типичная для молочного типа скота, в последующих поколениях смещается в сторону менее специализированных форм, г) изменения генетической структуры в поколениях в условиях малодозового облучения совпадают с реакциями популяции на экстремальные воздействия факторов другой, нерадиационной природы. Итак, основной ответ животного организма на хроническое действие ионизирующего излучения состоит в отборе новых генных соединений в следующих поколениях [66].

**Вирусы.** Относительно вирусов наблюдается рост частоты выявления на загрязненной радионуклидами территории Чернобыльской зоны PVX, TMV и PVY вирусов. Значительно выше частота выявления вирусов растений была показана для растительности 30-км зоны. Вероятно, растительность этой зоны может играть роль резервуаров (или хозяев) для вирусных патогенов. Нужно отметить, что данное исследование подтверждает гипотезу, что загрязненные радионуклидами экосистемы могут выступать очагами вирусных инфекций и источниками эпидемий вирусных заболеваний растений. Главной причиной такой гипотезы может оказаться «сужение» разнообразия видов растений, способных произрастать в загрязненной почве. Второй причиной может быть снижение эффективности механизмов естественной устойчивости растений к вирусным инфекциям, что было продемонстрировано для кукурузы и злаковых культур, которые экспериментально выращивались в 30-км зоне отселения. Какими бы ни оказались причины, их следствием может стать более эффективное распространение вирусных инфекций, поскольку растения, произрастающие в загрязненной окружающей среде, представляют собой потенциальный очаг инфекции.

**Почвенные бактерии.** В настоящее время состав микрофлоры в биоценозах начал постепенно восстанавливаться. В первую декаду после аварии наблюдались существенные изменения видового состава микроорганизмов в различных местах произрастания. Так, понесли потери псевдомонады, актинобактерии, целлюлозоразрушающие, нитрифицирующие и сульфатредуцирующие бактерии [74]. Снижением биомассы этих бактерий в почве было обусловлено уменьшение интенсивности трансформации органических веществ. Изменилось также распределение бактерий по профилю почвы: в самом поверхностном слое наблюдалось особенно резкое уменьшение как численности видов, так и общей бактериальной биомассы. Только на глубине 20 см состав бактерий мало отличался от контрольных значений. Показано, что у бактерий в условиях повышенного уровня радиоактивного загрязнения субстрата возрастала скорость образования мутантных форм, что указывает на возможность появления более радиостойчивых форм.

**Выводы.** Высокий уровень радиоактивного загрязнения Зоны отчуждения не привел к каким-либо заметным негативным последствиям для видового разнообразия растительного и животного мира, и процессы самоочищения от радиоактивного загрязнения экосистем отчужденных территорий сопровождаются увеличением биоразнообразия. Радиационное воздействие, которое традиционно рассматривается как негативный экологический фактор, произвело существенно меньшее влияние, чем практически полная элиминация антропогенного пресса.

Вместе с тем очевидны проявления реакций, свидетельствующих о наличии признаков радиационных поражений отдельных видов растений и животных. Особое значение приобретают цитогенетические и генетические эффекты, которые являются следствием нарушений стабильности генома и являются причиной возникновения мутаций, расслоения популяций, снижения репродуктивной способности, выпадения отдельных видов.

В этом нет противоречий, потому что кумулятивные радиобиологические процессы продолжают в течение многих поколений, что позволяет предположить возможность неполной реализации отдаленных последствий облучения на данный момент. Кроме того, негативному

воздействию излучений противостоит мощная система восстановительных процессов, система надежности отдельных организмов и биоценозов в целом, которая должна обеспечивать стабильность автохтонного состава биоценоза.

В частности, радионуклидное загрязнение экосистем привело к интенсификации микроэволюционных преобразований в популяциях ряда видов, вероятно, через изменение нормы реакции на условия окружающей среды. В связи с этим на первый план выходят два направления этого процесса – адаптация к новым условиям и стабилизирующий отбор. Первое направление – это увеличение размаха эпигенетической (и, как следствие, – генетической) изменчивости, которая проявляется в расширении возможностей адаптации к неблагоприятным условиям существования с последующим смещением нормы реакции на эти условия, – является свидетельством отбора наиболее приспособленных к радиационному прессу особей и, в конце концов, популяций видов (т.е. радиационной адаптации). Свидетельством второго направления является реакция популяций микромамалий, которая проявляется в относительно низком уровне изменчивости с сохранением соответствующей стабильной численности, позволяющей популяции сохранять свои особенности.

*Зона отчуждения является уникальным местом для проведения исследований отдаленных проявлений радиобиологических эффектов хронического облучения, в частности, индукции геномной нестабильности, роли ошибочной репарации ДНК, явлений репопуляционного восстановления тканей, деформации систем восприятия позиционной информации, индуцированной облучением, микроэволюции и т.д. Именно эти явления на фоне видимого благополучия биоценозов могут представлять реальную угрозу проявлений негативных последствий в далеком будущем.*

### **2.2.2. Решение проблем водообеспечения населенных пунктов**

Одной из важнейших проблем, возникших после аварии на ЧАЭС, стало обеспечение Киева и других приднепровских городов не загрязненной радионуклидами водой. Интенсивные выпадения радионуклидов на водосбор р.Днепр привели к быстрому росту радиоактивного загрязнения воды этой реки. Так, севернее Киева (с. Неданчичи) среднедекадные значения концентрации  $^{90}\text{Sr}$  в воде в мае 1986 г. составляли  $\approx 100 \cdot 10^{-10} \text{ Ки} \cdot \text{л}^{-1}$ , а для  $^{137}\text{Cs}$  они были еще выше [75]. Создание береговых систем защиты речных вод от ливневых и весенних смылов радионуклидов, строительство улавливающих плотин, донных ловушек и барьеров в руслах Припяти и Днепра оказались неэффективными. Наиболее надежным способом защиты населения в этих условиях осталась организация питьевого водообеспечения за счет защищенных от загрязнения подземных вод [77, 78].

Именно тогда в соответствии с предложениями комиссии НАН Украины правительство приняло решение о срочном бурении скважин для аварийного водообеспечения жителей г. Киева и других населенных пунктов. В дальнейшем это начинание переросло в массовое строительство бьюетов в Киеве, которые стали для многих киевлян важнейшим источником качественной воды для питья. Роль бьюетов с подземными водами в проблеме водообеспечения городов стала особенно очевидной в 1991 г., когда во время ледохода начали возникать заторы льда около Янового моста г.Чернобыль через р.Припять. Несмотря на важность этой проблемы, в 2008 г. местное руководство г.Киева закрыло большое количество бьюетов [76].

Анализируя последствия чернобыльской аварии для водообеспечения городов, еще в 1987 г. ученые настояли на принятии ряда концептуальных принципов надежного водоснабжения городов с учетом возможности различных чрезвычайных ситуаций [76]:

приоритетное использование подземных вод для питьевого водоснабжения, в частности – создание эшелонированной системы водообеспечения из различных источников в городах, где небольшие ресурсы подземных вод по отношению к существующим и перспективным

потребностям городов. В таких системах водоснабжение подземными водами должно стать максимально возможной приоритетной частью общей системы водообеспечения;

для городов, водоснабжение которых полностью или в основном базируется на поверхностных водах, необходимы выявление и установление резервных подземных источников водоснабжения на случай отключения поверхностных водозаборов в связи с соответствующими чрезвычайными ситуациями;

при строительстве новых жилых массивов предпочтение следует отдавать автономным подземным источникам водоснабжения.

В последние 15–17 лет наблюдается абсолютное и относительное (по сравнению с поверхностными водами) уменьшение использования подземных вод для водоснабжения населения при наличии больших неиспользованных резервов эксплуатационных запасов этих вод. Безусловно, такие действия направлены не в пользу уменьшения опасности для населения и являются недопустимыми.

Очевидно, что в городах, где существует смешанное водообеспечение, уже давно необходимо было осуществить специальную оценку эксплуатационных возможностей водозаборов подземных вод при различных режимах их работы, в условиях чрезвычайных ситуаций различного типа и продолжительности, при полном или частичном отключении водоснабжения подземными водами. Для городов, которые обеспечиваются только водами из поверхностных источников, необходимо выполнить специальные гидрогеологические исследования эксплуатационных запасов подземных вод и создать резервные водозаборы подземных вод, которые обеспечат водой население в случае чрезвычайных ситуаций. Для штатных условий должен быть разработан и реализован специальный режим эксплуатации таких водозаборов [76, 78].

Таким образом, *существует насущная необходимость выполнения специальной оценки эксплуатационных запасов подземных вод для различных условий чрезвычайных ситуаций.* Результаты такой оценки должны стать основой разработки мер по созданию устойчивой системы водообеспечения для подобных ситуаций. Только в таком случае Чернобыльский урок для водоснабжения городов будет усвоен.

### ***2.2.3. Ведение сельского хозяйства на радиоактивно загрязненных территориях***

Международная конференция «15 лет аварии на ЧАЭС. Опыт преодоления» признала аварию на ЧАЭС как «коммунальную сельскую аварию», которая перечеркнула привычный уклад и быт потерпевшего сельского населения и изменила связи людей с окружающей средой. В результате Чернобыльской катастрофы только на территории Украины загрязнено радионуклидами более 8 млн. га на территории 74 районов 12 областей, где проживало более 3,2 млн. человек, среди которых – 600 тыс. детей.

Последствия аварии оказались особенно тяжелыми для населения зоны Полесья – северной части Волынской, Житомирской, Киевской, Ровенской и Черниговской областей – территории, которая подверглась наибольшему радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС. На этой территории сельское хозяйство было основным сектором региональной экономики, природные ландшафты – луга, пастбища и лес – давали значительную долю продукции, а доза облучения населения формировалась, в основном, за счет потребления продуктов питания местного производства. За последние годы на фоне общегосударственного экономического упадка эти положения сохранились и усложнились. Через 25 лет после аварии удельный вес хозяйств населения в общем объеме валовой продукции сельского хозяйства в указанных регионах составляет более 75 %. При этом в хозяйствах населения производится около 60 % мяса и 75 % молока, употребление которых обуславливают формирование до 90 % дозы внутреннего облучения населения. Эта продукция потребляется самим производителем и

поступает на потребительский рынок Украины. Не вызывает сомнения, что потребность в контрмерах для личных хозяйств критических населенных пунктов должна быть удовлетворена полностью. Однако в последние годы на контрмеры в сельскохозяйственном производстве, обеспечивающие получение «чистой» продукции и недопущение облучения населения выше установленных пределов, средства фактически не выделялись.

Паспортная среднегодовая эффективная доза (СГЭД) в Украине, которая должна использоваться для принятия решений и оптимизации проведения защитных мероприятий, рассчитывается по «Методике–96» [79] на основе измерений средней удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в молоке и картофеле. За 15 лет с момента утверждения этой методики существенно изменилась структура, объемы сельскохозяйственного производства и потребление основных продуктов питания населением. Кроме того, в связи с отсутствием работы в регионе, молоко стало едва ли не главной товарной продукцией населения, что привело к уменьшению его потребления самим производителем. Это является одной из причин, которая вызвала значительные расхождения (в некоторых населенных пунктах – до 45 раз) в оценках внутренней компоненты СГЭД, рассчитанной по «Методике – 96», и дозы внутреннего облучения по данным СИЧ – измерений [80].

**Распределение площадей сельскохозяйственных угодий по уровням радиоактивного загрязнения.** К середине мая 1986 г. проводили только измерения суммарной  $\beta$ -активности и мощности экспозиционной дозы на радиоактивно загрязненных угодьях, что не давало информации об уровне их загрязнения. В июне с участием агрономической и агрохимической службы Госагропрома УССР и санитарно – эпидемиологической службы была разработана методика проведения радиоэкологического мониторинга сельскохозяйственных угодий. Мониторинг проводили путем отбора среднего представительного образца для каждого из 445 административных районов Украины. Суть его заключалась в отборе индивидуальных образцов почвы методом конверта: по 5 образцов в углах и на пересечении диагоналей конверта, охватывающего пять полей каждого из 25–28 хозяйств района. Образцы объединяли и усредняли в кузове самосвала и отбирали аликвоту для измерений. Измерение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в почве проводили 11 научно-исследовательских институтов и 29 зональных областных агрохимических лабораторий под централизованным метрологическим сопровождением. Таким образом, в течение 10 дней удалось получить достаточно точную картину средних уровней загрязнения долгоживущими радионуклидами сельскохозяйственных угодий, на которой были отражены фактически все районы с повышенным уровнем плотности радиоактивных выпадений. Это позволило начать проведение защитных мероприятий.

По результатам такого мониторинга было установлено, что площадь сельскохозяйственных угодий, загрязненных вследствие аварии на ЧАЭС, с уровнем загрязнения от 37 до 185 кБк  $\text{м}^{-2}$  (1–5 Ки· $\text{км}^{-2}$ ) составляла 865 тыс. га, из них около 30 % сенокосов и пастбищ. Площадь угодий с плотностью загрязнения от 185 до 555 кБк· $\text{м}^{-2}$  (5–15 Ки· $\text{км}^{-2}$ ) составляла 90 тыс. га, из которых 50 % – это лугово – пастбищные угодья. В Ровенской и Волынской областях около 15 % площади всех загрязненных сельскохозяйственных угодий и почти половина площади сенокосов и пастбищ размещены на кислых органических торфяных почвах, для которых характерна интенсивная миграция  $^{137}\text{Cs}$  в системе «почва – растение». Кроме того, даже наиболее распространенные в зоне Полесья минеральные дерново-подзолистые почвы недостаточно обеспечены питательными веществами и почвы с  $\text{pH} < 5$  составляют около 10 % площади загрязненных угодий, а с содержанием калия меньше 8 мг на 100 г почвы – около 20 %. На таких почвах коэффициенты перехода радиоцезия в звене «почва – растение» превышают в 10–100 раз соответствующие значения на обеспеченных минеральных почвах, таких как серые лесные и черноземы.

### *Динамика включения радионуклидов в пищевые цепи и прогнозирование радиационной обстановки на загрязненных территориях*

Уровни загрязнения радионуклидами сельскохозяйственной продукции определялись не только плотностью загрязнения почв, но и их типом и агрохимическими свойствами. О значительном влиянии экологических условий (тип ландшафта и почвы) на уровни поступления цезия в организм населения свидетельствуют данные общегосударственной паспортизации населенных пунктов Украины (табл. 2.10).

**Таблица 2.10.**

*Средние эффективные дозы облучения населения районов с плотностью загрязнения  $D = 25 \text{ кБк} \cdot \text{м}^{-2}$  и вклады внешнего и внутреннего облучения [81]*

| Область   | Тип почвы | Доза        | 1986    |          | 1987 – 1990 |          | 1991 – 2000 |          | 1986 – 2000 |          |
|-----------|-----------|-------------|---------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
|           |           |             | внешнее | внутрен. | внешнее     | внутрен. | внешнее     | внутрен. | внешнее     | внутрен. |
| Винницкая | чернозем  | %           | 31      | 69       | 94          | 6        | 92          | 8        | 52          | 48       |
| Волынская | торфяная  | от $\Sigma$ | 31      | 69       | 10          | 90       | 8           | 92       | 12          | 88       |
| Винницкая | чернозем  | mZv         | 1,8     |          | 0,55        |          | 0,45        |          | 2,8         |          |
| Волынская | торфяная  |             | 2,1     |          | 5,0         |          | 4,9         |          | 12          |          |

В первый год после аварийных выпадений, когда преобладало аэральное загрязнение растительности, вклады доз внешнего и внутреннего облучения в суммарную дозу облучения населения были одинаковыми в двух областях Украины с одинаковым уровнем загрязнения почвы, но разными почвенными свойствами. Уже на второй год, когда основным путем поступления радионуклидов в растения становится почвенный, вклад дозы внутреннего облучения на органической торфяной почве был больше в 10 раз, чем на минеральном черноземе. Кроме того, величина суммарной эффективной дозы облучения населения в год аварии почти одинакова на обеих типах почвы, а за 1987–2000 гг. на торфяной почве почти в 10 раз больше, чем на черноземе. Это еще раз подчеркивает весомую роль экологических факторов в формировании дозы облучения населения после аварии на ЧАЭС.

С целью уточнения радиационной обстановки, а в дальнейшем прогнозирования загрязнения сельскохозяйственной продукции и планирования проведения контрмер, с 1987 г. в 33 хозяйствах 4 самых загрязненных областей Украины началось проведение крупномасштабного производственного радиоэкологического мониторинга сельскохозяйственных угодий. Схема мониторинга охватывала широкий спектр почвенно – климатических условий агропромышленного производства, характерных для зоны загрязнения чернобыльскими выбросами, с различиями в плотности загрязнения почвы до 100 раз для  $^{137}\text{Cs}$  и 10 раз для  $^{90}\text{Sr}$ . В ходе мониторинга исследовали 16 видов культур, составляющих основу рациона животных и человека и употребление которых приводит к поступлению основной доли радионуклидов в организм. Мониторинг проводится до настоящего времени, но с несколько сокращенным объемом исследований.

В качестве индикатора радиационной ситуации на загрязненных территориях было принято решение использовать коэффициент перехода TF радионуклидов из почвы в растения, который является отношением удельной активности РН в растениях SA к плотности загрязнения почвы D. Учет плотности загрязнения почвы РН позволил сравнивать их накопления растениями с единицы площади различных типов почвы и впредь учитывать свойства почвы при прогнозировании радиоактивного загрязнения сельскохозяйственной продукции.

Одной из принципиальных ошибок в ходе ликвидации последствий Чернобыльской аварии было принятие в качестве критерия радиационной опасности предельной плотности загрязнения

ППЗ почвы, а не дозы облучения человека. В качестве ППЗ для  $^{137}\text{Cs}$  было выбрано значение  $555 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ . Это, а также недостаточное количество прямых измерений доз, привело к ошибочным оценкам. Наибольшее отображение это имело на территории Полесья. В удаленных на 300 км от ЧАЭС населенных пунктах при уровнях загрязнения почвы преимущественно ниже  $185 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$  доза внутреннего облучения населения оказалась выше, чем вблизи от эпицентра аварии с плотностью загрязнения больше ППЗ [82–84], так как уровни загрязнения сельскохозяйственной продукции были существенно превышены даже на официально «благополучных» по уровням загрязнения почвы территориях.

Только в 1988 г. по данным Государственной санитарно-эпидемиологической службы МОЗ Украины и Украинской академии аграрных наук о высоком уровне загрязнения сельскохозяйственной продукции и достаточно высоких коэффициентах перехода радионуклидов из почвы в молоко, Совет Министров УРСР дал поручение о детальном обследовании территории северных районов Ровенской и Волынской областей, по результатам которого с 1988 г. на этих территориях начали проводить сельскохозяйственные контрмеры. Таким образом, в первые два наиболее критических года контрмеры на этих территориях не проводили, хотя рекомендации по их применению уже существовали [85, 86]. Поэтому одним из важных уроков ликвидации последствий аварии на ЧАЭС является «дозовый» урок: *основным параметром для оценки опасности и принятия решения о проведении контрмер является суммарная доза облучения населения*, а информация о плотности загрязнения почвы является лишь одной из ее составляющих, наряду с экологическими, демографическими и другими особенностями территории.

Установленная по данным послеаварийного радиэкологического мониторинга линейная зависимость между удельной активностью радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в растениях SA и плотностью загрязнения конкретного типа почвы D подтвердила, что *значения коэффициентов перехода радионуклидов не зависят от плотности загрязнения почвы для всех видов культур на всех типах почвы*, а уровень загрязнения продукции, как и доза облучения населения, является функцией не только плотности загрязнения почвы, но и экологических особенностей территории [84, 89]. По результатам такой работы были установлены новые значения ППЗ почвы радионуклидами для отдельных видов культур, а также их сортов, на конкретных типах почвы.

Многотысячный массив данных с равномерным распределением данных по видам культур и типам почв позволил отследить динамику радиационной обстановки на загрязненных сельскохозяйственных угодьях и разработать модели для прогнозирования накопления радионуклидов сельскохозяйственной продукцией. Было установлено, что значения коэффициентов перехода  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в сельскохозяйственные культуры уменьшаются со временем. Причем в первые 3–5 лет значения TF  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в культуры уменьшались быстро, а в последующие – медленно, а TF  $^{90}\text{Sr}$  – монотонно за весь период после выпадений. Определить значение TF радионуклидов в год выпадений было невозможно, так как загрязнение растений было обусловлено не только почвенным путем, но и аэральным. С помощью экстраполяции динамических кривых были получены TF радионуклидов в год аварии (табл. 2.11).

За все время после аварии больше накапливали  $^{137}\text{Cs}$  естественные травы, меньше – сеяные и кормовые травы, овощные, клубни и корнеплоды, а меньше всего аккумулировали  $^{137}\text{Cs}$  зерновые. Отличия значений TF  $^{137}\text{Cs}$  между травами и зерновыми составляют: для органических почв – 50–100 раз, для минеральных – 5–30 раз. Больше радиостронция накапливалось в зерне зерновых культур, в 3–4 раза меньше – в клубнях и корнеплодах, и до 10 раз меньше – в овощных культурах. Такое знание различий значений TF радионуклидов из различных типов почв в сельскохозяйственные культуры *предоставляет возможность управлять уровнями загрязнения продукции растениеводства с помощью организационных контрмер – выбора культур и их места в севооборотах, особенно кормовых*, так как даже в пределах одного хозяйства может быть несколько типов почв.

Таблица 2.11.

Значения экстраполированных на момент выпадений коэффициентов перехода радионуклидов  $TF(t=0)$ ,  $кз^{-1} \cdot м^2$  ( $\delta \leq 25 \%$ )

| Группа культур                                      | Торфяно-болотная | Дерново-подзолистая |           | Серая лесная |           | Чернозем   |           |
|---|------------------|---------------------|-----------|--------------|-----------|------------|-----------|
|   | $^{137}Cs$       | $^{137}Cs$          | $^{90}Sr$ | $^{137}Cs$   | $^{90}Sr$ | $^{137}Cs$ | $^{90}Sr$ |
| Сено естественных трав                              | 223              | 29                  |           | 10           |           | –          |           |
| Сено сеяных злаковых трав                           | 95               | 5,8                 |           | 4,9          |           | 3,3        |           |
| Зеленые корма<br><i>кукуруза, люцерна, клевер</i>   | 39               | 3,8                 |           | 1,9          |           | 1,6        |           |
| Овощи<br><i>капуста, томаты, огурец</i>             | –                | 2,9                 | 0,52      | 2,0          | 0,14      | 1,2        | 0,033     |
| Клубни, корнеплоды<br><i>лук, свекла, картофель</i> | 10               | 1,6                 | 0,79      | 0,63         | 0,23      | 0,60       | 0,10      |
| Зерновые<br><i>озимая пшеница, ячмень, рожь</i>     | 7,3              | 0,89                | 3,5       | 0,66         | 0,72      | 0,36       | 0,32      |

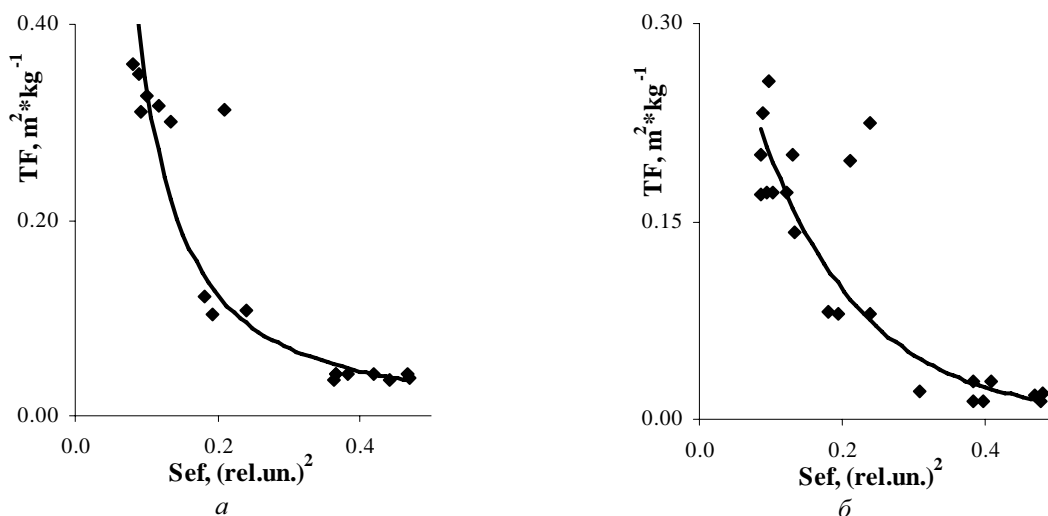
Зерновые, клубни, корнеплоды и овощные культуры имеют очень низкие значения ТФ радионуклидов из почвы. Кроме этого, эти культуры традиционно выращиваются на более плодородных типах почв и чаще всего с применением удобрений. Поэтому в отдаленный период после аварии почти на всей территории содержание радиоцезия в этой растениеводческой продукции не превышало ДУ. Однако при использовании населением для выращивания овощей, в основном картофеля, органометных или дерново – подзолистых песчаных и супесчаных почв удельная активность  $^{137}Cs$  в продукции может достигать уровня ДУ-2006, а иногда и превышать его. Примером являются случаи превышения в последние годы допустимого содержания  $^{137}Cs$  в овощах и картофеле, выращиваемых на торфяных почвах урочища Гнойно в селах Рокитновского и Дубровицкого районов Ровенской области. При плотности загрязнения почвы  $^{137}Cs$  около  $100 \text{ кБк} \cdot \text{м}^{-2}$  удельная активность радиоцезия в овощах и картофеле превышает ДУ-2006 [80, 90]. Поэтому следует обладать необходимой информацией о почвенных свойствах и плотности загрязнения ее радионуклидами для оптимального размещения отдельных культур и использовать данные прогноза загрязнения сельскохозяйственной продукции для выбора контрмер и их применения.

Величины ТФ  $^{137}Cs$  и  $^{90}Sr$  во все сельскохозяйственные культуры как в год выпадений, так и в последующие годы значительно отличались для разных типов почв. Для всех видов культур на торфяно – болотной почве ТФ  $^{137}Cs$  больше в 7 – 15 раз, чем на дерново – подзолистой, в 10–20 раз – на серой лесной, в 15–30 раз – на черноземе. Наибольшие значения ТФ  $^{90}Sr$  – на дерново – подзолистой почве, и меньшие почти в 5 раз – на серой лесной почве и в 10 раз – на черноземе.

Такие значительные расхождения указывают на то, насколько сильно значение ТФ  $^{137}Cs$  и  $^{90}Sr$  зависят от типа почвы, на которой они выращиваются и которая, в свою очередь, имеет определенные агрохимические свойства. С использованием данных мониторинга о ТФ радионуклидов и агрохимические свойства почвы удалось разработать метод комплексной оценки свойств почвы  $Sef$ . Этот метод базируется на представлении почвы в виде трехфазной системы, основными характеристиками которой являются рН почвенного раствора (жидкая фаза), содержание органического вещества (ОВ) и сумма поглощенных оснований (СПО) или содержание обменного калия ( $K_2O$ ), характеризующих твердую фазу почвы. КОСП определяется графически как площадь сечения трехмерного пространства  $Sef$  – треугольника, вершины которого лежат на осях рН, ОВ, СПО [88, 89]. С помощью этой оценки установлена связь ТФ с агрохимическими свойствами почвы, которые непосредственно влияют на накопление радионуклидов сельскохозяйственными культурами (рис. 2.27).

Установленная зависимость между ТФ радионуклидов в сельскохозяйственные культуры от  $Sef$  имеет чрезвычайную важность, потому что она предоставляет возможность точно

рассчитывать дозы внесения удобрений в почву для получения продукции с прогнозируемым более низким содержанием РН, чем до проведения мелиоративных мероприятий.



**Рис. 2.27.** Зависимость  $TF^{137}\text{Cs}$  в сельскохозяйственные культуры от комплексной оценки свойств почвы  $S_{ef}$  по триаде  $OP - pH - СПО$  (1991 г.):  
а – в капусту, б – в картофель.

За период после аварии значения  $TF$  радионуклидов в культуры уменьшились для  $^{137}\text{Cs}$  на органических почвах – до 100 раз, на минеральных – в 10–30 раз, а для  $^{90}\text{Sr}$  на минеральных почвах – до 3 раз. Главным фактором, который значительно влияет на радиационную обстановку на загрязненных территориях, является иммобилизация радионуклидов почвенным поглощающим комплексом. Причем периоды полууменьшения коэффициентов накопления радионуклидов растениями за счет этого процесса для  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  значительно меньше, чем периоды полураспада радионуклидов, что свидетельствует о большем, чем распад, вкладе процессов иммобилизации в улучшение радиационной обстановки.

В общественном секторе Украины с начала 90-х годов продукция с уровнями загрязнения выше Государственных гигиенических нормативов не производилась [93]. Это стало возможным благодаря проведению радиоэкологического мониторинга, радиационного контроля сельскохозяйственной продукции и реализации системы контрмер в коллективных хозяйствах, которые проводились в рамках раздела «Сельскохозяйственная радиология» Государственной «Программы минимизации последствий аварии на ЧАЭС» в первые 10 лет после Чернобыльской катастрофы.

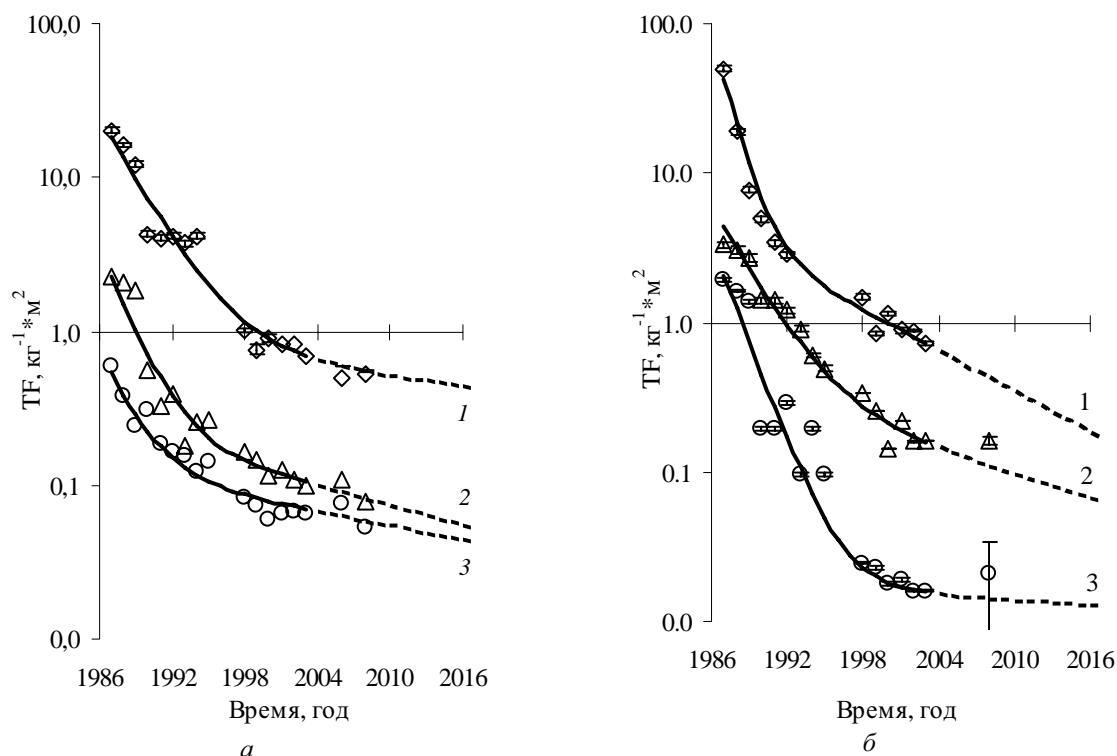
В последние годы в связи с тяжелым экономическим положением в стране, и особенно в радиоактивно загрязненных регионах, наблюдаются случаи превышения ДУ-06 содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции, производимой в общественном секторе. Так, в 2009 г. было отмечено превышение в 2 раза допустимого содержания  $^{90}\text{Sr}$  в продовольственном зерне, производимом на бедных дерново – подзолистых песчаных почвах Иванковского района Киевской области на территории зоны добровольного гарантированного отселения (III зона), которая граничит с Зоной отчуждения ЧАЭС. Существуют две причины такого факта. Во-первых, на этой территории в аварийных радиоактивных выпадениях  $^{90}\text{Sr}$  находился в матрице частиц облученного ядерного топлива и был недоступен растениям. Со временем происходило растворение топливных частиц (ТЧ) и переход  $^{90}\text{Sr}$  в почвенный раствор с последующим включением его в миграционные процессы. Во-вторых, последний раз известкование кислых почв в Иванковском районе за средства из Чернобыльского фонда проводилось в 2006 г. на площади около 300 га, при потребности более чем 7 тыс. га. С 2008 г. в хозяйствах района не



вносили в почву органических удобрений, а внесение минеральных удобрений было проведено только на 63 % площадей. Также не были выдержаны дозы внесения минудобрений – при необходимой дозе  $150 \text{ кг}\cdot\text{га}^{-1}$  вносили только  $25 \text{ кг}\cdot\text{га}^{-1}$ .

Надо отметить, что удельная активность  $^{90}\text{Sr}$  в молоке, овощах и фруктах на всей территории Украины за пределами Зоны отчуждения на данный момент отвечает требованиям ДУ-2006 и не требует применения дополнительных мер.

В конце 90-х годов на радиоактивно загрязненных территориях были ликвидированы колхозы и совхозы, произошло распаивание сельскохозяйственных угодий. При распаивании земли в конце 90-х годов населению для выпасов и сенокосов были выделены угодья, расположенные в критических с точки зрения накопления радионуклидов ландшафтах. В «Концепции ведения агропромышленного производства на загрязненных территориях и их комплексной реабилитации на период 2000–2010 гг.» в п. 3.22 предостережено, что «... безопасное пользование такими участками может быть гарантировано только при условии, что они находятся во владении КСП или в государственном резерве» [94]. Однако большая часть выделенных селянам сенокосов и пастбищ находятся на гидроморфных органогенных или дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах, расположенных чаще всего в увлажненных понижениях и поймах рек с высоким уровнем грунтовых вод. ТФ  $^{137}\text{Cs}$  из этих типов почв в растительность довольно высокие, поэтому корма для откорма скота у населения характеризуются значительным уровнем радиоактивного загрязнения. Вследствие этого в значительном количестве личных подсобных хозяйств (ЛПХ) до сих пор производится молочная и мясная продукция, содержание радионуклидов в которой значительно превышает установленные государственные нормативы.



**Рис. 2.28.** Динамика ТФ  $^{137}\text{Cs}$ : а – на дерново – подзолистой почве в 1 – сено естественных трав, 2 – капусту, 3 – зерно ячменя; б – в сено сеяных трав на: 1 – торфяно – болотной, 2 – дерново – подзолистой почве, 3 – черноземе (пунктиром обозначены прогнозные значения ТФ).

Сейчас в Полесье остается до 20 населенных пунктов, где удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в молоке и мясе постоянно превышает ДУ-2006 (100 и 200 Бк·кг<sup>-1</sup> соответственно) в 3–10 раз, и менее 100 населенных пунктов, где уровень радиоактивного загрязнения молока примерно у трети ЛПХ может превышать ДУ-2006.

Согласно прогнозу загрязнения сельскохозяйственной продукции [91, 89, 92] вследствие значительного замедления автореабилитационных процессов, уровни ее радиоактивного загрязнения, и, как следствие, дозы внутреннего облучения населения «критических» населенных пунктов без применения контрмер будут уменьшаться очень медленно, с периодом полууменьшения около 20–30 лет (рис. 2.28).

Итак, на последующий период основным средством реабилитации территорий, пострадавших в результате Чернобыльской катастрофы, является проведение контрмер.

### ***Контрмеры в сельскохозяйственном производстве***

Проведение защитных мероприятий в начальный период после аварии имеет большую дозовую эффективность, так как позволяет предотвратить формирование значительно большей коллективной дозы, чем в поздний период. Это связано с тем, что концентрация радионуклидов в продукции значительно уменьшается со временем за счет процессов иммобилизации радионуклидов в почве. От времени проведения защитных мероприятий после аварии зависит ее экономическая эффективность. Ведь *радиологическая эффективность контрмер не изменяется со временем и позволяет уменьшить концентрацию радионуклидов в продукции в одинаковое количество раз в любой период после аварии*. Также одинаковыми в разные периоды являются и расходы на проведение мероприятий. Поэтому экономическая эффективность одной и той же контрмеры, как и дозовая эффективность, уменьшается со временем после радиоактивных выпадений. В этой связи приобретает большое значение соблюдение приоритетов, прежде всего направление финансовых ресурсов на производство сельскохозяйственной продукции, употребление которой приводит к поступлению в организм человека основной доли радионуклидов.

Одним из недостатков ликвидации последствий аварии на ЧАЭС следует признать несоблюдение приоритетов при проведении контрмер. Иногда при недостаточности средств работы проводили по всем направлениям, что не позволяло проводить в полном объеме меры на всей территории, где они были необходимы, и не выдерживались сроки для повторного внедрения контрмер. Это не гарантировало возвращения к неблагоприятным условиям производства сельскохозяйственной продукции на загрязненных территориях. С целью решения задачи выбора приоритетов при поддержке ЕС был выполнен проект «Приоритизация программы минимизации последствий аварии». Результаты проекта получили высокую оценку, но в управление процессом планирования контрмер не были внедрены. Вопрос об определении приоритетов и установлении контроля за выполнением мер по приоритетным направлениям и сегодня остается актуальным.

### ***Ведение растениеводства***

**Пахотные земли.** Вместе с учеными научных учреждений УААН и других отраслевых институтов, в частности УкрНИИСХР, был разработан ряд рекомендаций и нормативно – методических указаний для ведения сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения территории для различных уровней управления: государственного, областного (5 областей), районного и уровня частного хозяйства [83]. Эти рекомендации переиздавались в разные периоды после аварии по мере изменения радиационной обстановки на загрязненных сельскохозяйственных угодьях.

Так как основным источником поступления радионуклидов в пищевую цепь является почва, защитные меры были направлены на снижение их доступности для растений за счет

изменения почвенных свойств. Известные до Чернобыльской аварии контрмеры [86] были проверены в послеаварийный период и адаптированы к экологическим условиям загрязненных территорий (табл. 2.12).

**Таблица 2.12.**

*Уменьшение уровня радиоактивного загрязнения продукции растениеводства при проведении контрмер, раз [82, 83]*

| Контрмера                               | Минеральные почвы |                  | Органические почвы |
|---|-------------------|------------------|--------------------|
|   | <sup>137</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr | <sup>137</sup> Cs  |
| Известкование, 4 – 6 т·га <sup>-1</sup> | 1,5–3,0           | 1,5–2,6          | 1,5–2,0            |
| НРК                                     | 1,5–2,0           | 0,8–1,2          | 1,5–3,0            |
| Навоз, 50 т·га <sup>-1</sup>            | 1,5–3,0           | 1,2–1,5          | –                  |
| Известкование + НРК                     | 1,8–2,7           | –                | 2,5–4,0            |
| Цеолиты                                 | 1,5–2,5           | 1,5–1,8          | –                  |
| Вспашка, 35 – 40 см                     | 8,0–12            | 2,0–3,0          | 10–16              |

В зоне влияния аварии на ЧАЭС первоочередными были такие мероприятия, как известкование кислых почв и внесение дополнительных доз минеральных удобрений. Было установлено, что эффективным средством увеличения урожайности и уменьшения загрязнения <sup>137</sup>Cs сельскохозяйственных культур в 1,5–3 раза является применение минеральных удобрений в рекомендуемом оптимальном соотношении N: P: K 1:1,5:2. Дозы внесения удобрений зависят от вида культуры и свойств почвы. Например, под картофель норма внесения минеральных удобрений вдвое меньше по сравнению с другими овощными культурами.

В результате осуществления контрмер в 1986–1993 гг. в Украине было мелиорировано более 1,5 млн. га загрязненных почв. Внесение извести на загрязненной территории в сочетании с удобрениями позволило снизить содержание радионуклидов в продукции в 2,5–5 раз. Однако в связи с экономическими трудностями в 1994–1996 гг. объемы этих работ были значительно сокращены, в результате чего отмечен отрицательный баланс азота, фосфора и калия в почвах, приведший к повышению уровня радиоактивного загрязнения продукции растениеводства.

На протяжении 1996–1999 гг. была предпринята попытка использовать минеральные сорбенты местного производства с целью экономии средств на перевозку мелиорантов. В хозяйствах Ровенской области было добыто и внесено 723 тыс. тонн сапропеля и торфокомпостов. Но значительно улучшить ситуацию благодаря этим мерам не удалось. Ведь процессы сорбции радионуклидов почвенным поглощающим комплексом на том этапе уже значительно замедлились по сравнению с первыми годами после аварии.

При условии неоднократного снижения санитарно-гигиенических нормативов – допустимых уровней содержания радионуклидов в продуктах питания и сырье для них проведенные защитные мероприятия позволили многократно снизить объемы производства продукции с превышением ДУ по сравнению с первым послеаварийным периодом и в среднем в два раза снизить дозовые нагрузки на население. МАГАТЭ и Всемирным содружеством было официально признано, что все проведенные до 1994 г. контрмеры были интенсивными, эффективными и не нанесли ущерб государству в целом [95–97].

Важно отметить также, что объемы финансирования чернобыльской программы могли бы быть значительно меньшими, если бы в сельскохозяйственном производстве Украины преобладали современные технологии, сбалансированные агрофон и рационы, обеспечивающие высокую урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность скота.

**Луга и пастбища.** На естественных пастбищах и лугах проводились мероприятия – поверхностное и коренное улучшение – которые, с одной стороны, способствовали улучшению травостоя, а с другой – уменьшали поступление в него радионуклидов. Эти меры включали: обработку почвы, известкование кислых почв и внесение минеральных удобрений.

Учеными были рекомендованы оптимальные дозы внесения извести и минеральных удобрений при проведении улучшения сенокосно – пастбищных угодий, состав травосмесей для создания культурных сенокосов, оптимальные сроки скашивания трав для производства различных видов кормов, схема десятилетнего пастбищеоборота. Согласно рекомендациям, разработанным еще в 1973 г. [86], была предложена дифференцированная система заготовки кормов для КРС: сено, собранное из разных по плотности загрязнения лугов, необходимо складывать отдельно и использовать для различных групп животных. Корма необходимо заготавливать для молочного скота и заключительного откорма скота мясного направления на окультуренных лугах или лугах после коренного улучшения. Эта мера не была использована в первые годы после аварии и не используется сегодня.

Контрмеры на частных пастбищах фактически не проводились на протяжении всего послеаварийного периода. На базе УкрНИИСХР были разработаны 46 технологических проектов по разработке дифференцированных контрмер на кормовых угодьях населенных пунктов, в которых существуют превышения ДУ  $^{137}\text{Cs}$ . Однако ни один из них не использован при выполнении «Программы реабилитации...». В 2004–2008 гг. было проведено обследование радиационной обстановки критических НП с определением практически всех пастбищ, на которых выпасается КРС подсобных хозяйств [98], результаты которого должны быть использованы при планировании защитных мероприятий.

На данный момент финансирование залужения и перезалужения лугов и пастбищ на территориях Украины, загрязненных вследствие Чернобыльской катастрофы, не предусмотрено.

**Орошаемое земледелие.** После окончания аэральных выпадений выбросов аварийного блока ЧАЭС радиационная ситуация в Днепровской водной системе определялась поступлением смывных с загрязненных территорий бассейна р. Днепр радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , которые транспортировались с водой крупных и мелких рек в Днепр. В первые недели после аварии наблюдали максимальные уровни загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  воды р. Припять возле г. Чернобыля – 1591 и 30 Бк·л<sup>-1</sup> соответственно [99, 100]. Со временем содержание этих радионуклидов в воде начало снижаться, причем по  $^{137}\text{Cs}$  быстрыми темпами и уже с 1987 г. объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в воде р. Припять возле г. Чернобыля не превышала 1 Бк·л<sup>-1</sup>, а  $^{90}\text{Sr}$  – 5 Бк·л<sup>-1</sup>. На сегодняшний день удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в воде нижних водохранилищ каскада уменьшилась более чем на порядок, и приблизилась к доаварийным уровням. Вместе с тем объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  от верхнего (Киевского) и до нижнего (Каховского) водохранилищ снизилась всего на 30–40%, в основном за счет разбавления чистыми притоками. Орошение сельскохозяйственных культур такой водой обуславливало радиоактивное загрязнение урожая.

Водой р. Днепр в 1992 г. орошалось около 1,6 млн. га из 2,6 млн. га всех орошаемых угодий Украины, а годовой расход воды Днепра на эти нужды составлял около 4700 млн. м<sup>3</sup>. Около 80 % орошаемых земель находилось в пяти южных областях Украины. В последующие годы орошаемые площади сократились по всей стране, а в 2007 г. было полито лишь около 520 тыс. га. В последние 2 года отмечена положительная динамика количества поливных площадей.

За счет увеличения на 5–10 % мобильных форм радионуклидов при орошении происходила их более интенсивная миграция вниз по профилю почвы. Транзитный транспорт  $^{137}\text{Cs}$  чернобыльских выбросов по Днепровскому каскаду осуществлялся преимущественно на суспензиях, по мере осадений которых по длине всего транспортного пути (от Киевского до Каховского водохранилищ) происходила очистка воды. Например, после протекания воды в русле Северо-Крымского канала на протяжении 160 км, удельная концентрация  $^{137}\text{Cs}$  в воде снизилась на порядок, а в воде оросительного канала, по сравнению с магистральным каналом, его содержание в разные годы снижалось на 13–27 %. Миграция  $^{90}\text{Sr}$  происходила в водорастворимой форме, а его концентрация в воде транспортной системы менялась преимущественно за счет разбавления водой чистых притоков малых рек. За счет миграции

радионуклидов с поливной водой  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  накапливались в почвах орошаемых чеков. За 10 лет после аварии содержание этих радионуклидов в почве рисовых чеков увеличилось в 1,7 и 2,7 раза соответственно.

Водный путь поступления радионуклидов в урожай сельскохозяйственных культур в орошаемых агроценозах зависит от множества факторов, основными из которых являются: физико-химические свойства радионуклидов и объемная радиоактивность воды; формы нахождения радионуклидов в воде; качество оросительной воды (гидрохимический класс и минерализация); режим орошения (норма полива и его количество); способы орошения; биологические особенности растений и фазы их развития.

Установлена прямо пропорциональная зависимость между концентрацией радионуклидов в воде и размерами их перехода в растения, что позволило сформировать основополагающий вывод о том, что при прогнозировании радиоактивного загрязнения урожая орошаемых культур корректно использовать коэффициенты, которые связывают концентрацию радионуклида в воде и биомассе урожая, с учетом конкретных режимов орошения культуры определенным гидрохимическим классом поливной воды.

Уровень  $^{137}\text{Cs}$  в сельскохозяйственных культурах был тем выше, чем ближе был источник полива (водохранилище) к месту аварии. Так, его содержание в урожае культур, орошаемых водой из Каневского водохранилища, был в 2–3 раза больше, чем при орошении водой Каховского водохранилища, и до 6 раз больше, чем при орошении водой источников не связанных с р. Днепр. Концентрация  $^{137}\text{Cs}$  в орошаемых культурах была больше, чем  $^{90}\text{Sr}$ , от 2-х до сотен раз, в зависимости от их вида. За 10 послеварийных лет поступление  $^{137}\text{Cs}$  в урожай сельскохозяйственных культур не изменилось существенным образом и в 1996 г. оставалось практически на уровне 1988 г., а поступление  $^{90}\text{Sr}$  почти в 20 раз возросло за счет доли радионуклида, поступавшего корневым путем. Однако абсолютное загрязнение урожая орошаемых культур при дождевании посевов водой, содержащей  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , составляло от десятых долей Бк до нескольких Бк.

За послеварийные годы были установлены основные факторы, влияющие на загрязнение растений при орошении угодий. С увеличением количества поливов загрязненной радионуклидами водой увеличивается и их накопление в урожае орошаемых культур, однако такая зависимость не является прямопропорциональной. При увеличении нормы полива от 50 до 500  $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$  пропорционально увеличивается и содержание радионуклида в надземной фитомассе, как сразу после полива, так и в период сбора урожая. Дальнейшее повышение нормы до 1000  $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$  не изменяет величину этого загрязнения. Загрязнение урожая культур в орошаемых агроценозах зависит от способов полива. Дождевание является «грязным» способом орошения растений загрязненной радионуклидами водой. При поливе дождеванием загрязнение хозяйственно ценной части урожая культур, в зависимости от вида культуры и физико-химических свойств радионуклидов, в 70 раз выше, чем при поливе по бороздам.

В ходе исследования орошаемых угодий были определены усредненные значения коэффициентов «водного» накопления, характеризующие величины перехода  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в урожай основных сельскохозяйственных культур. Эти коэффициенты можно использовать для прогнозирования поступления радионуклидов в урожай орошаемых культур. Было оценено, что через 20 лет после начала орошения загрязненной  $^{90}\text{Sr}$  водой поступление его в овощные и некоторые другие культуры будет происходить почвенным путем, тогда как поступление  $^{137}\text{Cs}$  в течение очень длительного периода времени (до 200 лет) будет обусловлено загрязнением воды.

Через 10 лет после Чернобыльской катастрофы на почвах с плотностью загрязнения почвы 37  $\text{кБк} \cdot \text{м}^{-2}$  средний рацион населения северных регионов Украины, расположенных на дерново-подзолистых почвах, формировал годовую эффективную дозу внутреннего облучения на уровне 73  $\text{мкЗв}$  в год, а южных регионов орошения – на порядок меньшую дозу – 6,6  $\text{мкЗв}$  в год.

**Реабилитация выведенных из хозяйственного пользования территорий.** Вопрос возвращения в традиционное хозяйственное использование территории Зоны отчуждения ЧАЭС в настоящее время не рассматривается. Территория зоны безусловного (обязательного) отселения в Житомирской области уже частично используется в хозяйственной деятельности, например, для производства технических культур, выпаса скота, под сенокосы и огороды, пруды для разведения рыбы и т. д. До 2008 г. в Украине были возвращены в хозяйственное пользование более 6 тыс. га ранее выведенных из землепользования угодий.

Возвращение выведенных территорий в хозяйственное пользование в Украине затруднено вследствие следующих обстоятельств:

на этих территориях после отселения населения была полностью ликвидирована или деградировала инфраструктура (строения, электроснабжение, дороги, мелиоративные системы);

на выведенных из оборота сельскохозяйственных угодьях происходит залеснение, повторное заболачивание, деградация почвенного плодородия и т.д.;

после реорганизации сельскохозяйственного производства за последние 20 лет в связи с переходом к рыночной экономике отсутствует экономическая и социальная потребность в масштабном использовании выведенных земель (за исключением особо привлекательных в природном плане территорий, например, поймы р. Припяти);

из-за предвзятости и непрофессионализма представленных в средствах массовой информации материалов по чернобыльским проблемам общественное мнение в настоящее время настроено негативно по отношению к попыткам использования территорий II зоны для производства любой потребительской продукции;

в Украине отсутствует простой правовой механизм законодательного изменения режима использования радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных территорий.

#### ***Организация и ведение животноводства, кормопроизводство***

Радиационная ситуация после аварии на ЧАЭС еще раз подтвердила фундаментальные выводы ликвидации последствий ядерных испытаний и уральских аварий, сформулированные основателем с.-х. радиоэкологии и радиобиологии М. Ключковским: «После масштабного радионуклидного загрязнения окружающей среды территория, где нельзя проживать человеку из-за сверхвысоких доз облучения, гораздо меньше, чем территория, на которой нельзя получить доброкачественную продукцию». На сегодняшний день территория, на которой нельзя проживать по радиологическим параметрам, составляет около 20 % Зоны отчуждения (60 тыс. га), а территория, на которой даже через 25 лет в Украине нельзя получить продукцию в соответствии с требованиями государственных гигиенических нормативов (ДУ-2006), простирается от Волыни (с. Галузия, Серхов, Прилесное Маневичского района) до Киева (с. Богданы, Пилява, Рихта, Ритни Вышгородского района).

**Острый период аварии.** С первых часов аварии и до настоящего времени критическим пищевым звеном стало молоко коров, за счет потребления которого формируется основная часть дозы облучения населения. Молоко является ценным пищевым продуктом, без которого нельзя было обойтись, особенно в те времена (1986 г.), когда заменить его было нечем, а исключить молоко из рациона ребенка означало поставить под угрозу его здоровье. Поэтому чаще весы склонялись в пользу здоровья, потому что «радиации не видно, а голодный ребенок перед глазами».

Молоко сразу после аварии на ЧАЭС стало носителем йодной опасности для населения, так как именно с молоком поступал в организм человека этот опасный и в то же время биологически активный радиоактивный изотоп. Этот важный продукт и на сегодня выполняет ту же функцию носителя опасности, но связанную уже с другим радиоактивным изотопом – цезием.

Эффективная защита от радиоактивного йода должна быть очень стремительной и жесткой, поскольку изотопы йода составляют большую долю в смеси радионуклидов при любом выбросе из активной зоны реактора, имеют высокую активность из-за короткого периода

полураспада большинства его изотопов, 100 % всасывается в кровь из желудочно-кишечного тракта, легко проходит все биологические барьеры, переходит в молоко и в больших количествах (30 % и более) накапливается в небольшом по массе органе – щитовидной железе, формируя тем самым большие дозы облучения этого физиологически важного органа.

*Замалчивание руководящими органами опасности и масштабов аварии практически полностью лишило население возможности уменьшить йодную опасность. Активная работа в этом направлении, которая началась после 9 мая, была напрасной, поэтому именно радиоактивный йод стал причиной йодной патологии, которой мы «гордимся», демонстрируя последствия самой масштабной радиационной катастрофы за всю историю существования ядерной энергетики.*

*Была ли возможность в принципе избежать йодного поражения населения через молоко пораженных йодом животных? Возможно, не полностью, но массового поражения населения, и особенно детей, от радиоактивного йода можно было избежать. Даже не затрачивая больших средств, необходимо было своевременно предупредить население и применить уже существующие в то время рекомендации, разработанные учеными по линии гражданской обороны (1973 г.) [86]. Прежде всего, необходимо было срочно запретить: выпас молочного скота на открытой местности, употребление молока коров, которые выпасались на пастбищах, и использование кормов, заготовленных после прохождения радиоактивного облака, до уточнения ситуации. Именно ограничительные и запретительные меры являются наиболее эффективными в первые дни после любой радиационной аварии. Но они не были реализованы в полной мере. В результате этого продукция молочного скота стала основным источником облучения щитовидной железы и организма людей в целом сначала за счет радиоактивного йода, а в дальнейшем – за счет радиоактивных изотопов цезия.*

**Эвакуация скота.** Первые дни после аварии на ЧАЭС стали наиболее драматическими для отрасли животноводства Украины. Только со 2 мая руководство страны, Минагропром и Главное управление ветеринарии с госветинспекцией Минагропрома УССР активно начали работу по ликвидации последствий радиационной аварии в отрасли. После решения Правительственной комиссии об отселении из 30-км зоны людей в течение 3 суток, со 2 по 5 мая, удалось организовать и провести эвакуацию скота из 30-км зоны: 50 тыс. крупного рогатого скота, 13 тыс. свиней, 3,5 тыс. овец, 1 тыс. лошадей [102].

Вместе с перевозкой были организованы места временной передислокации в летних лагерях Бородянского и Макаровского районов. Во время приема скота были проведены частичная ветеринарная диспансеризация, обработка моющими средствами, радиологический контроль, кормление животных и отправка на место дальнейшего размещения в существующие в то время хозяйства Киевской области. Вся эта работа проводилась под руководством ветеринарной службы с животными, которые в то время были практически источниками ионизирующего излучения. Все они прошли через руки работников животноводческой отрасли.

С целью недопущения нарушений в эпизоотологической ситуации, несмотря на отсутствие объективной информации о реальной радиационной ситуации и четкой политики относительно дальнейших действий, ветеринарная служба страны во главе с Главком и его Киевским подразделением провели ветеринарно-санитарную очистку и двукратную дезинфекцию всех освобожденных от скота помещений, территорий ферм и отделов 30-км зоны, отстрел и утилизацию более 23 тыс. бродячих животных.

**Радиологический контроль продукции животноводства.** Уже 9-го мая 1986 г. ветеринарная служба первой из всех ведомств Госагропрома утвердила рекомендации по организации радиологического контроля и ведения животноводства на загрязненной территории, разработанные специалистами Главного управления ветеринарии Украины и специалистами ВНИИСХР. До аварии на ЧАЭС служба ветеринарной медицины проводила радиологический

контроль продукции животноводства и объектов ветеринарно-санитарного надзора в 3–5 пунктах каждой области: 4 раза в год – молока, 2 – мяса, 1 – 2 – кормов, 2 – воды. Но для проведения полного радиологического контроля отрасли животноводства и животноводческой продукции 74 районов 12 загрязненных областей оборудования и количества специалистов этой службы не хватило, и практически сразу после аварии радиоактивно загрязненный скот начал поступать на мясоперерабатывающие предприятия. Так, на протяжении мая–июля 1986 г. на Житомирском, Новоград-Волыньском и Коростенском мясокомбинатах было забито 118 тыс. голов скота, в т.ч. 95 тыс. крупного рогатого скота и 23 тыс. свиней, без предварительного радиологического контроля. При лабораторном анализе мясного сырья, хранившегося в холодильных помещениях, было зарегистрировано превышение по содержанию радионуклидов. Встал вопрос: что делать с мясными продуктами, содержание радионуклидов в которых в десятки раз превышает гигиенические нормативы? Долгое время мясное сырье хранили в холодильниках мясокомбинатов. Так как мясо было загрязнено изотопами цезия  $^{134,137}\text{Cs}$  с периодами полураспада 2,4 и 30 лет, а не изотопами  $^{131}\text{I}$  с периодом полураспада 8 суток, уровень загрязнения со временем не снижался. Холодильные камеры на мясоперерабатывающих предприятиях были переполнены, поэтому было решено отправить радиоактивно загрязненное мясо в Россию, страны Средней Азии и Кавказа, но там уже были организованы посты радиологического контроля. Все это мясо – около 10 тыс.т – вновь вернулось в Украину, и только через 10 лет после аварии на ЧАЭС, было захоронено в Зоне отчуждения. Это не просто потеря важной пищевой продукции, это захоронение сотен миллионов гривен.

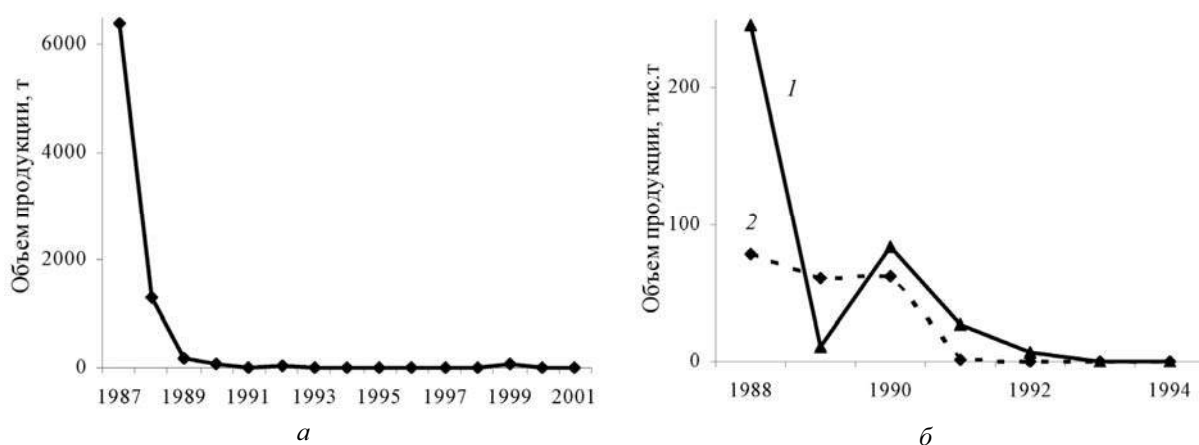
*Можно ли было этого избежать?* В вышеупомянутых «Рекомендациях...» (1973 г.) сказано: «Не забивать животных на мясо без радиологического контроля, и при необходимости содержать их на чистых кормах до вывода основной части радионуклидов из организма». И вновь эти рекомендации не были внедрены.

**Организационные и запретительные контрмеры.** Благодаря первым рекомендациям в наиболее загрязненных районах Киевской и Житомирской областей молоко отправлялось на переработку на масло, загрязнение которого не превышало  $180 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$  при нормативе  $370 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$ . В первые дни мая было запрещено отправлять молоко из хозяйств северных районов в Киев, а в самом городе был введен дифференцированный по уровням загрязнения сбор молока на молокозаводы. Более загрязненное молоко отправляли на переработку на масло и сыры – продукты, которые можно длительно хранить до распада короткоживущих радионуклидов и содержание в которых долгоживущих радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  уменьшается по сравнению с молоком до 10 раз. «Чистое» молоко отправляли на производство детского питания. Это позволило в десятки раз уменьшить дозовые нагрузки на население г.Киева, численность которого достигала 4 млн. чел.

Недостаточность специалистов, как в руководящем составе, так и специалистов и аппаратуры для проведения радиометрических исследований, а также замалчивание в острую фазу аварии, а позже непонимание руководством страны масштабов аварии; неиспользование и несоблюдение разработанных до и после аварии Рекомендаций и т.д. привели к тому, что загрязненная радионуклидами продукция потоком пошла на перерабатывающие предприятия (рис. 2.29).

В апреле 1987 г. была утверждена и внедрена *методика прижизненной оценки загрязнения организма животных радиоактивным цезием*, разработанная Институтом сельскохозяйственной радиологии, который с 1986 г. возглавил научно-методическую работу по радиологическому контролю, а затем и по ведению сельскохозяйственного производства на загрязненной радионуклидами территории. С помощью специалистов ветеринарной медицины были налажены пункты радиологического контроля на мясоперерабатывающих предприятиях, а затем в хозяйствах при отправке скота на мясокомбинаты. Уже с начала 90-х годов загрязненный выше государственных гигиенических нормативов скот (мясо) на мясокомбинаты практически не поступал (рис. 2.29).





**Рис. 2.29.** Поступление продукции животноводства на перерабатывающие предприятия с превышением государственных нормативов: а – мясо, б – молоко (1 – частный сектор, 2 – общественный сектор).

Учеными УкрНИИСХР были изучены закономерности метаболизма радионуклидов в организме сельскохозяйственных животных, что позволило в короткие сроки разработать и внедрить ряд рекомендаций, руководств по использованию кормов, рационов для продуктивных животных и практически позволило на научной основе управлять процессами поступления радионуклидов из почвы в растения через рацион животных к их организму, а с продукцией животноводства – в организм людей. Благодаря этим разработкам и их внедрению в максимально короткие сроки с начала 90-х годов был поставлен надежный рубеж для радионуклидов на пути их поступления в организм людей. Все это стало возможным благодаря концентрации усилий правительства, министерств, департаментов лабораторий, местной власти и, безусловно, благодаря сельскохозяйственной радиологической науке, рекомендации которой беспрекословно исполнялись и мнение которой было преобладающим.

**Зоотехнические контрмеры.** До 1990 года учеными основные усилия по минимизации радиоактивного загрязнения сельскохозяйственной продукции были направлены на создание, на базе фундаментальных знаний закономерностей поведения радионуклидов в звене «почва – растение – продукция животноводства», условий для получения чистой растениеводческой продукции как основы кормовой базы для животных. Анализ радиационной ситуации на сельскохозяйственных угодьях показал, что при неравномерном радиоактивном загрязнении и различных экологических особенностях территории даже в одном хозяйстве можно организовать кормовую базу для животных разного направления производительности: наиболее загрязненные корма – для мясного скота, «чистые» – для молочного скота. Уже в первые годы после аварии была предложена *трехэтапная технология откорма крупного рогатого скота на мясо* [103, 104]. Согласно этой технологии, на I этапе (от 6 месяцев до 12–16 месяцев) можно использовать корма с любым уровнем радионуклидного загрязнения. На II этапе, который длится 1–2 месяца, в зависимости от уровня реализации загрязненных мышечных тканей животных, применять корма с уровнем загрязнения до 40 кБк·кг<sup>-1</sup>. III этап откорма, в зависимости от уровня загрязнения животных, может длиться 30–60 суток с использованием кормов, на порядок «чище», чем на II этапе, и дает возможность за этот срок практически в 5–8 раз снизить уровень <sup>137</sup>Cs в организме животных за счет его выведения. У жвачных животных в зависимости от возраста и производительности период полувыведения <sup>137</sup>Cs составляет 20–40 суток. При этом прижизненное содержание <sup>137</sup>Cs в мышечной ткани легко определить по общей методике прижизненного определения концентрации радиоцезия в организме животных.

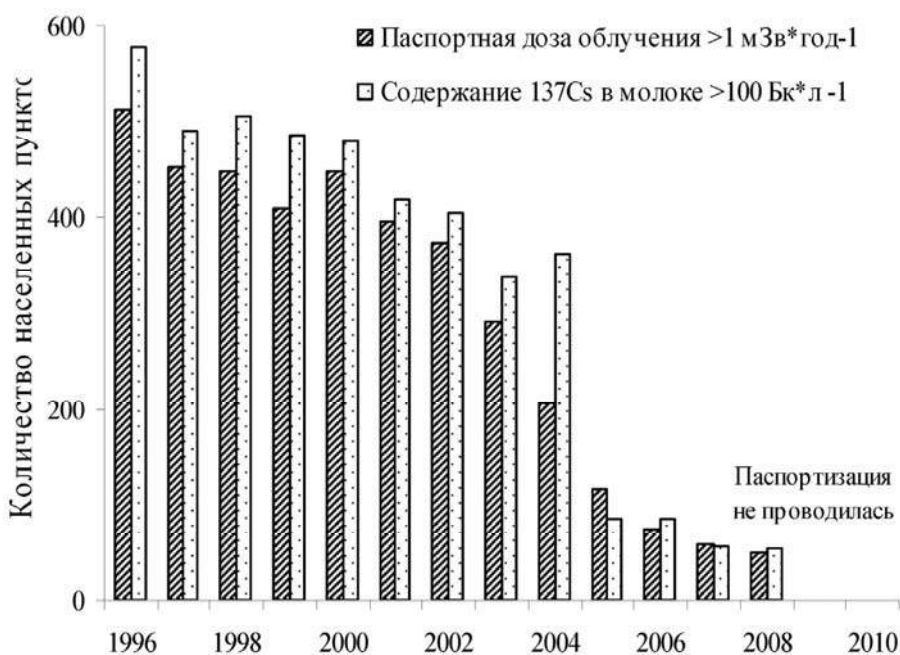
**Ветеринарные контрмеры.** Уже в начале 90-х годов стало понятным, что для окончательного прекращения производства продукции животноводства, в частности молока, с

превышением допустимых уровней, особенно в частном секторе, недостаточно только агротехнических и мелиоративных средств. Частный сектор использует естественные кормовые угодья, на которых не всегда и не в полном объеме можно провести все агротехнические мероприятия. Основные научные центры Украины, России, Беларуси направили свои исследования на разработку препаратов, избирательно сорбирующих радионуклиды. Были опробованы десятки природных и синтетических веществ для прекращения поступления радионуклидов из рациона в молоко и мясо. Особого внимания с экономической точки зрения заслуживают подходы с добавлением в рацион добавок, которые при поступлении кормов в желудочно-кишечный тракт (ЖКТ) блокируют всасывание радионуклидов в кровь путем конкурентного взаимодействия с ними, адсорбции и химического связывания.

Чрезвычайно высокую эффективность для ограничения всасывания изотопов цезия в ЖКТ животных имеет ферроцин – соединение, более известное под названием Берлинская лазурь, – и его производные: ферроцианиды железа, аммония, кобальта, никеля, меди и некоторых других металлов. Ферроцин выборочно образует с цезием нерастворимые соединения, не проникает через стенки ЖКТ в кровь и в дальнейшем в ткани, и выводится из организма с продуктами обмена. При скармливании ферроцина коровам в количестве всего 3–6 г на животное в сутки наблюдается 8–10-кратное уменьшение  $^{137}\text{Cs}$  в молоке [105–107]. Ферроцинсодержащие препараты прошли всестороннюю экспериментальную и производственную апробацию после Чернобыльской катастрофы в загрязненных хозяйствах Украины, России и Беларуси. Изучение эффективности снижения уровней загрязнения продукции животноводства  $^{137}\text{Cs}$  при применении ферроцина проведено на всех видах сельскохозяйственных животных для тысяч голов скота. Была доказана безопасность применения ферроцина для состояния здоровья, продуктивных и воспроизводительных качеств сельскохозяйственных животных и употребления населением продукции от животных, которые длительное время получали с рационом ферроцинсодержащие препараты в разных количествах [105].

Именно в Украине по заданию руководства СССР были начаты и проведены союзные и международные комиссионные испытания ферроциновых препаратов в различных формах их применения: порошка, солевых брикетов, болюсов, ферроцина на целлюлозных носителях. Но, к сожалению, эти разработки так и закончились только испытаниями. Производственных масштабов эта технология в Украине не приобрела. В Беларуси ежегодно уже на протяжении 15 лет применяют до 20 т этого препарата, поэтому там уровень загрязнения молока не превышает 50 Бк·л<sup>-1</sup>. В Украине же в более чем 100 населенных пунктах молоко по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  превышает 100 Бк·л<sup>-1</sup>, а в десяти населенных пунктах это превышение составляет 2–7 раз. Кроме «чистого» ферроцина, в Украине разработан ферроцинсодержащий препарат на основе отходов винодельческой промышленности (ФПВ), который по эффективности приближается к ферроцину, но является более дешевым. На протяжении нескольких лет в Украине использовали природные цеолиты в качестве сорбирующих препаратов, но их эффективность по уменьшению содержания  $^{137}\text{Cs}$  в молоке несколько скромнее – 1,5–2 раза.

**Частный сектор.** Практическое решение радиологических проблем в общественном секторе животноводческой отрасли нельзя было автоматически перенести на частный сектор производства продукции животноводства [81]. Отсутствие надлежащей кормовой базы для скота частного сектора, неурегулированность рынка этой продукции и отсутствие механизмов государственного управления этим сектором сделали частный сектор производства продукции животноводства критическим с точки зрения радиационной опасности населения. Именно этот сектор до сегодняшнего времени поставляет продукцию животноводства (в основном молоко и мясо КРС) с превышением существующих государственных нормативов. Несмотря на деструктивные процессы в экономике страны, в течение 90-х годов все же удалось количество критических населенных пунктов с 600 в начале 90-х годов уменьшить до 100 в конце 90-х годов, хотя и до сегодняшнего времени остается несколько десятков таких населенных пунктов (рис. 2.30).



**Рис. 2.30.** Распределение населенных пунктов по дозовым показателям согласно результатам общедозиметрической паспортизации [81].

Радиационная ситуация в вышеуказанных населенных пунктах будет оставаться такой достаточно длительное время, поскольку природные процессы снижения перехода радионуклидов из почвы в растения значительно замедлились, а физический распад будет обеспечивать двукратное снижение содержания в продукции каждые последующие 30 лет.

К сожалению, в последние годы решение проблем частного сектора не относится к категории приоритетных, поэтому для ограничения облучения, источник которого размещен в Зоне отчуждения, тратятся сотни млн. грн. ежегодно, а для радиационного контроля и ограничения облучения за пределами Зоны, где ежегодно формируется не меньшая коллективная доза около 600 чел.-Зв, – 1,2 млн. грн.

**Выводы.** В случае радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных угодий животноводство, в частности молочное скотоводство, является критической отраслью. Опыт ликвидации аварии на ЧАЭС свидетельствует, что государства бывшего СССР неадекватно отреагировали на йодную опасность при аварии, особенно ту, которая связана с животноводческой отраслью. Это привело к получению населением больших доз облучения и негативных изменений состояния здоровья. Поэтому в преодолении последствий радиационной аварии научное сопровождение животноводческой отрасли является неотъемлемой составляющей всех противорадиационных мероприятий.

*Через 25 лет после аварии и на последующий период проблема ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в Украине – это проблема производства молока с уровнями радиоактивного загрязнения в соответствии с требованиями государственных гигиенических нормативов в частном секторе критических населенных пунктов.* Существующие апробированные и отработанные ветеринарно-зоотехнические мероприятия являются и должны оставаться приоритетными в ближайшее время. В то же время, существуют некоторые проблемы:

последние 10 лет государство фактически не финансирует сельскохозяйственное направление преодоления последствий Чернобыльской аварии;

не проводится масштабный радиационный мониторинг, то есть произошла потеря контроля над радиационной ситуацией со стороны государственных органов;

ликвидированы либо не финансируются научные центры, созданные государством именно для научного сопровождения работ в сельском хозяйстве;

при названных выше причинах произошла потеря министерствами и представительными органами в областях и районах, в науке многих известных специалистов, которые могут самостоятельно решать проблемы и принимать ответственные решения;

политизация процессов преодоления последствий Чернобыльской катастрофы, которая противодействует оптимизации Чернобыльского законодательства, вследствие чего денежные средства тратятся на выплаты льгот и компенсаций, а не на ликвидацию критических проблем с молоком, которое производится на загрязненных территориях;

отсутствует координация и контроль выполнения научных работ для преодоления последствий Чернобыльской катастрофы в сельском хозяйстве, что приводит к появлению новых научных учреждений, которые открывают «новые Чернобыльские проблемы и феномены», а это вредит науке, а не продвигает ее вперед к решению реальных чернобыльских задач.

Одной из важнейших проблем является неосведомленность большинства фермеров и руководителей различных уровней, которые занимаются сельскохозяйственным производством в стране с развитой атомной энергетикой, о порядке и последовательности действий при внедрении контрмер на разных фазах развития ядерных и радиационных аварий и в послеаварийный период для предупреждения и/или ограждения от негативных последствий этих аварий сельского хозяйства и самого селянина.

В Украине еще не созданы Рекомендации для действий различных служб в аварийных ситуациях. Уроки преодоления последствий Чернобыльской катастрофы должны быть изучены и учтены при разработке систем аварийного реагирования на радиационные аварии.

### ***Проблема детского питания***

Одной из приоритетных задач государства на загрязненных после аварии территориях является радиологически безопасное питание детей школьных и дошкольных учреждений. Для всех возрастных групп детей молоко является основным источником поступления  $^{137}\text{Cs}$  в организм. Вклад молокопродуктов в дозу внутреннего облучения уменьшается от 90 % для детей 0–3 года до 75 % для дошкольников и 65 % для школьников. В семьях, в которых держат коров, используются молокопродукты собственного производства. Производство продукции детского питания на радиоактивно загрязненных территориях требует проведения комплекса контрмер. Для выпаса коров, молоко которых используется для детского питания, следует выделять «чистые» пастбища. Если это сделать невозможно, то обязательным является проведение коренного улучшения сенокосов и пастбищ или создание новых пастбищ на пашне. В рационе этих коров должны иметь место сорбенты или Cs-связывающие препараты.

Проблема детского питания особенно актуальна для критических населенных пунктов загрязненного региона Полесья (Рокитновский, Дубровицкий, Сарненский районы Ровенской обл.), так как именно здесь распространены многодетные семьи – до 10 и более детей. Условия получения чистой сельскохозяйственной продукции очень ограничены, поэтому *именно здесь в первую очередь должна решаться проблема «чистого» детского рациона, и прежде всего молока.*

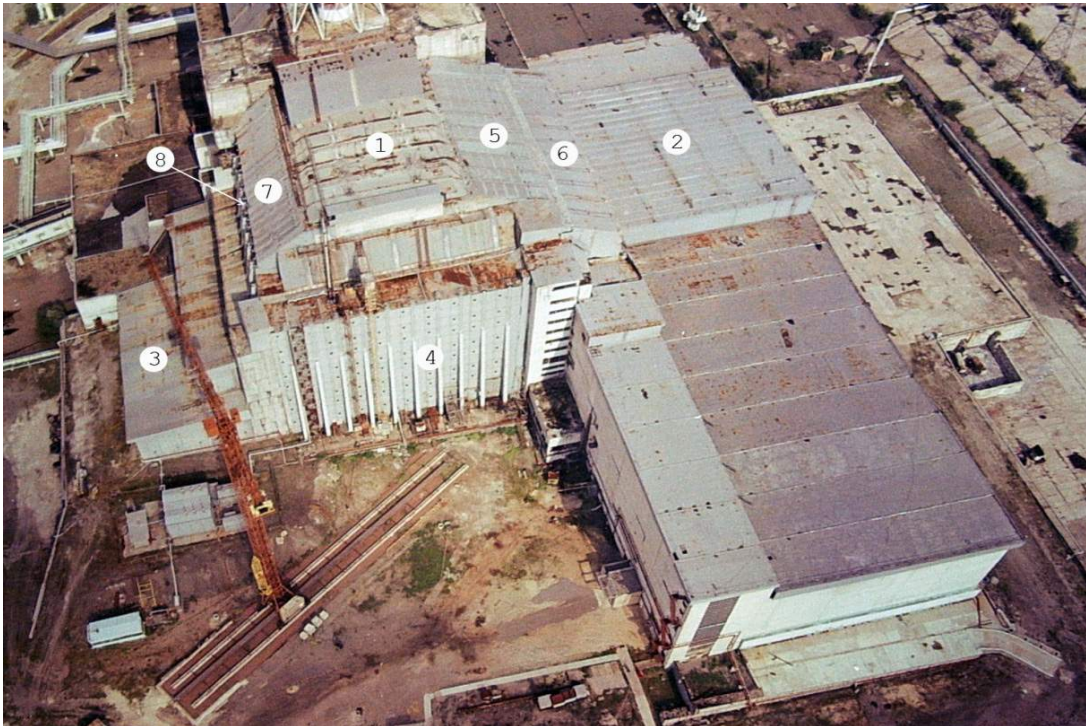
### ***2.2.4. Решение радиозэкологических проблем в лесном хозяйстве***

Вследствие Чернобыльской катастрофы произошло радиоактивное загрязнение лесов в 17 областях государства. В 1991–1992 гг. плотность загрязнения лесов  $^{137}\text{Cs}$  превышала  $37 \text{ кБк} \cdot \text{м}^{-2}$  на площади 1,23 млн. га [108]. Доля лесов с плотностью загрязнения почвы выше указанной величины в Житомирской, Ровенской, Киевской областях составляла соответственно 60 %, 56 %, 52 % от общей площади их лесного фонда, и около 20 % в Волынской, Черниговской,



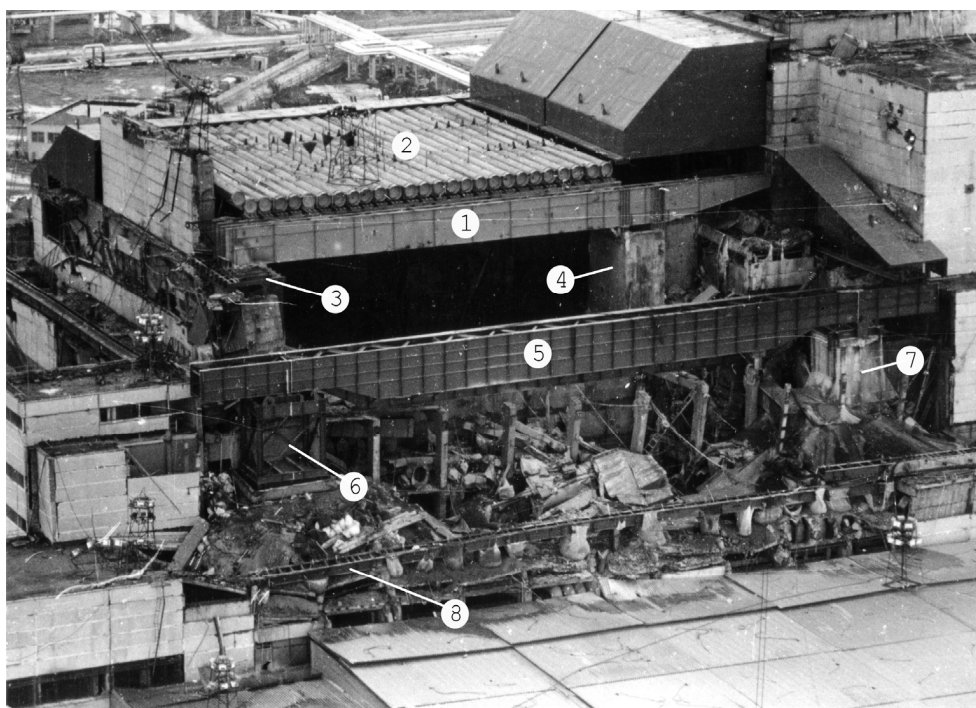


*Рис. 1.2. Разрушенный 4-й энергоблок ЧАЭС.*

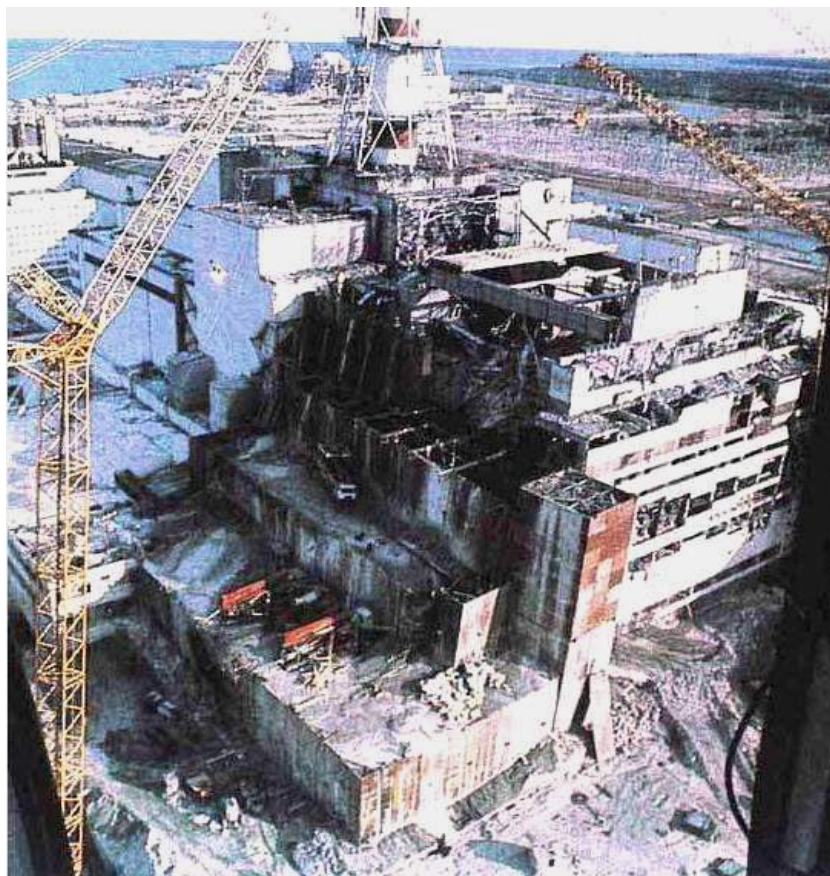


*Рис. 1.3. Внешние защитные конструкции ОУ: 1 – перекрытие над центральным залом; 2 – покрытие над машинным залом; 3 – каскадная стена; 4 – западная («большая») контрфорсная стена; 5 – южные щиты; 6 – южные щиты-«клюшки»; 7 – северные щиты-«клюшки»; 8 – северная («малая») контрфорсная стена.*



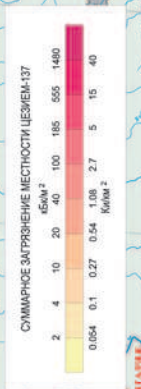
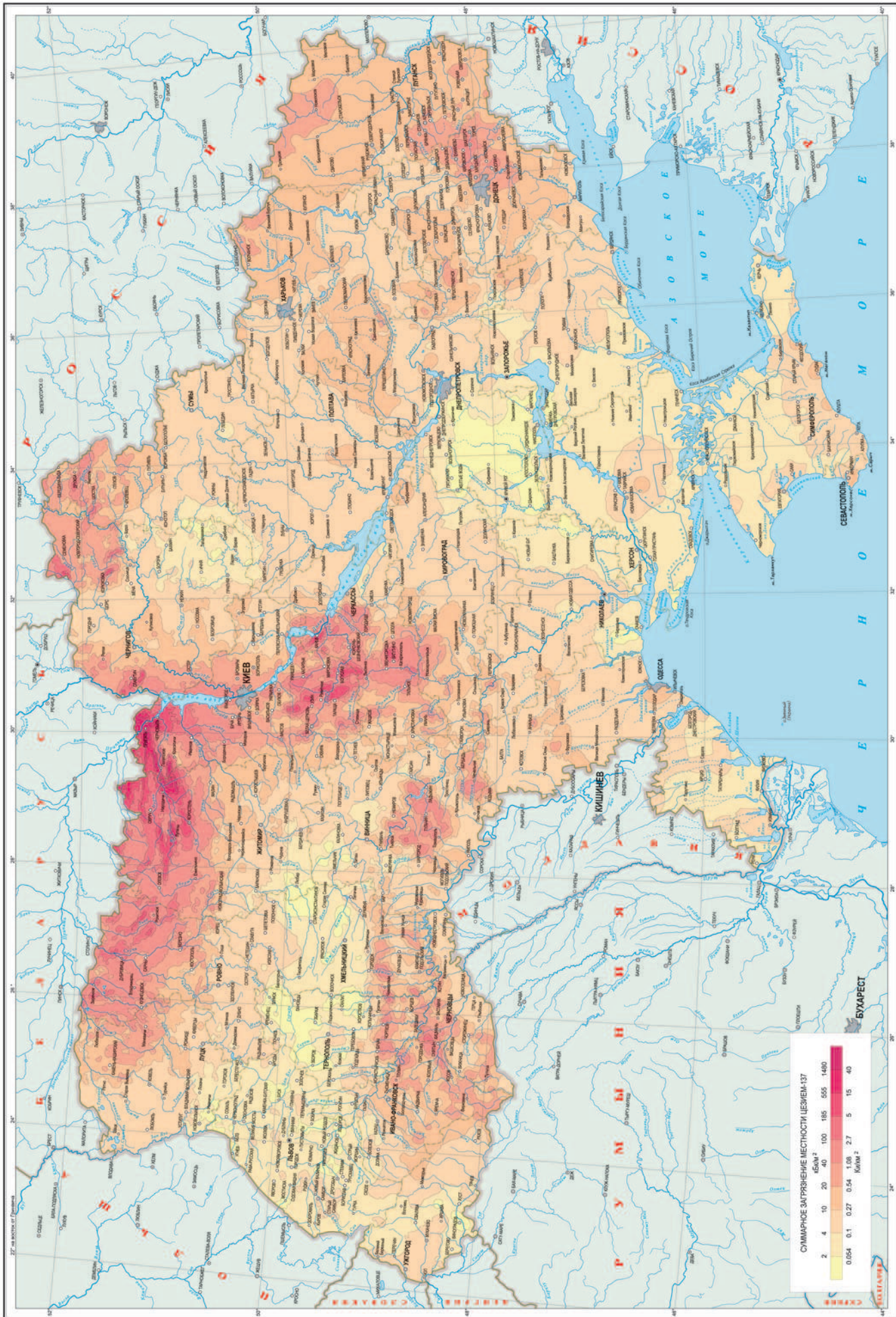


**Рис. 1.4.** Конструкции опор и несущих элементов перекрытия объекта «Укрытие»:  
 1 – балка Б1 (балка Б2 находится за ней); 2 – трубный накат; 3 – верхняя часть стены по оси 50, усиленная «корсетом»; 4 – выхлопная шахта; 5 – балка «Мамонт»; 6 – западная опора балки «Мамонт»; 7 – восточная опора балки «Мамонт»; 8 – балка «Осьминог».

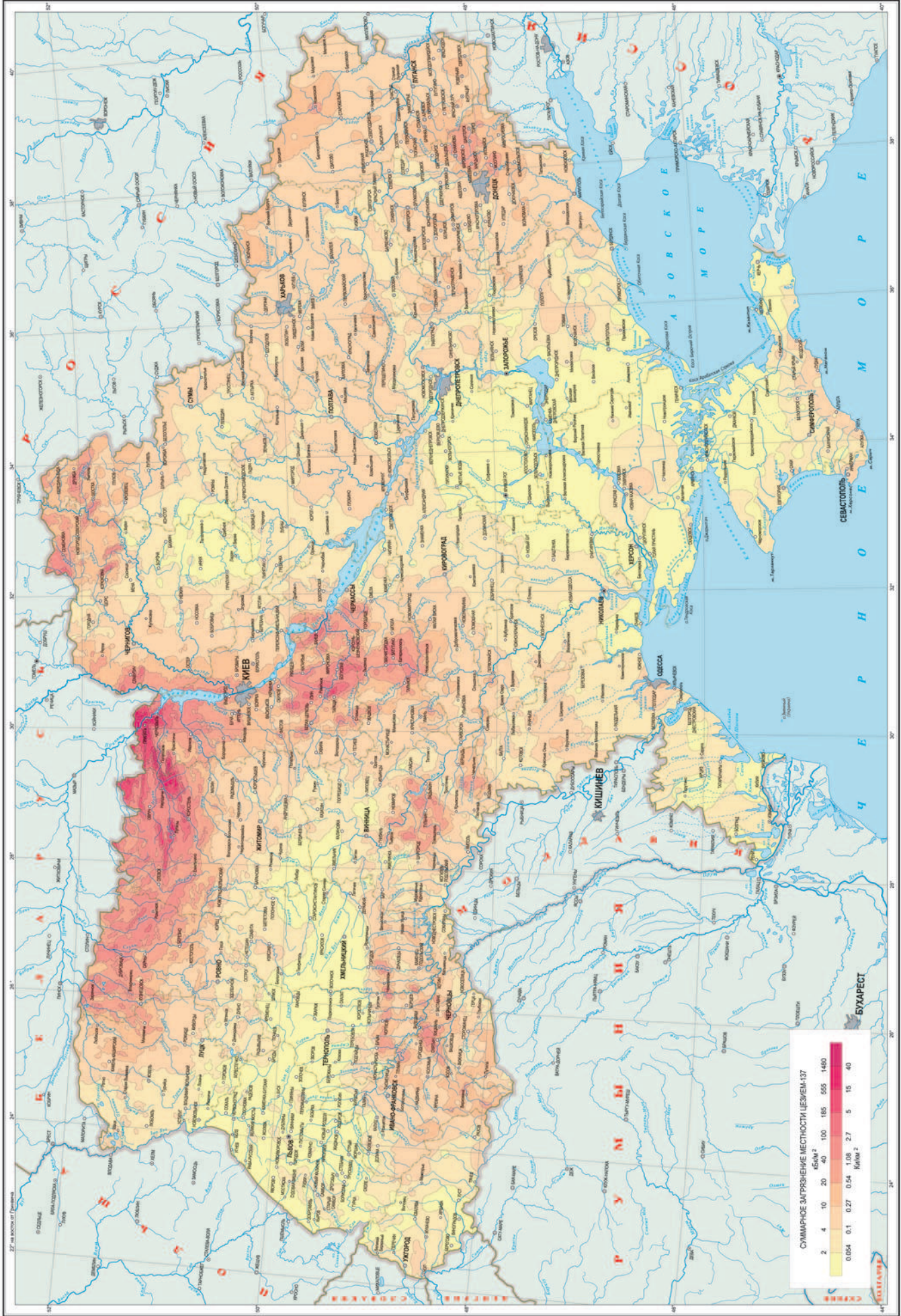


**Рис. 1.5.** Строительство объекта «Укрытие».

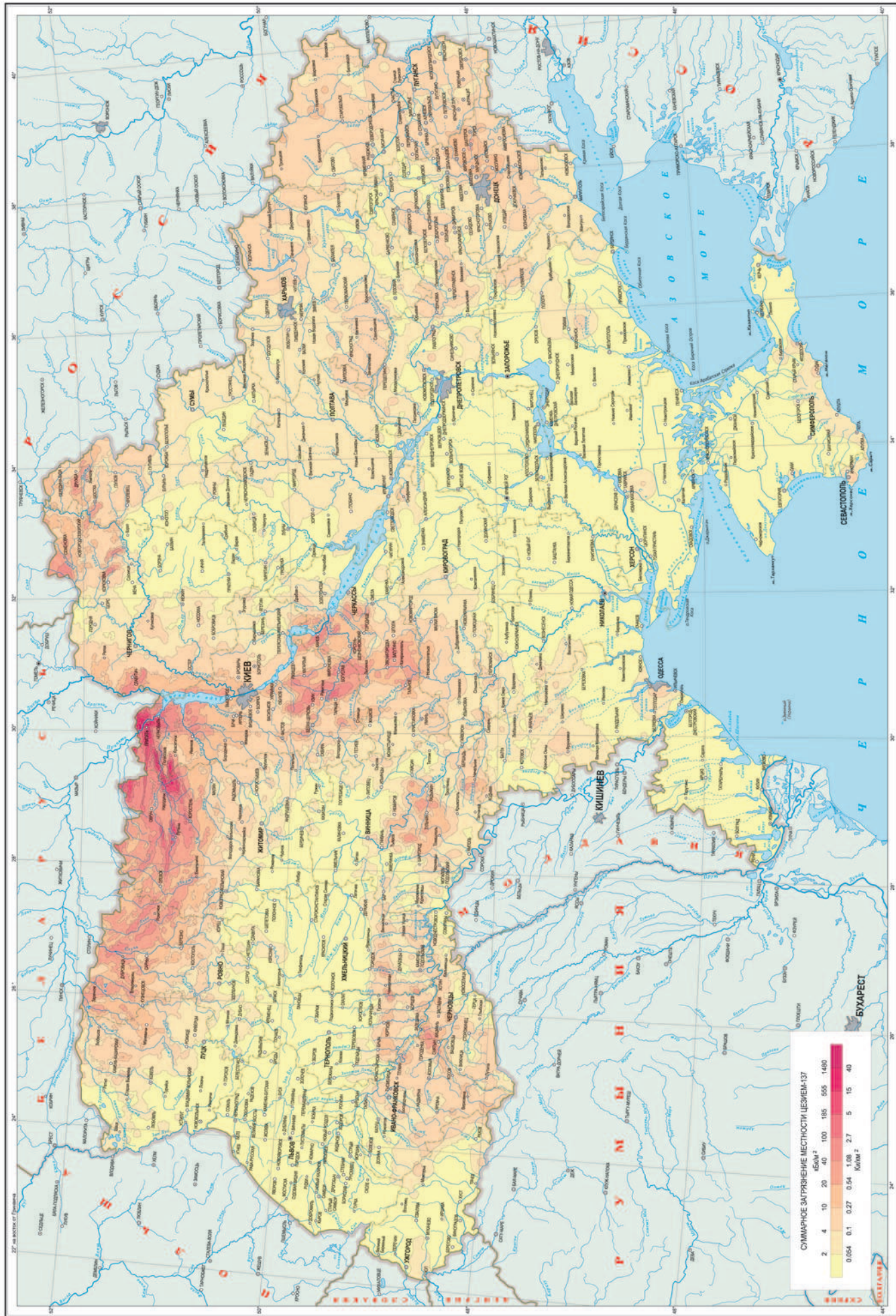




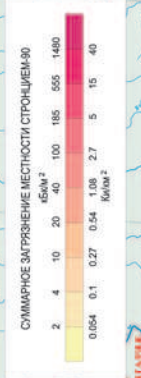
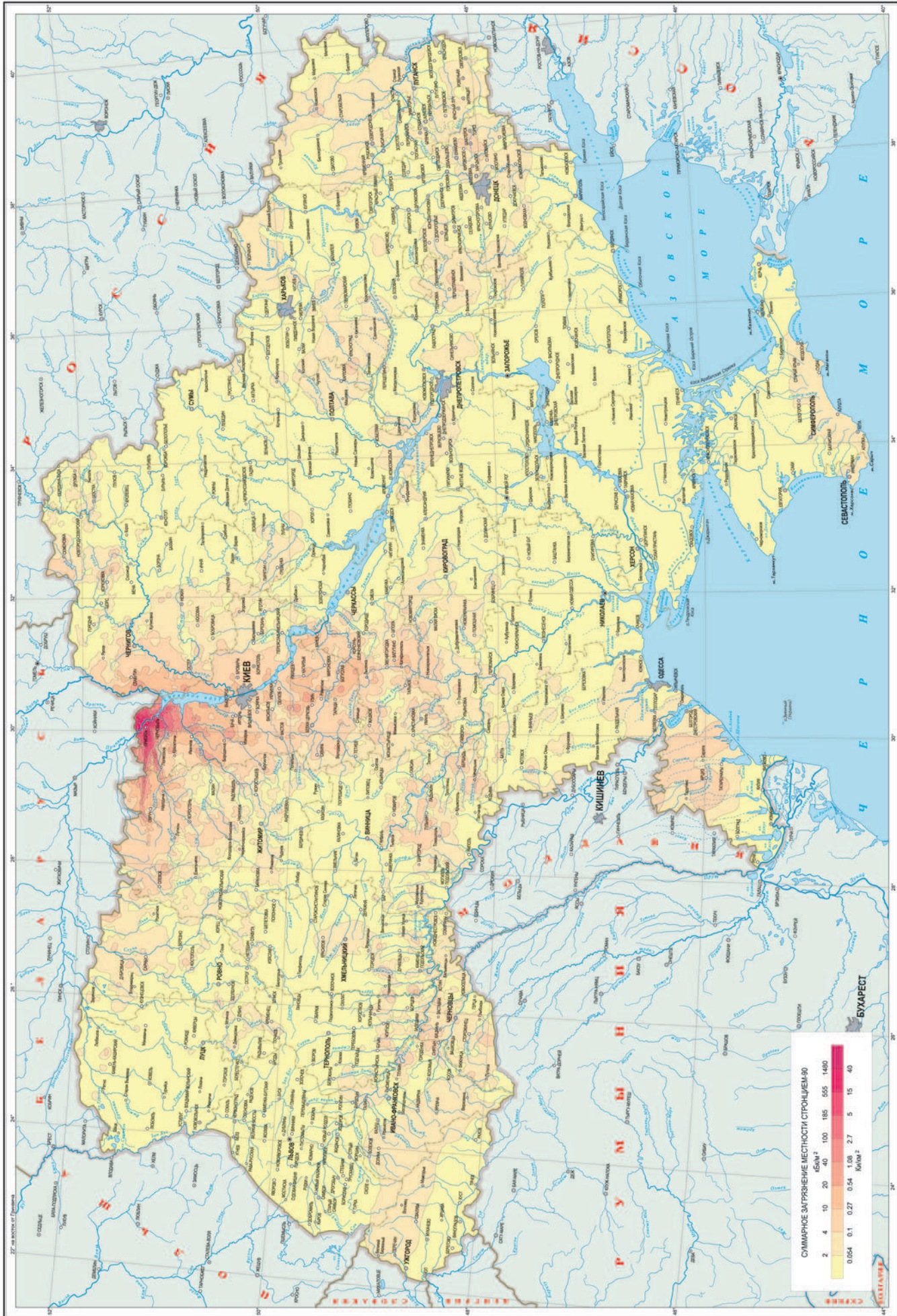






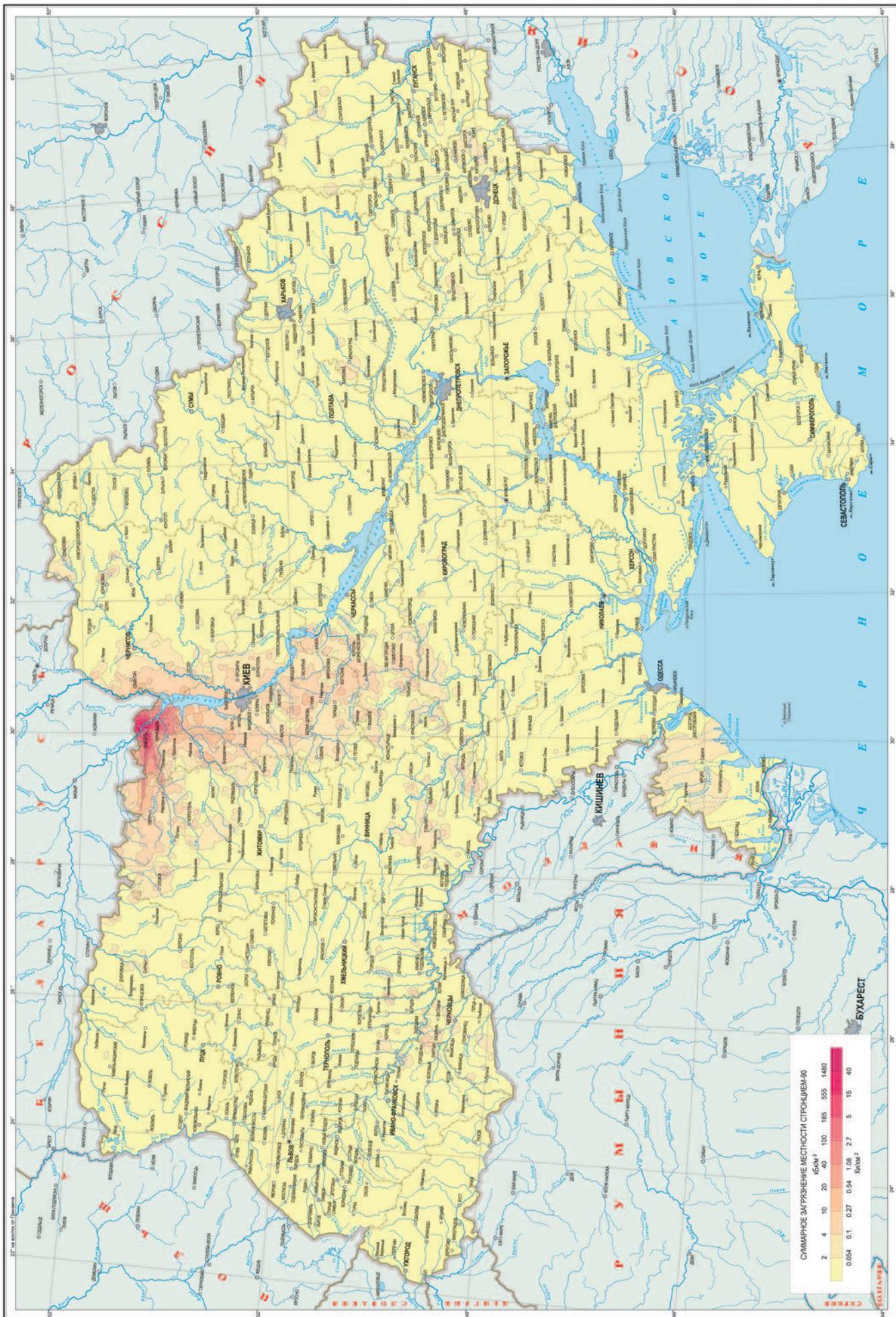




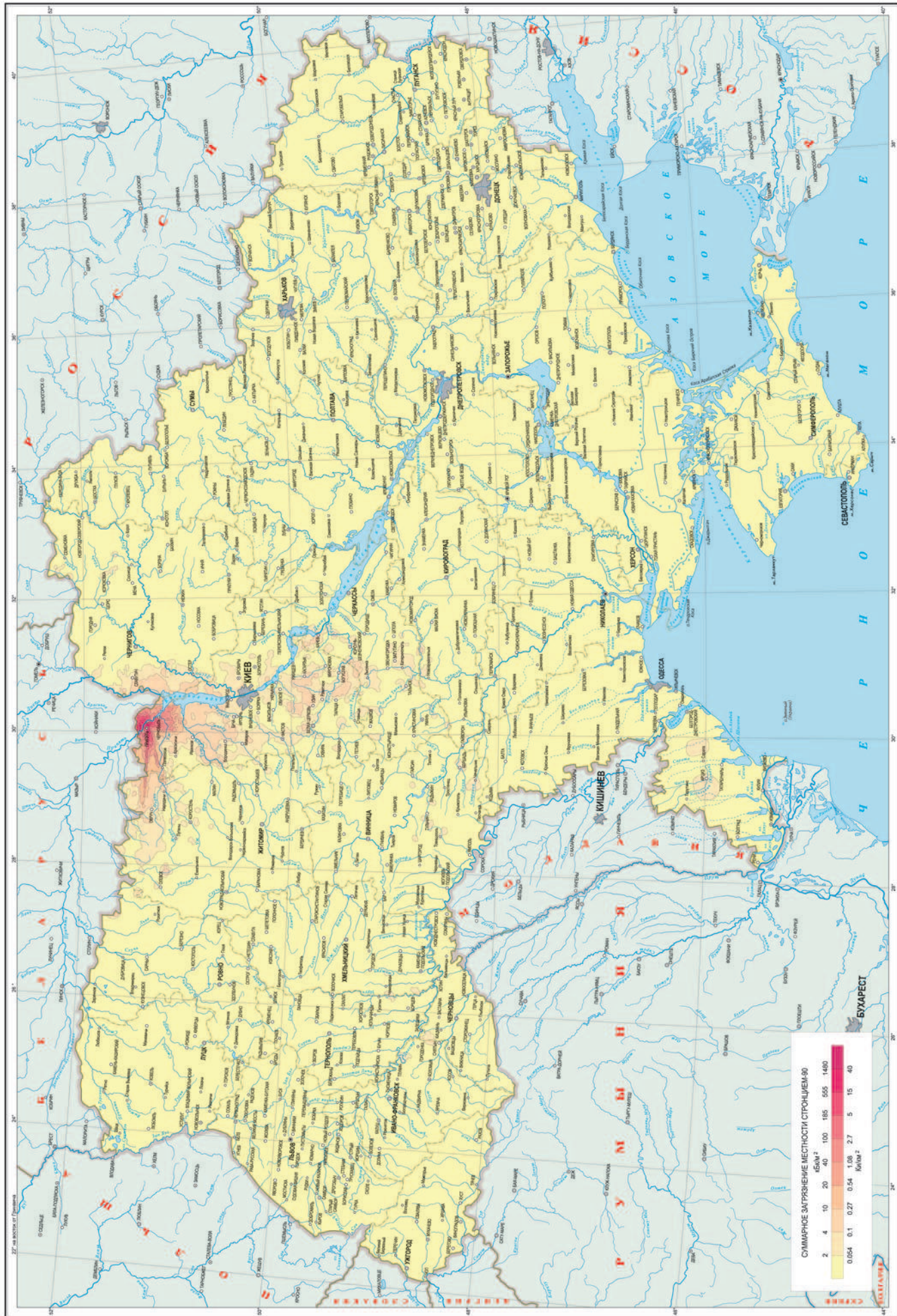




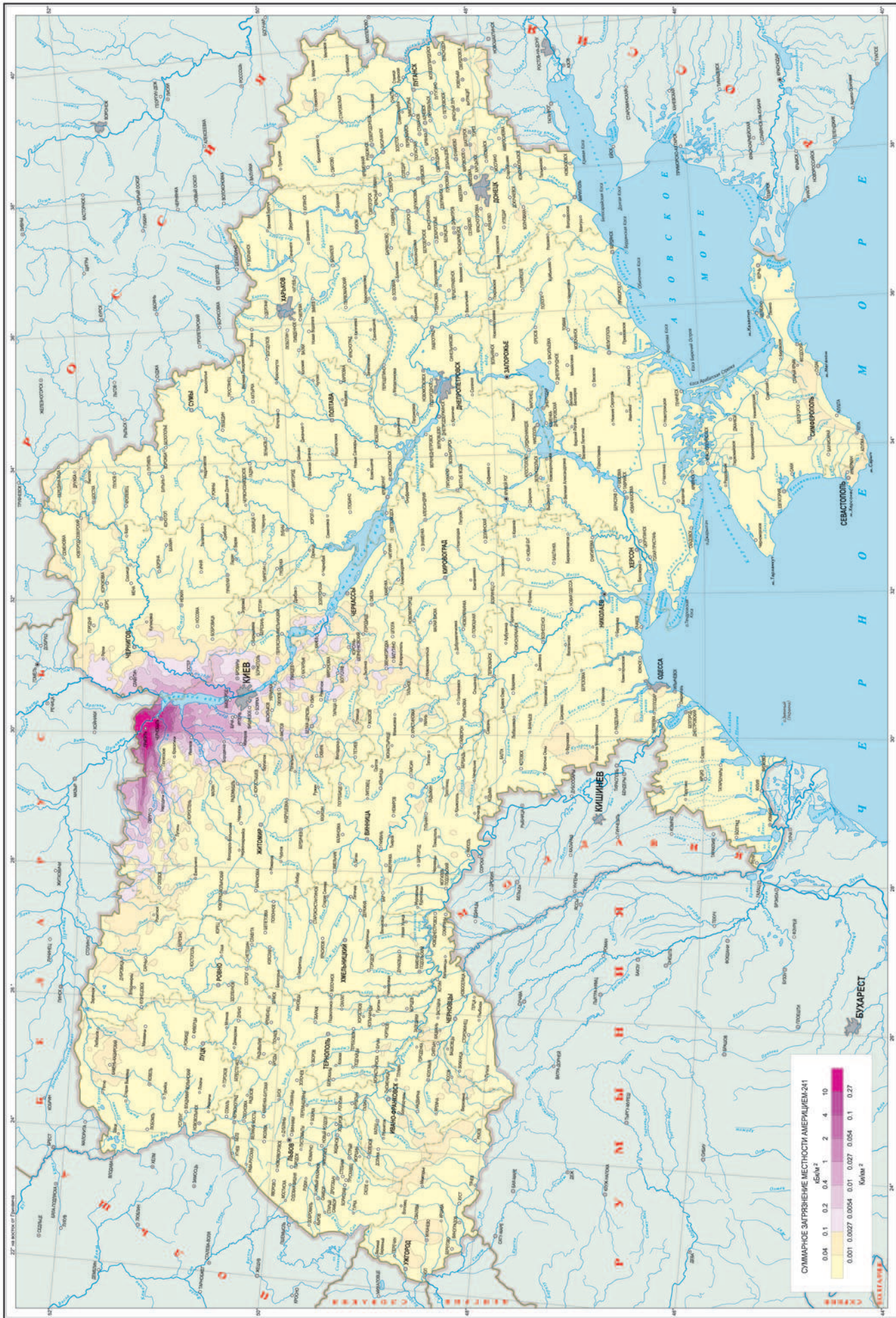
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ СТРОИЦЕМ-90 (СОСТОЯНИЕМ НА 10 МАЯ 2011 ГОДА)





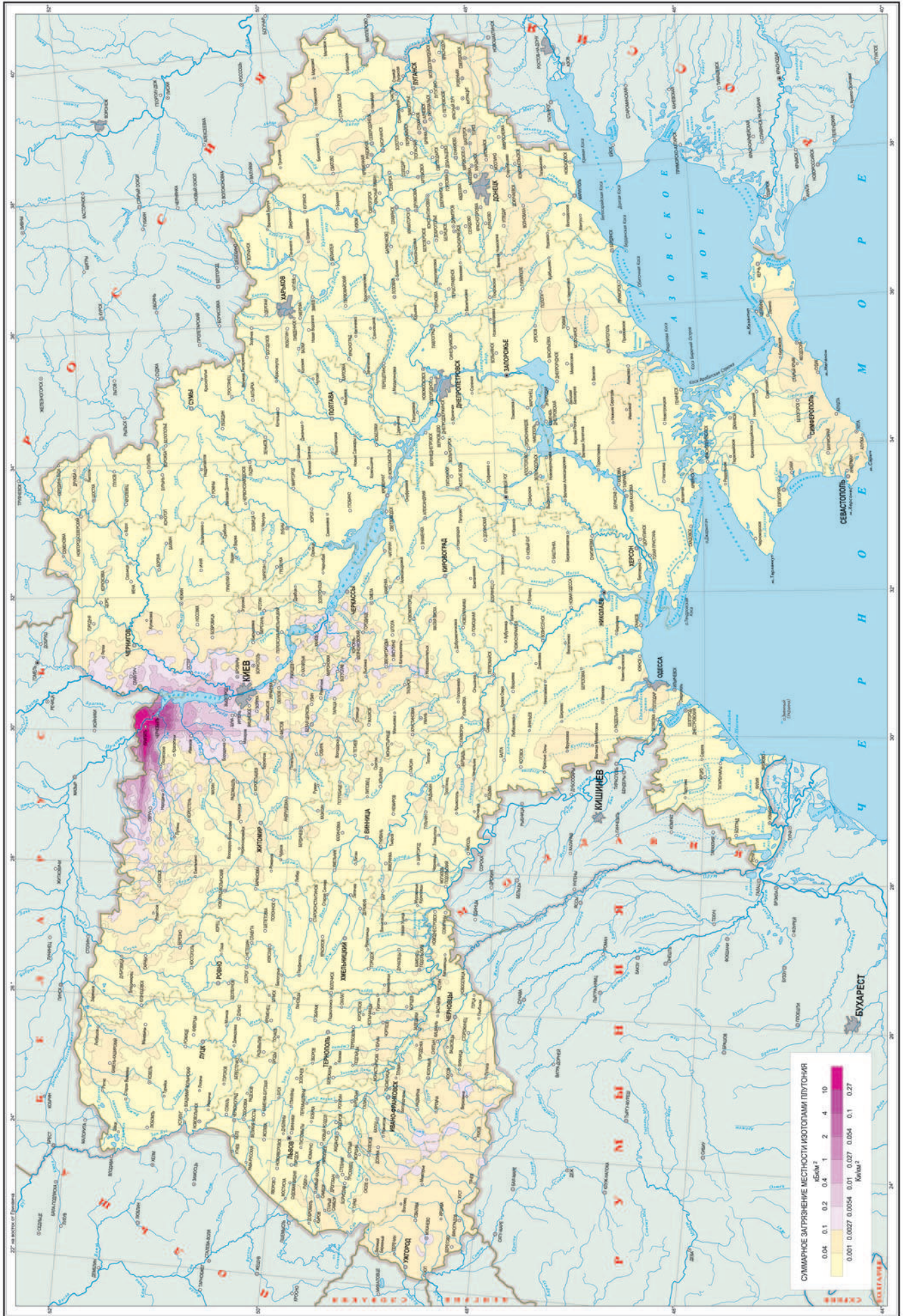






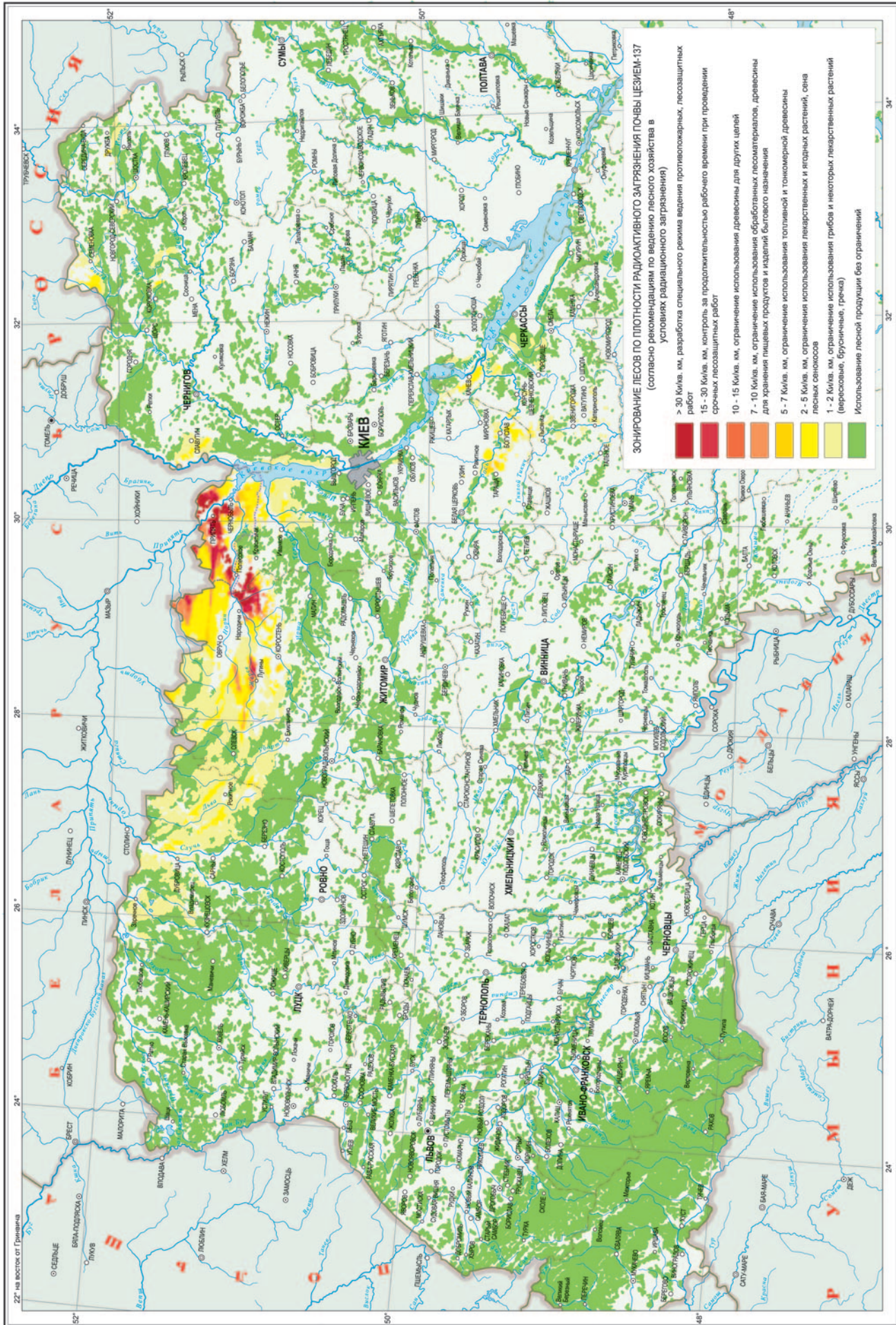


ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ ИЗОТОПАМИ ПЛУТОНΙΑ



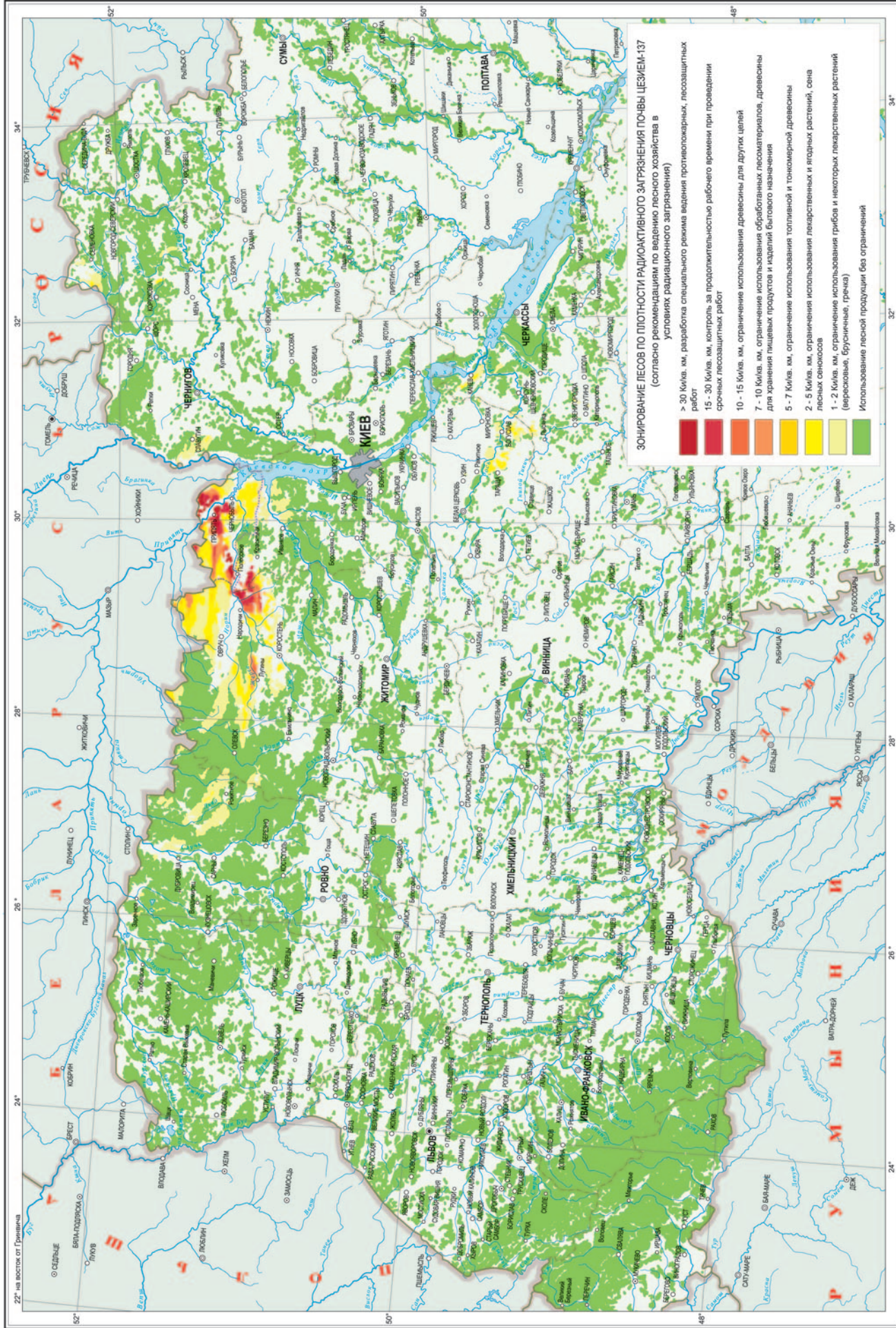


# ЗОНИРОВАНИЕ ЛЕСОВ ПО ПЛОТНОСТИ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ЦЕЗИЕМ-137 (СОСТОЯНИЕМ НА 10 МАЯ 2011 ГОДА)

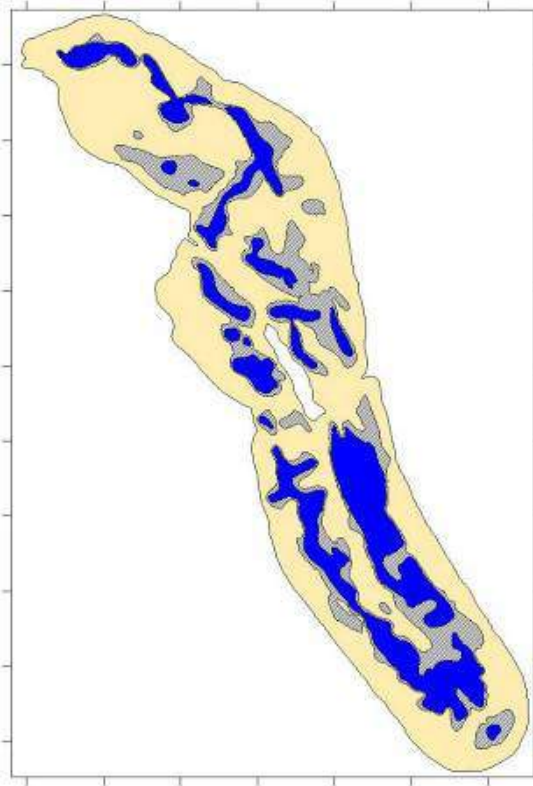




# ЗОНИРОВАНИЕ ЛЕСОВ ПО ПЛОТНОСТИ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ЦЕЗИЕМ-137 (СОСТОЯНИЕМ НА 10 МАЯ 2036 ГОДА)







*Рис. 2.16. Схематический вид ожидаемого ландшафта, который будет сформирован на дне пруд-охладителя ЧАЭС после его спуска (светлый – зона полностью осушенная, темный – зона заполненных водой пойменных озер, серый – промежуточные болотные угодья).*



*Рис. 5.1. Фрагменты активной зоны разрушенного реактора в помещении 305/2.*



Черные ЛПСМ



Пемза



Коричневые ЛПСМ

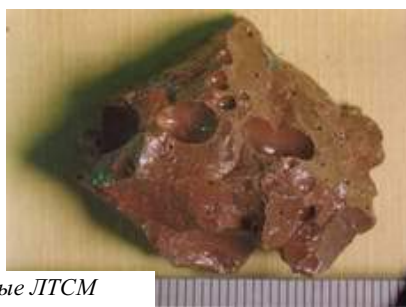


Рис. 5.2. Модификации ЛПСМ.

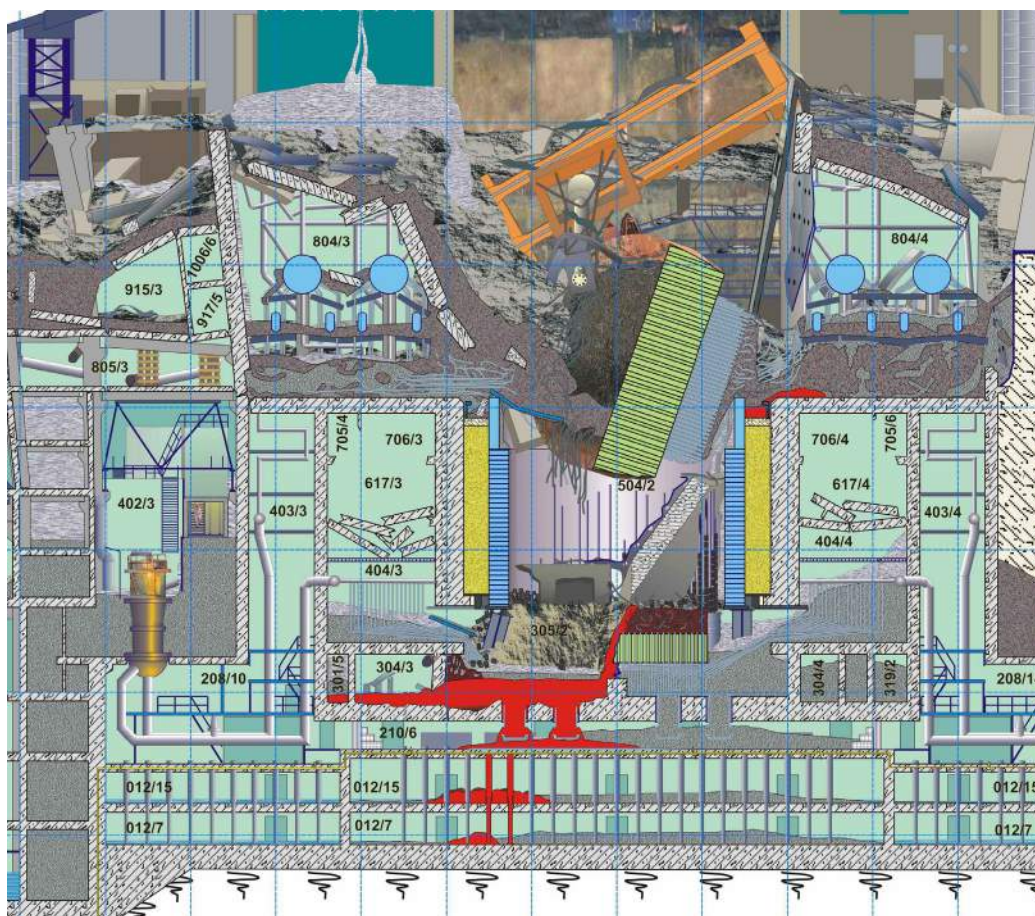


Рис. 5.3. ЛПСМ в разрушенном 4-м блоке ЧАЭС.



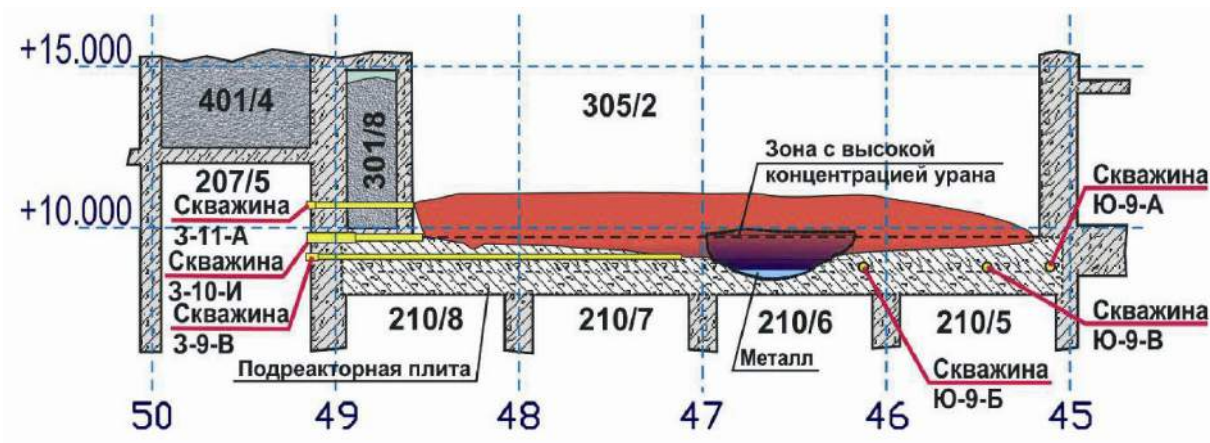


Рис. 5.4. Зоны ЛТСМ с высоким содержанием урана в помещении 305/2.

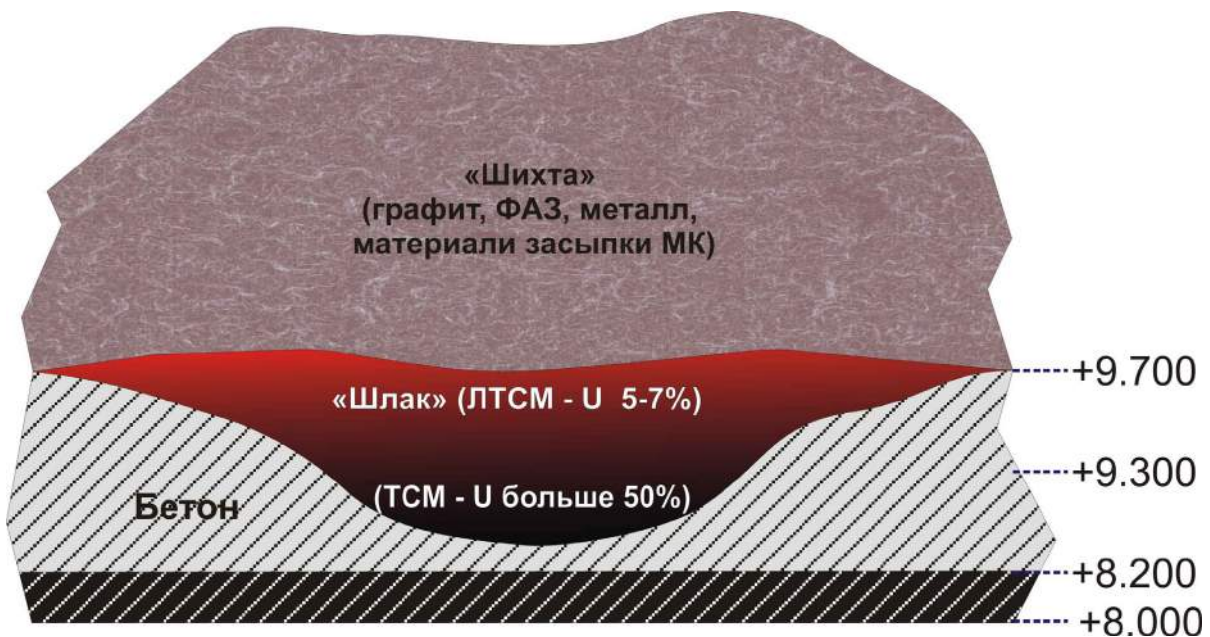


Рис. 5.5. Образование «домной печи» и проплавление расплавом бетона подреакторной плиты.

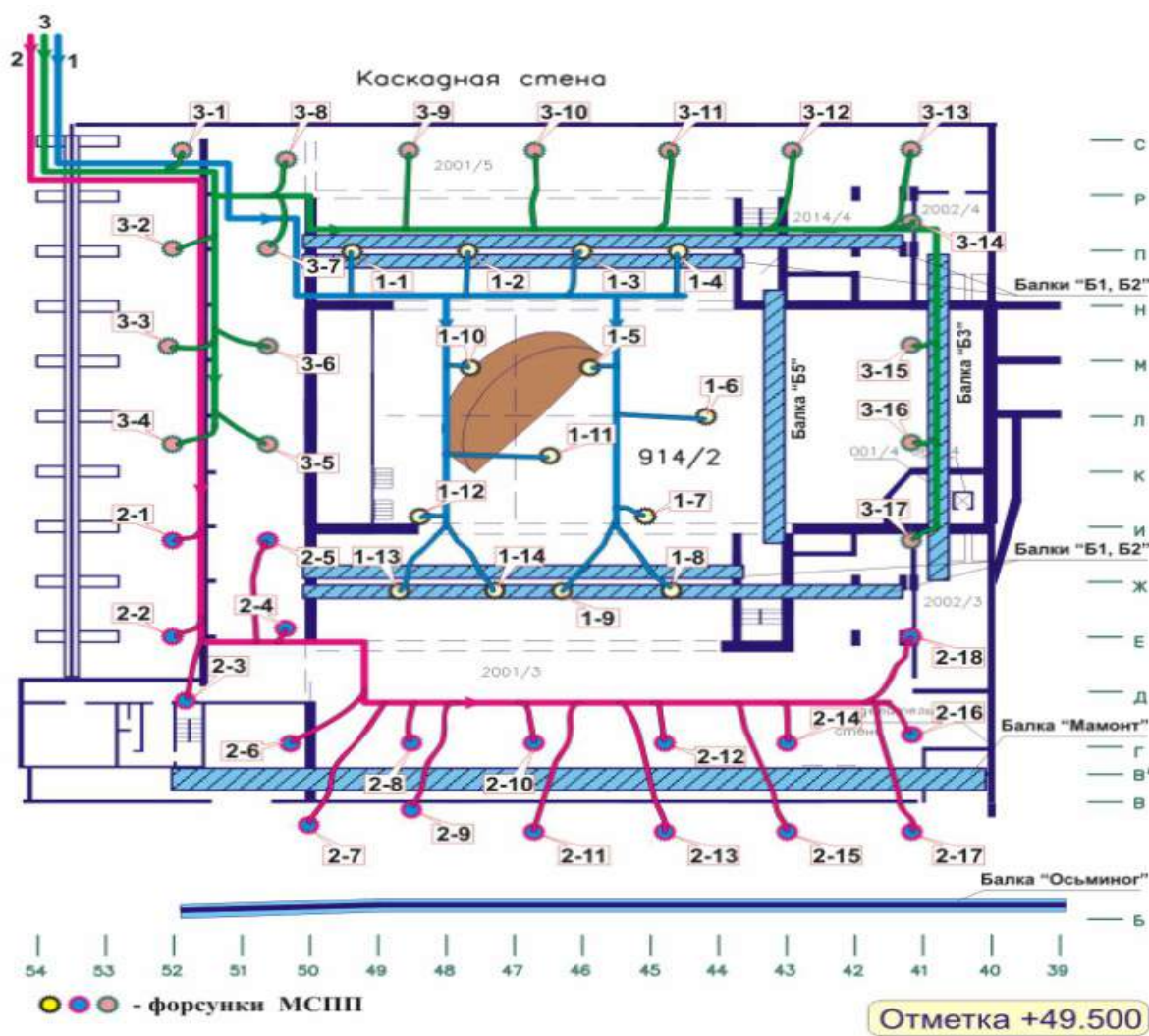


Рис. 5.10. Модернизированная система пылеподавления радиоактивных аэрозолей объекта «Укрытие».

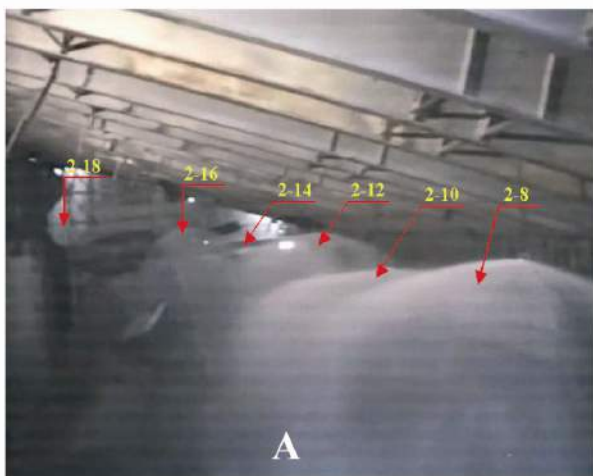


Рис. 5.11. Распыление пылеподавляющих растворов (А) и защитное полимерное покрытие (Б) фрагментов в подкровельном пространстве ОУ.

Черкасской, Винницкой и Сумской областях. Общей чертой радиоактивного загрязнения лесов является его мозаичный, очаговый, высокоградиентный характер [109].

Как известно, вследствие физического распада радионуклидов радиационная ситуация в загрязненных лесах постепенно изменяется. По расчетным данным, в 2010 г. по сравнению с 1992 г. площадь лесов с плотностью загрязнения более  $37 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$  уменьшилась на 400 тыс. га, и на ней можно проводить все лесохозяйственные мероприятия без ограничений. Но правовой механизм для принятия такого решения отсутствует. Госкомлесхоз Украины планирует провести повторное радиационное обследование земель лесного фонда с плотностью более  $370 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$  по Программе реабилитации загрязненных лесов на 2010–2020 гг. и возобновит хозяйственную деятельность на площади около 600 тыс. га. Но этот путь недостаточен, так как результаты обследования обязательно должны быть верифицированы и официализованы нормативно – правовым документом соответствующего уровня.

### ***Динамика концентрации радионуклидов в древесине, дикорастущих грибах и ягодах, и их роль в формировании дозы облучения населения***

Лесные экосистемы имеют сложную вертикальную структуру и значительную площадь надземной фитомассы. В связи с этим леса, особенно хвойные, имеют большую радиологическую емкость. Сразу после осаждения радионуклидов на леса началась их вертикальная миграция из верхних ярусов фитоценозов к почвенному покрову, составная часть которого – лесная подстилка – стала своеобразным депо радионуклидов [110]. Исследованиями в лесных насаждениях 30-км зоны ЧАЭС (Лелевское лесничество) установлено, что за период с 20.05.1986 г. по 15.06.1986 г. радиоактивность лесной подстилки в 35-ти летних сосновых насаждениях увеличилась в 2,5 раза [111]. Уже через два–три месяца после выпадения радиоактивных веществ на леса 90–95 % от их общего запаса на единицу площади оказалось на поверхности почвы [112].

Скорость миграции радионуклидов в лесных экосистемах определяется составом, возрастом и полнотой лесных насаждений и зависит от интенсивности минерализации лесной подстилки. В хвойных насаждениях, в отличие от лиственных, процесс минерализации лесной подстилки протекает медленнее, а ее запасы на единицу площади выше. В связи с этим в хвойных насаждениях происходит консервация органического вещества и замедляются процессы высвобождения минеральных веществ, в т.ч. и радионуклидов. Учитывая вышесказанное, можно констатировать, что лесная подстилка в лесных экосистемах играет роль геохимического барьера и препятствует выносу радионуклидов за пределы экосистемы.

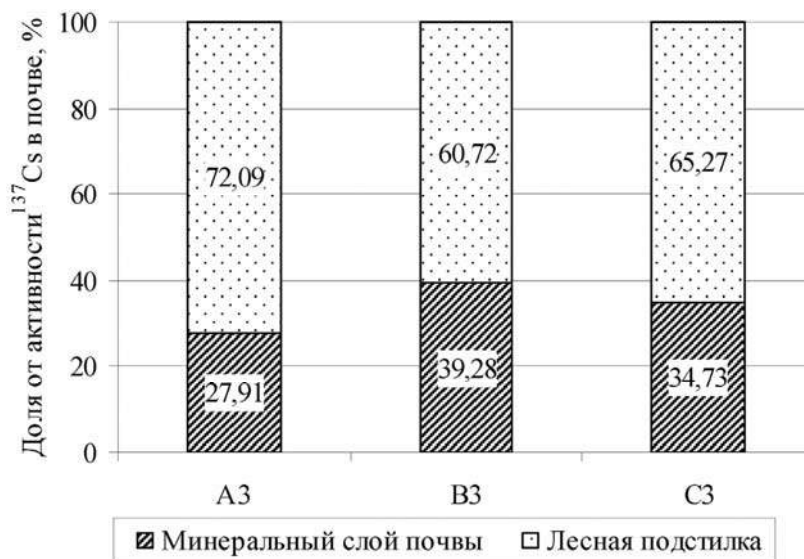
Для проведения систематических исследований с целью получения достоверных данных по миграции  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в компонентах лесных экосистем Украины в 1991–1993 гг. в полесской и лесостепной зонах на лесотипологической основе была заложена сеть стационаров (более 100 объектов).

Исследования современного распределения запаса радионуклидов  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в лесных биоценозах сосны, которые растут в условиях свежего субора, свидетельствуют, что основная доля от общего запаса  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  (76–83 %) содержится в почве, 6–13 % аккумулируется лесной подстилкой, 6–10 % содержится в древостоях, 1–5 % содержит моховой покров.

Почва является началом многих трофических цепочек в лесных экосистемах, которые прямо или косвенно ведут к человеку. Результаты многолетних исследований показали, что в 1986 г. максимальная удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  наблюдалась в слое неразложившейся, в 1991 г. – полуразложившейся, а в 2009 г. – разложившейся (в большинстве лесных экосистем). В тот же период четко видна разница в распределении суммарной активности радионуклида в лесных почвах. В частности, в 1991 г. 60–70 % суммарной активности  $^{137}\text{Cs}$  лесных почв удерживалось мощными полнопрофильными лесными подстилками хвойных лесов, а остальная часть

мигрировала в минеральную почву. В 2006–2009 гг. распределение суммарной активности радионуклида в суборах и сугрудах оказалось противоположным, а в борах изменилось несущественно. Трофность и влажность почвы играют существенную роль в вертикальной миграции радионуклидов [110].

Анализ вертикального распределения  $^{137}\text{Cs}$  в почвах трофотопного ряда Украинского Полесья: боры А3 – суборы В3 – сугруды С3, во влажных условиях местопроизрастания, в сосновых насаждениях 60-летнего возраста (рис. 2.31) позволяет констатировать, что с увеличением трофности почвы доля активности  $^{137}\text{Cs}$ , которая удерживается лесной подстилкой, значительно уменьшается и, соответственно, увеличивается доля упомянутого радионуклида, которая мигрировала в минеральную толщу почвы.



**Рис. 2.31.** Соотношение суммарной активности  $^{137}\text{Cs}$  в лесной подстилке и минеральном слое почвы трофотопного ряда Украинского Полесья.

Значительные различия в распределении суммарной активности  $^{137}\text{Cs}$  между лесной подстилкой и минеральным слоем почвы в почвах отмеченных трофотопов связаны со сложным комплексом факторов, в т.ч. различными запасами лесной подстилки на единицу площади и разной скоростью ее минерализации. Это, в свою очередь, зависит от ее фракционного состава и интенсивности минерализации, причем преимущественно биологическим путем, ведущая роль в котором принадлежит почвенным микромицетам.

Миграция радиоактивных элементов из лесной подстилки в минеральную часть почвы, с одной стороны, увеличивает их подвижность в силу того, что в поверхностном слое почвы содержится значительное количество всасывающих корней многих растений, с другой стороны – закрепление их в глинистых минералах. Степень соотношения миграционной способности и закрепления радионуклидов в почвах требует дополнительного изучения.

**Древесина.** Исследования последних пяти лет показали, что главным депо валового содержания радионуклидов в надземной части лесных насаждений являются стволы деревьев. При этом удельная активность как  $^{137}\text{Cs}$ , так и  $^{90}\text{Sr}$  в древесине наименьшая, но за счет того, что ее масса больше остальных компонентов, запас радионуклидов в ней наибольший (рис. 2.32).

Установлено, что у всех древесных пород, в зависимости от типа лесорастительных условий, происходит увеличение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в большинстве компонентов древостоя – побегах, иголках (листве), коре внутренней, древесине, и только в коре внешней послеаварийный тренд упомянутого показателя был противоположным.

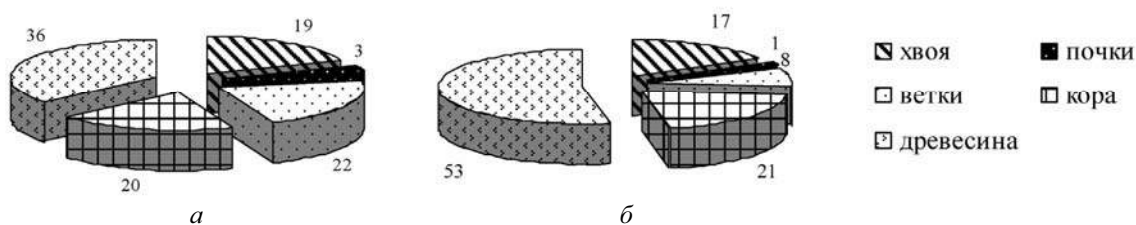


Рис. 2.32. Распределение запаса радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  (а) и  $^{90}\text{Sr}$  (б) в компонентах фитомассы соснового древостоя Полесья.

В шестидесятилетних сосновых насаждениях влажного субора в течение 1991–2002 гг. (рис. 2.33) происходило увеличение содержания  $^{137}\text{Cs}$  в древесине сосны обыкновенной. В последующие годы после «фазы плато» началось плавное снижение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в древесине сосны.

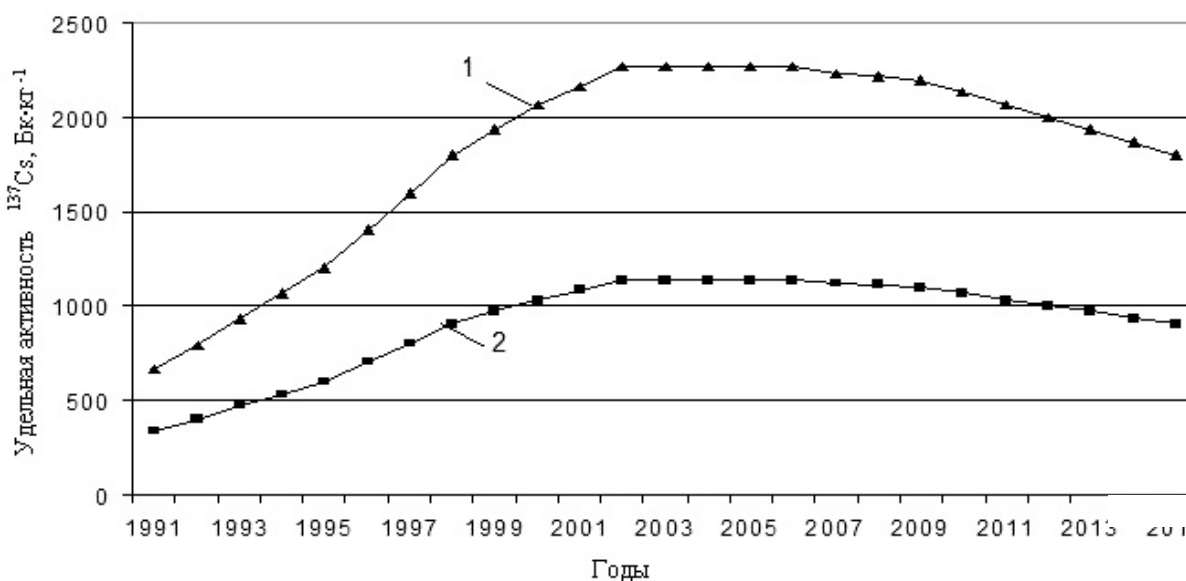


Рис. 2.33. Многолетняя динамика удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  и ее прогноз в древесине сосны обыкновенной во влажном суборе (В3) при разной плотности радиоактивного загрязнения почвы (1 –  $370 \text{ kBq}\cdot\text{m}^{-2}$ , 2 –  $185 \text{ kBq}\cdot\text{m}^{-2}$ ).

**Грибы и ягоды.** Для большинства видов съедобных грибов, мицелий которых находится в подстилке (польский гриб, лисичка настоящая, серая), в течение последних пяти лет (2005–2010 гг.) наблюдалось уменьшение содержания  $^{137}\text{Cs}$  на 20–30 % по сравнению с первыми пятью годами. Зато у видов, мицелий которых находится в более глубоких горизонтах почвы (белый гриб) за этот же период удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в плодовых телах увеличилась, что объясняется миграцией радионуклидов в толщу почвы. Упомянутая тенденция будет иметь место еще в течение последующих 5–7 лет.

В главных ягодных видах лесов с 1991 по 2010 гг. характерно существенное уменьшение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  (рис. 2.34). Так, в свежих ягодах клюквы содержание  $^{137}\text{Cs}$  уменьшилось в 3–4, а в ягодах черники – в 5 раз. Продолжительность экологически эффективного периода полуочищения от  $^{137}\text{Cs}$  равен: для черники и брусники в лесорастительных условиях влажного субора (В3) – 7,5 лет; для клюквы в сырых суборах (В4) – 7,7 лет, в мокрых борах (А5) – 5,5 лет. Расчетная продолжительность последующего периода полуочищения для приведенных видов будет примерно в два раза больше.



Исследованиями на радиологических стационарах доказано, что для всех хозяйственно ценных видов установлена линейная зависимость содержания в них радионуклидов от плотности радиоактивного загрязнения почвы в определенном едотопе.

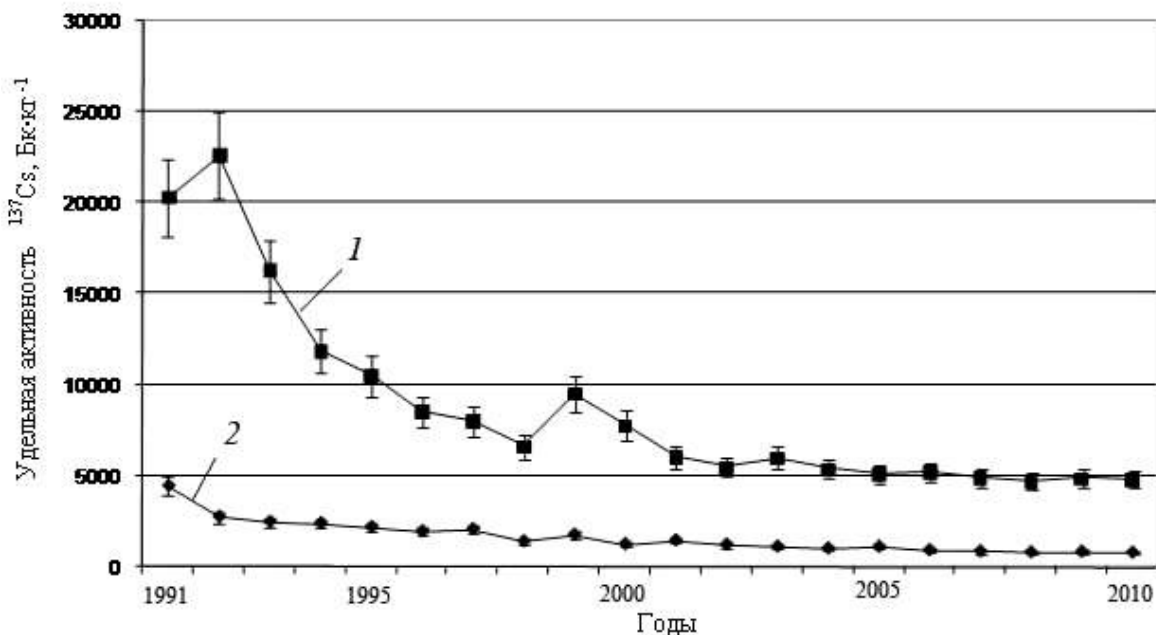


Рис. 2.34. Многолетняя динамика удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в воздушно сухих побегах (1) и свежих ягодах (2) черники (плотность загрязнения в 1991 г. – 250 кБк·м<sup>-2</sup>).

Это позволило рассчитать предельную плотность загрязнения почвы для получения продукции лесного хозяйства с содержанием в ней радионуклидов не выше ДУ. Также это позволило сгруппировать лесохозяйственные предприятия по возможности заготовки того или иного сырья. На этой методической основе построены соответствующие рекомендации по ведению лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения [113–115].

Исследованиями гигиенистов установлено, что доза внутреннего облучения населения сельских населенных пунктов многолесных районов Украинского Полесья от потребления лесных грибов и ягод составляет в настоящее время в среднем более 20 % от суммарной дозы. В зависимости от рациона у жителей одного и того же населенного пункта доза внутреннего облучения может варьировать в широких пределах. Исключение даров леса из рациона уменьшает дозу облучения населения до 10 раз и более.

На сегодня радиационная ситуация в лесах вследствие распада радионуклидов и вовлечения их в биологический круговорот стабилизировалась и улучшилась. В последующие годы эта тенденция будет сохраняться.

#### **Ведение лесного хозяйства на радиоактивно загрязненных территориях**

Для обеспечения радиационной безопасности и непрерывной производственной деятельности предприятий в условиях широкомасштабного загрязнения прежним Минлесхозом Украины был проведен ряд организационных и практических мер по изучению радиационной обстановки в лесах и разработке нормативных документов.

Наиболее радиоактивно загрязненные леса (Чернобыльский и Новошепелицкий лесхозы Киевской области – около 110 тыс. га) были переданы в состав Зоны отчуждения. За ее пределами, вследствие высоких уровней радиоактивного загрязнения лесов, была полностью запрещена лесохозяйственная деятельность на площади около 50 тыс. га. На значительных



площадях лесного фонда государства было ограничено лесопользование. Так, заготовка лесных ресурсов была запрещена на площади более 1,1 млн. га, а регламентация проведения рубок и заготовки древесины введена на площади около 141 тыс. га [115].

В настоящее время в условиях радиоактивного загрязнения хозяйственную деятельность ведут 55 лесохозяйственных предприятий с общей численностью 36 тыс. человек (треть работающих отрасли). С целью сохранения здоровья работников предприятий загрязненной зоны проводится ежегодный медицинский осмотр и индивидуальный дозиметрический контроль.

**Радиационный контроль продукции лесного хозяйства.** После аварии на ЧАЭС в системе Госкомлесхоза организована служба радиационного контроля, которая обеспечивает получение оперативной информации о радиационном состоянии лесных насаждений, производственных и жилых помещений, осуществляет дозиметрический контроль в местах проведения лесохозяйственных работ, отбирает образцы и измеряет содержание радионуклидов в продукции лесного хозяйства, поддерживает ведение радиационного банка данных, информирует руководство предприятий и местных органов власти, а также местные общины о радиационном состоянии лесов на их территории и содержании радионуклидов в продукции отрасли [116].

Радиологическая служба оснащена современным дозиметрическим и радиометрическим оборудованием и квалифицированными кадрами. Радиологической службой в период 1986–1992 гг. было обеспечено радиационное обследование лесов на площади 4,5 млн. га и налажен радиационный контроль различных видов лесной продукции.

Вместе с тем, в последние годы объемы радиологического контроля продукции лесного хозяйства в отрасли постепенно уменьшаются. В текущем году полностью прекращено бюджетное финансирование радиологической службы Госкомлесхоза. Это, безусловно, отразилось на эффективности радиационного контроля, особенно пищевых продуктов леса.

**Контрмеры в лесохозяйственном секторе экономики.** Во время острого послеаварийного периода первоочередными контрмерами на предприятиях лесного хозяйства были меры ограничительного характера, среди которых: сокращение продолжительности рабочего дня, прекращение хозяйственной деятельности на отдельных площадях с высокими уровнями радиоактивного загрязнения, эвакуация предприятий и работников в безопасную зону, запрет отдельных видов производственной деятельности лесохозяйственных предприятий (заготовка и реализация дикорастущих ягод, грибов, лекарственного сырья, древесины и т.п.).

Для обеспечения производственной деятельности лесохозяйственных предприятий загрязненной зоны на основе научных исследований были разработаны рекомендации по ведению лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения, согласно которым все предприятия в зависимости от величины плотности загрязнения почвы ( $\sigma$ )  $^{137}\text{Cs}$  в насаждениях и степени радиоактивного загрязнения продукции были поделены на четыре группы: *I* –  $\sigma$  ( $^{137}\text{Cs}$ )  $< 37 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ ; *II* – предприятия лесостепной зоны Украины, на территории которых выявлены участки леса с  $\sigma$  ( $^{137}\text{Cs}$ )  $> 37 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$  с имеющимися пятнами (площадью 100–300 га) с  $\sigma$  ( $^{137}\text{Cs}$ )  $< 370 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$  на богатых глинистых и суглинистых почвах; *III* – предприятия Украинского Полесья с  $\sigma$  ( $^{137}\text{Cs}$ )  $< 185 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ ; *IV* – предприятия Украинского Полесья с  $\sigma$  ( $^{137}\text{Cs}$ )  $> 185 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$  с насаждениями на бедных почвах с интенсивной миграцией радионуклидов в растения.

Хозяйственная деятельность предприятий *I*-ой группы велась по обычным технологиям. На предприятиях *II* и *III* групп регламентирована заготовка дикорастущих ягод и грибов с обязательным радиационным контролем, а на предприятиях *IV*-й группы запрещены: заготовка пищевых ресурсов леса, лекарственного сырья, отстрел промышленных охотничьих животных, и регламентирована заготовка топливных дров.

Проведение контрмер в острый и отдаленный период после аварии на различных уровнях государственного регулирования (табл. 2.13) в лесной отрасли позволило предотвратить

переоблучение работников, сохранить их здоровье, и обеспечило стабильность работы предприятий и рост объемов производства.

Таблица 2.13.

Контрмеры в лесном хозяйстве

| № п/п                      | Виды контрмер, период применения после аварии            | Направление применения   | Эффективность  |
|----------------------------|--|--|--|
| <b>Общегосударственные</b> |  |  |  |
| 1.                         | Информационные, <i>острый</i>                            | Определение радиационной обстановки в лесах, информирование директивных органов и населения  | Уменьшение коллективной дозы облучения населения                               |
| 2.                         | Ограничительные, <i>острый</i><br><i>отдаленный</i>      | Введение радиационного контроля лесной продукции и государственных гигиенических нормативов уровней содержания в ней радионуклидов и их пересмотр  |  |
| 3.                         | Рад. – гигиенические, <i>острый</i><br><i>отдаленный</i> | Введение санитарно-гигиенического норматива – предельно допустимого значения уровня годовой дозы облучения населения   |  |
| <b>Отраслевые</b>          |  |  |  |
| 4.                         | Защитные, <i>острый</i>                                  | Эвакуация предприятий, работников и членов их семей с территорий с плотностью загрязнения $^{137}\text{Cs} > 555 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$  | Предотвращение избыточных доз облучения работников и членов их семей           |
| 5.                         | Рад. – гигиенические, <i>острый</i><br><i>отдаленный</i> | Внедрение и обеспечение индивидуального дозиметрического контроля работников, рабочих мест, оборудования и техники   |  |
| 6.                         | Ограничительные, <i>острый</i><br><i>отдаленный</i>      | Прекращение хозяйственной деятельности предприятий и запрет доступа населения в лесные массивы на территориях с плотностью загрязнения $^{137}\text{Cs} > 555 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ | Получение лесопродукции с содержанием радионуклидов, не превышающим нормативов |
| 7.                         | Радиоэкологические, <i>отдаленный</i>                    | Обеспечение радиационного мониторинга лесов, радиационный контроль мест заготовки пищевых ресурсов леса, лекарственного сырья  |  |
| 8.                         | Технологические, <i>отдаленный</i>                       | Сортировка древесины по удельной активности радионуклидов, применение специальных технологических приемов обработки древесины с лесосек  |  |

Начиная с 1989 г., все меры по преодолению последствий аварии на Чернобыльской АЭС в лесном хозяйстве выполнялись и финансировались в рамках государственных программ минимизации последствий аварии, что позволило выполнить значительные объемы работ, предотвратить переоблучение работников лесного хозяйства и снизить коллективные дозы облучения населения вообще. С 1992 г. финансирование программ по минимизации последствий аварии на ЧАЭС в лесном хозяйстве было уменьшено на 50 %, а с 2009 г. прекращено вообще.

**Состояние реабилитации радиоактивно загрязненных лесов.** Полесским филиалом УкрНИИЛХА разработаны критерии и методические рекомендации по реабилитации лесов на территориях, загрязненных радионуклидами вследствие аварии на ЧАЭС. В основу реабилитации лесов должны быть положены детальныe картосхемы их радиоактивного загрязнения. Это обуславливает необходимость дополнительного поведельного обследования лесов, поскольку в них наблюдается значительная мозаичность уровней радиоактивного загрязнения площадей.

Примером реабилитации использования продукции лесного хозяйства может служить восстановление заготовки дикорастущих ягод, грибов, лекарственных растений в государственных предприятиях Волинской, Ровенской и Черниговской областей, которые в

2009 г. заготовили почти 13 т ягод, 20 т лекарственных растений и 1,6 тыс. т березового сока. Вся заготовленная продукция прошла радиационный контроль и соответствует нормам радиационной безопасности. В последующие годы упомянутые предприятия будут наращивать объемы заготовки пищевых ресурсов леса. Подобные мероприятия необходимо планировать на части лесных площадей Винницкой, Черкасской, Сумской и Черниговской областей.

С целью реабилитации самих лесных насаждений в Житомирской области широко применяется повидельное обследование части лесов, в которых запрещена лесохозяйственная деятельность и заготовка древесины. С 2005 г. на государственных предприятиях – «Народицкое СЛХ», «Овручское СЛХ», «Овручское ЛХ», обследовано и реабилитировано 8,7 тыс. га лесных насаждений, относившихся к зоне безусловного отселения. В 2010 г. в ГП «Народицкое СЛХ» обследовано 1,7 тыс. га лесов с уровнями радиоактивного загрязнения почвы свыше 555 кБк·м<sup>-2</sup>, из которых на площади 1,6 тыс. га восстановлена лесохозяйственная деятельность. В первую очередь предприятие начало проводить санитарные рубки в насаждениях, которые этого требуют, что, с одной стороны, позволило привести их в удовлетворительное состояние, с другой – получить определенные доходы.

Для эффективного ведения лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения значительным препятствием является законодательная неурегулированность ряда вопросов. Один из них связан с полным запретом лесохозяйственной деятельности в лесах при плотности загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs выше 555 кБк·м<sup>-2</sup>, согласно Закону Украины «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы», что не позволяет проводить крайне необходимые лесохозяйственные мероприятия для поддержания экологической стабильности лесных экосистем (например, рубки в молодняках; санитарные рубки) и хозяйственное обустройство загрязненной территории (строительство дорог и мостов, пожарных водоемов, разрубка кварталных просек, рубка подроста под линиями электропередач и т.п.). *Решение этой законодательной проблемы позволит оптимизировать лесохозяйственную деятельность на загрязненных территориях.*

### **2.3. Основные задачи и перспективы развития хозяйства на радиоактивно загрязненных территориях**

В соответствии с решением 62 сессии Генеральной ассамблеи ООН от 12.11.2007 третье десятилетие после Чернобыльской катастрофы (2006–2016 гг.) провозглашено: «...десятилетием реабилитации и устойчивого развития пострадавших регионов, осуществление которых должно быть направлено на достижение цели возвращения пострадавшего населения к нормальной жизни по возможности в эти же сроки».

Для решения проблем реабилитации и возрождения загрязненных территорий в последующие годы необходимо принять Общегосударственную программу ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы на 2012–2016 и до 2020 г. и обеспечить ее реальное финансирование в части мер, направленных на противорадиационную защиту населения на радиоактивно загрязненной территории, в отличие от Программы, которая была утверждена Законом Украины от 14 марта 2006 г. № 3522-IV, и по которой для решения проблем радиозоологического и дозиметрического мониторинга, проведения контрмер в сельскохозяйственной и лесной отраслях финансирование на протяжении последних трех лет было сведено до нуля. Новая Программа должна предусмотреть реализацию комплекса мер, наработанных соответствующими научно-исследовательскими институтами за 25 лет ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, направленных на возрождение загрязненных территорий и обеспечение решения первоочередных радиологических проблем:

комплексное улучшение радиационной обстановки в критических населенных пунктах;

прекращение производства сельскохозяйственной продукции с содержанием радионуклидов выше государственных нормативов;

первоочередное решение проблемы детского питания;

получение гарантированно чистой, конкурентноспособной сельскохозяйственной продукции;

оптимизация лесохозяйственной деятельности.

*Для развития хозяйства на радиоактивно загрязненных территориях должен быть выполнен ряд основных задач.*

*Отдать приоритет применению мер в населенных пунктах, где продолжается потребление молока и некоторых других продуктов с превышением норматива на содержание  $^{137}\text{Cs}$ .*

*Обеспечить сбалансированность рационов животных и человека путем применения добавок в рационы и внесения сложных удобрений с микроэлементами, так как длительное применение фероцина усиливает дефицит микроэлементов, которым характеризуется зона Полесья.*

*Выполнить научно обоснованные расчеты потребностей и обеспечить проведение комплекса контрмер в регионах, где уровни содержания  $^{137}\text{Cs}$  в молоке, мясе КРС или в продукции растениеводства составляют более 80 % норматива или превышают его. При этом обязательно должно быть учтено последствие контрмер в растениеводстве, что проявляется в течение нескольких лет и позволяет улучшить состояние почв и повысить урожайность культур.*

*Разработать в экстренном порядке механизм научно – технической экспертизы программ с целью оптимизации и максимальной минимизации объемов работ в условиях острого дефицита инвестиций.*

*Разработать программу научного сопровождения работ в сельскохозяйственной и лесохозяйственной отраслях.*

*Пересмотреть с участием ученых систему радиационного контроля качества продукции, сосредоточив основное внимание на наиболее критических регионах.*

*Принять меры для сохранения квалифицированных кадров радиологов и работоспособности ветеринарных и агрономических радиологических служб на всей территории зон радиоактивного загрязнения.*

*Провести работу по централизованному ведению баз данных о радиационном состоянии в различных отраслях производства, полученных различными службами на протяжении всего послеварийного периода, и обеспечить их постоянное сохранение.*

*Снять все ограничения на развитие и строительство в пострадавших регионах с целью привлечения инвестиций; пересмотреть кадастр земель, выведенных из землепользования.*

*Повысить ответственность администрации за выполнение программ и достижение намеченных результатов.*

**На современном этапе реабилитации загрязненных территорий только интенсивное ведение растениеводства и животноводства с соблюдением технологий может обеспечить снижение уровня загрязнения продукции. Поэтому основным путем реабилитации загрязненных вследствие аварии на ЧАЭС территорий является социально – экономическое развитие региона, а главным направлением ведения хозяйства – его интенсивное развитие и повышение рентабельности.**

## 3. РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕДИЦИНСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ

### 3.1. Дозы облучения

Чернобыльский радиоактивный выброс начался 26 апреля 1986 г. и, по разным оценкам, продолжался 10-15 суток. Короткоживущие радионуклиды (такие как радиоизотопы ниобия, циркония, йода и др.) играли роль дозовых факторов на ранней фазе аварии. С удалением от момента начала аварии все большую роль в формировании доз играли радиоизотопы цезия ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ), и значительно меньше – стронция ( $^{90}\text{Sr}$ ). Радиоизотопы трансурановых элементов ( $^{238,239,240,241}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ) хотя и присутствовали в радиоактивном выбросе, но физико-химические свойства неактивных носителей, в которых они фиксировались, обусловили то, что дозообразующая роль трансуранов была небольшой.

Во время радиоактивного аварийного выброса метеоусловия постоянно менялись, что обусловило существенную гетерогенность радиоактивных выпадений на территории Украины: плотность выпадений  $^{137}\text{Cs}$  изменялась от единиц до нескольких сотен кБк/м<sup>2</sup>. Уровни загрязнения  $^{90}\text{Sr}$  были примерно в 10 раз ниже. На территории проживания населения уровни выпадений  $^{239}\text{Pu}$  изменялись от 0,004 до 0,9 кБк/м<sup>2</sup> (при среднем уровне глобальных выпадений  $^{239,240}\text{Pu}$  для территории Украины – 0,037 кБк/м<sup>2</sup>).

Хотя в сферу радиационного воздействия Чернобыльской аварии так или иначе были вовлечены практически все жители Украины, однако выделяются *четыре критических контингента*, которые больше всего подверглись аварийному облучению:

1) *участники ликвидации последствий аварии* (УЛПА) на ЧАЭС, известные также как «ликвидаторы» – лица, принимавшие непосредственное участие в работах на промплощадке ЧАЭС или в 30-км зоне;

2) *эвакуированные жители* городов Припять и Чернобыль, а также населенных пунктов 30-км зоны;

3) *дети и подростки* (возраст – на момент аварии), щитовидная железа которых подверглась облучению радиоактивными изотопами йода, поступавшими в организм с продуктами питания или ингаляционно в мае-июне 1986 г.;

4) *сельские жители*, проживавшие на *радиоактивно загрязненных территориях*.

Население радиоактивно загрязненных территорий является *крупнейшим по численности среди четырех выделенных выше контингентов и составляет миллионы жителей Украины*.

Дозовые нагрузки формировались за счет двух основных путей облучения населения радиоактивно загрязненных территорий:

*внешнее гамма-облучение* всего тела от комплекса гамма-излучающих радионуклидов в выпадениях на почве;

*внутреннее облучение* щитовидной железы от *радиоцезия* (в 1986 г.) и облучение всего тела от *радиоцезия* (и в значительно меньшей степени от других радионуклидов) за счет потребления радиоактивно загрязненных продуктов питания, производимых (выращиваемых) на радиоактивно загрязненной территории.

### ***3.1.1. Дозы облучения участников ликвидации последствий аварии. Ретроспективная реконструкция доз облучения участников ликвидации последствий аварии***

УЛПА на ЧАЭС (известные также как «ликвидаторы») составляют одну из самых многочисленных и, наверное, наиболее облученную когорту пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС. Несмотря на большое значение этой когорты – как с точки зрения медико-социальных аспектов, так и с позиций изучения последствий аварийного облучения – ситуация с картиной облучения УЛПА длительное время оставалась неопределенной. Так, среди УЛПА 1986–1990 гг., включенных в Государственный регистр Украины (ГРУ) лиц, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС, лишь около половины имеют записи об индивидуальных дозах. Неясным также оставалось качество имеющихся дозиметрических данных, а также общая успешность или неуспешность системы противорадиационной защиты УЛПА во время работ по ликвидации последствий аварии (ЛПА).

Традиционными были представления о почти тотальной фальсификации данных о дозах облучения и массовое превышение установленных дозовых лимитов. Неопределенной была также ситуация с дозами облучения хрусталика глаза – одного из наиболее радиочувствительных органов, особенно бета-облучения от радионуклидов чернобыльской смеси.

Поэтому на протяжении последних десяти лет был запланирован и во многом воплощен большой комплекс работ, направленных на привнесение ясности относительно реальных доз облучения ликвидаторов и ретроспективной оценки результатов дозиметрического контроля во время ЛПА.

Особое место в комплексе проблем оценки доз облучения УЛПА занимает дозиметрическое обеспечение постчернобыльских эпидемиологических исследований. Эти исследования требуют информации об индивидуальных дозах облучения субъектов, а решение проблемы дозиметрического сопровождения – воплощения комплексных подходов.

Основным практическим методом индивидуальной ретроспективной дозиметрии, разработанным в последние годы и успешно используемым для восстановления индивидуальных доз облучения УЛПА, является RADRUE (Realistic Analytical Dose Reconstruction and Uncertainty Analysis) – аналитически-расчетный метод, совместно разработанный специалистами России (Институт биофизики), Украины (НЦРМ, ЧАЭС), США (Национальный институт рака) и Франции (Международное агентство по изучению рака). Определяющей чертой этого метода, основанного на опросе УЛПА, анализе достоверности ответов экспертом-дозиметристом и использовании пространственных баз данных о радиационной обстановке в местах работ по ЛПА, является то, что он может быть универсально применен к любому УЛПА, в частности к умершим (через опрос коллег и родственников).

Метод RADRUE широко используется для восстановления индивидуальных доз на все тело и на красный костный мозг субъектов (случаев и контролей) Украинско-американского исследования лейкемий среди УЛПА. Всего методом RADRUE были реконструированы дозы 1 010 УЛПА, в частности – 79 умерших субъектов (через опрос коллег и родственников умерших УЛПА). Ввиду того, что в исследуемую когорту были включены ликвидаторы 1986-1990 гг., имеющие официальный статус УЛПА и зарегистрированные в ГРУ, диапазон доз составил от около нуля до 3,2 Гр, средняя арифметическая доза (математическое ожидание) – 90 мГр, геометрическое среднее – 12 мГр. Такой огромный диапазон доз свидетельствует о чрезвычайной гетерогенности когорты УЛПА, в состав которой, вместе с лицами, получившими большие дозы облучения в первые дни после аварии, входят также работники бытового сектора или лица, посещавшие 30-км зону во время краткосрочных командировок.

Дозы облучения отдельных профессиональных категорий из числа УЛПА несколько отличаются (табл. 3.1). Так, сотрудники МВД (для которых было меньше возможностей эффективно влиять на уровни облучения) и профессиональные атомщики (сотрудники АЭС,

рабочие УС-605) получили относительно большие дозы облучения. Следует подчеркнуть, что последняя группа (профессиональные атомщики) включает в себя также т.н. ранних ликвидаторов, т.е. лиц из персонала ЧАЭС, подвергшихся воздействию облучения на начальном этапе аварии, когда еще не была налажена эффективная система радиационной защиты и дозиметрического контроля. Очевидно, что наибольшие дозы облучения получили УЛПА, для которых не была применена эффективная система радиационной защиты и управления облучением, в первую очередь – ранние ликвидаторы (принимавшие участие в ЛПА в течение апреля-мая 1986 г.) и отдельные категории работников, осуществлявшие работу по индивидуальным заданиям, в основном, вне сферы внимания служб дозиметрического контроля.

Динамика доз облучения военных УЛПА по годам (табл. 3.1) адекватно отражает эволюцию радиационной обстановки в 30-км зоне и постепенное снижение дозовых лимитов в течение 1987-1988 гг. Следует также отметить, что в среднем дозы облучения военных УЛПА существенно ниже официально зарегистрированных и устоявшихся в общественном сознании значений. Этот вывод хорошо согласуется с результатами независимого анализа официальных дозовых записей и соображениями качественного характера относительно особенностей дозиметрического мониторинга военных контингентов во время ЛПА.

**Таблица 3.1.**

*Результаты реконструкции индивидуальных доз методом RADRUE для отдельных профессиональных категорий участников ликвидации последствий аварии*

| 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                                  |

(Данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

Следует отметить, что когорта субъектов Україно-американского исследования лейкемии среди УЛПА достаточно репрезентативная, поэтому данные об уровнях доз, характере работы и распределение по профессиональным группам (категориям) ликвидаторов (табл. 3.2) являются весьма информативными и могут характеризовать общую совокупность украинских УЛПА.

Отдельной научно-практической проблемой является определение доз облучения хрусталика глаза у УЛПА, в частности, оценка индивидуальных доз бета-облучения. Суть проблемы заключается в том, что во время ЛПА дозы бета-облучения не контролировались (из-за ограничения имеющейся материально-технической и методической базы), в то время как в черновыльській сумі радионуклідів були обильно представлені жорсткі бета-ізлучачі ( $^{144}\text{Ce}/\text{Pr}$ ,  $^{106}\text{Ru}/\text{Rh}$ ,  $^{90}\text{Sr}/\text{Y}$ ), які могли формувати суттєві дози дистанційного бета-облучення.

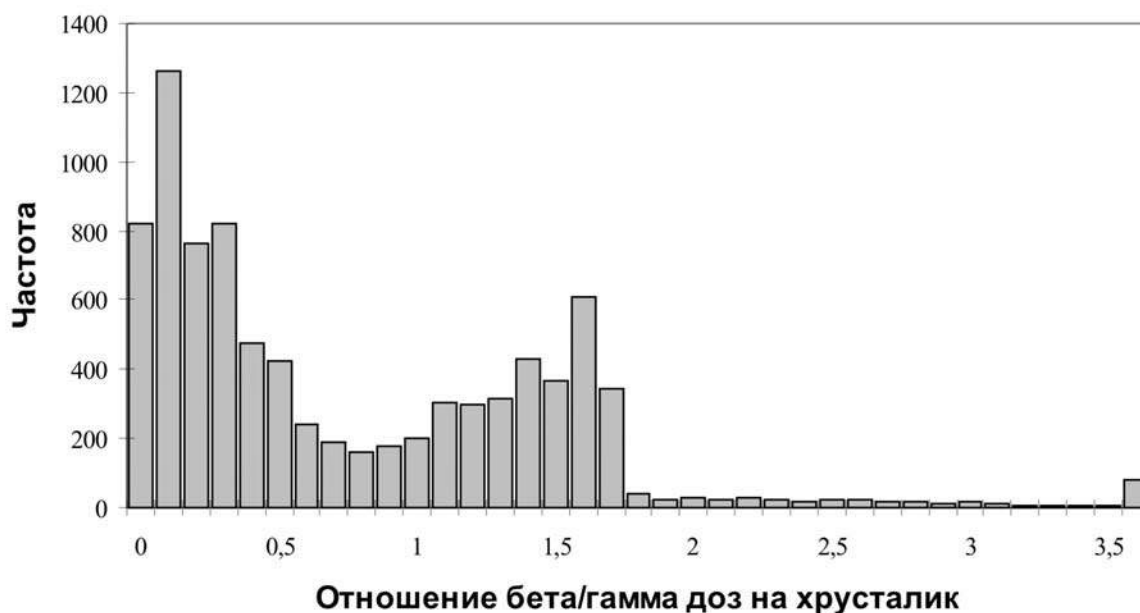
Структура участников ликвидации последствий аварии, которые были субъектами Украинско-американского исследования лейкемии

| Категория   | Вся когорта исследования |  | Киев и Киевская область |  | Другие области |  | Оценка для всех украинских ликвидаторов, % |
|---|--------------------------|--|-------------------------|--|----------------|--|--|
|   | число (%)                | продолжительность работы – медиана (минимум, максимум) | число (%)               | продолжительность работы – медиана (минимум, максимум) | число (%)      | продолжительность работы – медиана (минимум, максимум) |  |
| Свидетели аварии                                    | 3<br>(0,5)               | 7<br>(1, 11)   | 2<br>(0,7)              | 6<br>(1, 11)   | 1<br>(0,4)     | 7<br>(7, 7)  | <1   |
| Непосредственно пострадавшие                        | 2<br>(0,3)               | 2<br>(1, 2)  | 2<br>(0,7)              | 2<br>(1, 2)  | 0<br>(0,0)     | -<br>(-, -)  | <1   |
| Ранние ликвидаторы                                  | 66<br>(11,5)             | 7<br>(1, 185)  | 50<br>(17,1)            | 7<br>(1, 185)  | 16<br>(5,7)    | 7<br>(3, 16)   | ~10  |
| Персонал ЧАЭС                                       | 9<br>(1,6)               | 317<br>(36, 1420)                                      | 8<br>(2,7)              | 379<br>(36, 1420)                                      | 1<br>(0,4)     | 225<br>(225, 225)                                      | ~1   |
| Временно прикомандированный персонал АЭС            | 1<br>(0,2)               | 31<br>(31, 31)   | 1<br>(0,3)              | 31<br>(31, 31)   | 0<br>(0,0)     | -<br>(-, -)  | <1   |
| Персонал УС-605                                     | 5<br>(0,9)               | 31<br>(19, 63)   | 1<br>(0,3)              | 24<br>(24, 24)   | 4<br>(1,4)     | 46<br>(19, 63)   | ~1   |
| Персонал Института атомной энергии им. И. Курчатова | 2<br>(0,3)               | 157<br>(138, 175)                                      | 0<br>(0,0)              | -<br>(-, -)  | 2<br>(0,7)     | 157<br>(138, 175)                                      | <1   |
| Военные УЛПА  | 220<br>(38,5)            | 67<br>(6, 833)   | 33<br>(11,3)            | 65<br>(7, 366)   | 187<br>(66,8)  | 69<br>(6, 833)   | 48   |
| Гражданские УЛПА, командированные в 30-км зону      | 181<br>(31,6)            | 19<br>(1, 1710)  | 121<br>(41,4)           | 18<br>(1, 1710)  | 60<br>(21,5)   | 21<br>(2, 103)   | 28   |
| Персонал ПО «Комбинат»                              | 4<br>(0,7)               | 458<br>(164, 1450)                                     | 4<br>(1,4)              | 458<br>(164, 1450)                                     | 0<br>(0,0)     | -<br>(-, -)  | <1   |
| Смешанный тип                                       | 79<br>(13,8)             | 250<br>(4, 1710)                                       | 70<br>(24,0)            | 258<br>(4, 1710)                                       | 9<br>(3,2)     | 111<br>(9, 1710)                                       | 10   |
| <b>Всего</b>  | <b>572</b>               |  | <b>292</b>              |  | <b>280</b>     |  |  |



При определенных условиях бета-дозы облучения хрусталика глаза УЛПА могут на порядок превышать соответствующие дозы гамма-облучения. Масштабное исследование по реконструкции индивидуальных доз бета-облучения хрусталика глаза 8607 участников Україно-американского окулярного чернобыльского исследования (UACOS) было проведено специалистами НЦРМ совместно с Институтом медицины труда АМН Украины (главным исполнителем проекта UACOS). Разработанная дозиметрическая модель учитывала время, прошедшее после аварии (и, соответственно, изменения в нуклидном составе чернобыльской смеси), особенности облучения (которые определялись путем опроса ликвидаторов) – характер работ, характеристики рабочих мест, использование защитных очков. Для оценки использована адекватная модель облучения (фантом, учитывающий анатомические особенности расположения хрусталика, облучение от горизонтальных и вертикальных поверхностей с разной текстурой) и способ расчета доз дистанционного бета-облучения методом Монте-Карло.

Хотя конечной целью была оценка суммарных доз на хрусталик, интересным является также соотношение между дозами гамма- и бета-облучения (рис. 3.1). Было установлено, что примерно для 32 % субъектов исследования дозы бета-облучения были выше соответствующих гамма-доз (т.е. суммарная доза облучения хрусталика более чем в два раза выше оценки лишь гамма-дозы), в то время как для около 53 % субъектов дозы бета-облучения не превышали половины соответствующей дозы гамма-облучения. Параметры суммарных доз (бета + гамма) облучения хрусталика глаза у отдельных групп ликвидаторов – субъектов исследования приведены в табл. 3.3. Из таблицы видно, что наибольшие дозы облучения получили т.н. ранние ликвидаторы, т.е. лица из числа персонала ЧАЭС и других подразделений, которые были задействованы в ЛПА в первые дни и недели после аварии. Стоит обратить внимание, что с учетом характера облучения (дозы бета + гамма облучения – см. рис. 3.1) и характеристики когорты (УЛПА 1986–1987 гг.), дозы наибольшей группы субъектов исследования – военных УЛПА – хорошо согласуются с результатами реконструкции доз методом RADRUE (табл. 3.1).



**Рис. 3.1.** Распределение отношения дозы бета-облучения к дозе гамма-облучения 8 607 субъектов Україно-американского окулярного чернобыльского исследования (UACOS).

Другой оригинальной особенностью дозиметрического обеспечения окулярного проекта является совместное использование различных методов дозиметрии, которые были унифицированы путем калибровки относительно единого эталона («золотого стандарта»). Так,

для оценки индивидуальных доз гамма-облучения были использованы высококачественные данные индивидуального дозиметрического мониторинга (персонал Управления строительства № 605 – УС-605), результаты расчетно-аналитической дозовой реконструкции (АДР), официальные дозовые записи (ОДЗ) военных ликвидаторов.

Дозовые оценки из независимых источников были калиброваны относительно ЭПР-дозиметрии по эмали зубов как наиболее точного и достоверного метода ретроспективной дозиметрии. Такое калибрование обусловило внесение коррекции в первичные оценки доз. Так, оказалось, что ОДЗ военных ликвидаторов примерно в два раза превышают истинные уровни облучения этой категории УЛПА. Для коррекции первичных ОДЗ и учета неопределенности доз было необходимо первичную ОДЗ умножить на корректирующее распределение логнормального типа со следующими параметрами: геометрическое среднее – 0,5, геометрическое стандартное отклонение – 2,2. Такие параметры корректирующего распределения отражают большое систематическое смещение зарегистрированных доз, а также значительную неопределенность данных дозиметрического контроля военных УЛПА.

Уникальные данные об индивидуальных дозах облучения хрусталика глаза УЛПА позволили достичь цели окулярного исследования и провести анализ рисков возникновения катаракты под воздействием ионизирующего излучения.

**Таблица 3.3.**

*Характеристики облучения хрусталика глаза отдельных групп ликвидаторов-участников  
Украино-американского окулярного черномыльського исследования (UACOS)*

| <b>Группа ликвидаторов / метод дозиметрии</b>  | <b>Количество в исследуемой когорте</b> | <b>Параметры распределений доз на хрусталик глаза (бета + гамма), мГр: медиана (5% и 95% процентиль)</b> |
|--|---|--|
| Работники УС-605 / Индивидуальный дозиметрический контроль ТЛД дозиметрами                         | 410                                     | 16 (2, 235)  |
| Представители различных групп / ЭПР-дозиметрия по эмали зубов                                      | 104                                     | 94 (19, 426)   |
| Ранние ликвидаторы / Аналитическая дозовая реконструкция (АДР)                                     | 712                                     | 502 (142, 1143)  |
| Командированные в 30-км зону / АДР   | 126                                     | 16 (1, 242)  |
| Военные УЛПА / Официальные дозовые записи (ОДЗ), полученные групповым и расчетно-групповым методом | 7,255                                   | 121 (30, 287)  |
| <b>Всего</b>   | <b>8,607</b>                            | <b>123 (15, 480)</b>   |

Серьезное внимание было уделено оценке качества и достоверности существующих дозовых записей об уровнях облучения УЛПА. Эти попытки осуществлялись по нескольким направлениям:

- сбор и унификация всех существующих баз данных об индивидуальных дозах и соответствующих бумажных архивов;
- изучение практики радиационной защиты и дозиметрического контроля различных контингентов УЛПА, в частности организационных и нормативных аспектов;
- исследование достоверности дозиметрических записей статистическими методами;
- ретроспективная оценка неопределенности дозиметрических данных ГРУ посредством сравнения официальных дозовых записей с результатами референтной ЭПР-дозиметрии.

В направлении сбора имеющейся дозиметрической информации при финансировании со стороны Национального института рака (США) были приобретены все электронные базы данных результатов дозиметрического контроля при ЛПА.

К сожалению, эта информация, собранная усилиями российских коллег из Института биофизики (Москва), оказалась малопригодной для практического использования из-за отсутствия надежных идентификаторов для связывания записей в дозиметрических базах данных с данными ГРУ.

Заслуживающим внимания достижением стал перевод дозиметрических данных военного архива МО Украины в электронную базу данных.

Результатом этой работы, осуществленной совместно специалистами военного архива, Военно-медицинской академии и НЦРМ, стала база данных, содержащая более 45 тыс. записей об украинских военнослужащих (кадровых и запаса), включающих сроки участия в ЛПА, номер подразделения и индивидуальную дозу за период ЛПА.

Очень поучительным оказалось сопоставление данных архива МО с ОДЗ ГРУ. Оказалось, что дозы военных ликвидаторов, которые зарегистрированы в ГРУ, практически совпадают с данными, содержащимися в военном архиве. Кроме того, степень перекрытия массивов данных ГРУ и военного архива оказалась довольно высокой – практически все записи, содержащиеся в военном архиве, находят свое отражение в ГРУ. Такой вывод позволяет подтвердить высокую значимость данных ГРУ как источника дозиметрической информации для военных УЛПА, которые составляют около 90 % лиц с зарегистрированными дозами в ГРУ.

Изучение нормативной базы и практики радиационной защиты и дозиметрического контроля при ЛПА, которое было выполнено в рамках Франко-Германской инициативы «Чернобыль», позволило лучше оценить качество, достоверность и полноту дозиметрических данных об УЛПА. Было установлено, что с точки зрения качества и степени охвата контингентов дозиметрическим контролем можно условно выделить пять периодов (табл. 3.4).

**Таблица 3.4.**

*Периоды дозиметрического сопровождения работ по ликвидации последствий аварии*

| 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 в войсках, внедрение единого лимита облучения (250 мГр), организация УС-605 с собственной дозиметрической службой                |
| Основной      | июнь–октябрь 1986             | Функционирование дозиметрических служб ЧАЭС, УС-605 и подразделений МО на основе различных подходов   |
| Рутинный      | После ноября 1986             | Параллельное функционирование дозиметрических служб ЧАЭС, УС-605, ПО «Комбинат» и подразделений МО. Постепенное возвращение к нормальной эксплуатации, снижение дозовых лимитов (1987-1988) |

Если во время доаварийного периода служба дозиметрии и радиационной безопасности удовлетворительно справлялась со своими задачами, внезапная авария показала полную несостоятельность штатной дозиметрии эффективно определять индивидуальные дозы работающих и обеспечивать необходимый уровень радиационной безопасности персонала в аварийных условиях. Следует отметить, что период растерянности был быстро преодолен и, начиная со второй декады мая 1986 г., порядок в дозиметрическом сопровождении аварийных

работ начал постепенно восстанавливаться, и с начала июня (около месяца после аварии) были заложены основы эффективной радиационной защиты и дозиметрического контроля основных контингентов, привлеченных к преодолению последствий аварии.

Было установлено, что качество дозиметрических данных (результатов дозиметрического мониторинга) существенно зависит от того, какой службой или ведомством осуществлялась радиационная защита УЛПА и дозиметрический контроль.

Во время ЛПА (1986–1990 гг.) в 30-км зоне действовали четыре крупные независимые дозиметрические службы (табл. 3.5) и несколько меньших самостоятельных служб (АН УССР, АМН СССР, Комплексная экспедиция ИАЭ т.п.). Эти дозиметрические службы начали работу в разное время после аварии, охватывали различные контингенты и, главное, практиковали кардинально разные подходы к оценке индивидуальных доз УЛПА. Поэтому полнота, качество и надежность их дозиметрических данных существенно отличаются (табл. 3.5).

**Таблица 3.5.**

*Основные дозиметрические службы, которые осуществляли дозиметрический контроль участников ликвидации последствий аварии*

|    | Служба   | Ведомственная принадлежность  | Период работы                         | Охват УЛПА   | Качество данных  |
|----|--|---|---------------------------------------|--|--|
| 1. | Служба дозиметрического контроля ЧАЭС                              | Министерство энергетики и электрификации СССР, начиная с июля 1986 г. – Министерство атомной энергии СССР | май 1986 – по настоящее время         | персонал ЧАЭС и временно прикрепленный к ЧАЭС персонал                       | Удовлетворительное – высокое (в зависимости от периода после аварии) |
| 2. | Подразделения Министерства обороны                                 | Министерство обороны СССР   | май 1986 – конец 1990                 | военные УЛПА   | 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 приемники | Министерство атомной энергии СССР   | ноябрь 1986 года – по настоящее время | гражданский персонал, работавший в 30-км зоне за пределами промплощадки ЧАЭС | удовлетворительное   |

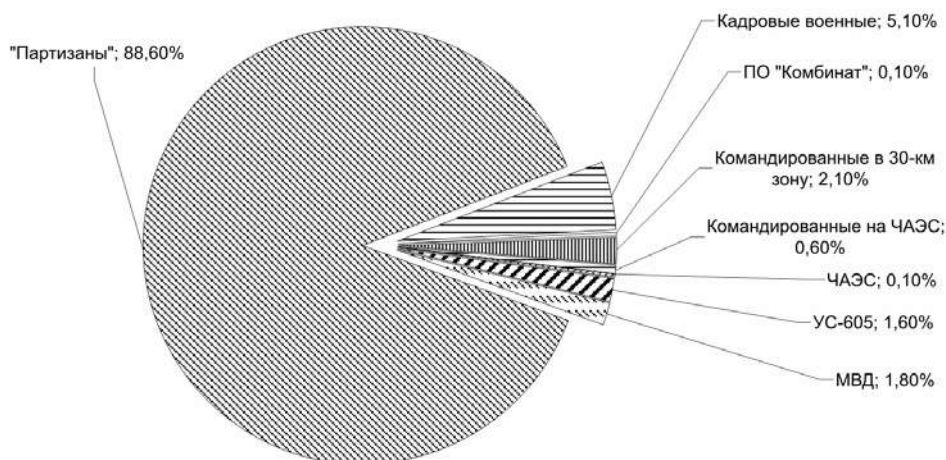
Наилучшим образом был организован дозиметрический контроль сотрудников Управления Строительством (УС) № 605 Министерства среднего машиностроения (МСМ) СССР – специализированной строительной организации, созданной для возведения объекта «Укрытие» (ОУ). Результатом этой образцовой работы стало 100 % охвата качественным ТЛД индивидуальным контролем более 20 тысяч сотрудников УС-605, в основном командированных из предприятий МСМ, расположенных 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 высококачественного дозиметрического контроля, которое

завершилось лишь в июне-июле 1986 года. Негативным следствием такого провала штатного дозиметрического контроля ЧАЭС стало то, что дозы ранних ликвидаторов – очевидно самые высокие среди всех УЛПА – остались неизвестными. Вследствие этого полнота дозиметрических данных персонала ЧАЭС была недостаточной (в том числе – в смысле покрытия всего периода участия в ЛПА дозиметрическими данными для каждого из УЛПА), чем была обусловлена необходимость в реконструкции индивидуальных доз. Всего в течение 1986–1996 гг. расчетным методом АDR были оценены 1 600 индивидуальных доз сотрудников ЧАЭС и лиц, временно приписанных к станции. Начиная с июля 1986 г., дозиметрический контроль и регистрация индивидуальных доз осуществлялись на ЧАЭС должным образом, и эта дозиметрическая информация характеризуется высоким качеством и полнотой.

Дозиметрический контроль гражданского персонала (постоянного и временно командированного), работавшего в 30-км зоне, из-за организационных неурядиц практически не осуществлялся в течение 1986 и части 1987 года, пока эту функцию на себя постепенно не взяло УДК ПО «Комбинат» / НПО «Припять». Таким образом, дозы этого контингента, особенно в 1986–1987 годах, характеризуются недостаточной полнотой и не всегда высоким качеством.

Наибольшим контингентом УЛПА являются военные ликвидаторы – кадровые военнослужащие, солдаты срочной службы (на начальном этапе) и, больше всего, лица, временно вызванные в ряды армии из запаса. Важность этой категории УЛПА подтверждает то, что около 95 % ОДЗ в ГРУ принадлежат именно военным ликвидаторам (рис. 3.2). Такое положение с обеспеченностью военных ликвидаторов ОДЗ является следствием как 100 % охвата этого контингента дозиметрическим контролем, так и особенностями внесения дозиметрической информации в ГРУ – посредством справок о дозе (в случае военнослужащих – вкладки в военный билет), которые были на руках у всех военных, но у очень немногих гражданских УЛПА.



**Рис. 3.2.** Распределение ликвидаторов, включенных в ГРУ по ведомственной принадлежности (по данным опроса).

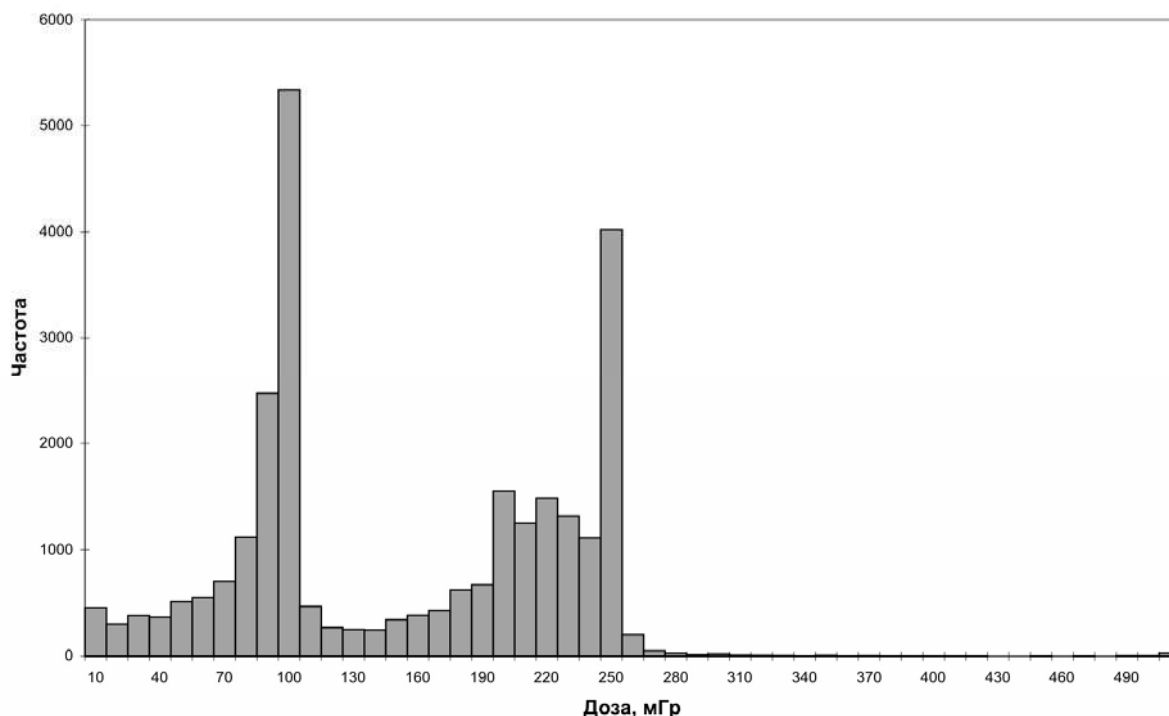
Одновременно с примерным охватом, дозиметрия военных УЛПА отличалась низкой точностью индивидуальных доз из-за грубости и неточности методов оценки доз.

Для военных УЛПА в основном использовались групповой (один дозиметр на группу) и расчетно-групповой (если доза всем членам группы заранее рассчитывалась на основании данных о дозиметрической обстановке и плановой работе) методы дозиметрии.

При ретроспективной оценке точности и смещения дозовых оценок военных ликвидаторов было установлено, что в среднем оцененные этими методами дозы вдвое превышают реальный уровень облучения, а геометрическое стандартное отклонение (неопределенность) является очень высоким и составляет примерно 2,2.

Показательно также то, что не нашло подтверждения распространенное толкование аномального распределения индивидуальных доз военных ликвидаторов (рис. 3.3) как свидетельство фальсификации дозиметрической информации для приведения отчетности об уровнях облучения военнослужащих в соответствие с действующими лимитами доз (250, 100 или 50 мЗв).

Статистическими методами было показано, что возможный вклад недостоверных (фальсифицированных) дозовых записей не превышает 10 % от общего количества, а нетипичная форма распределения (обедненная левая часть и резкий обрыв при дозах выше лимита) соответствует довольно необычной практике управления дозами, когда лица, получившие предельно допустимую дозу, освобождались из рядов вооруженных сил, а им на замену рекрутировались новые резервисты.



*Рис. 3.3. Распределение индивидуальных доз военных резервистов (т.н. «партизан») 1986–1987 г.*

В целом же, дозиметрический контроль, который осуществлялся для различных групп УЛПА, и система радиационной защиты контингентов, привлеченных к работам по преодолению последствий аварии на ЧАЭС, позволили соблюсти действующие нормативы и лимиты доз облучения. Массовое переоблучение УЛПА было характерно лишь для начального этапа аварии и касалось достаточно ограниченной группы т.н. ранних ликвидаторов. В дальнейшем (начиная с конца мая 1986 года) была обеспечена адекватная радиационная защита многотысячных контингентов, а случаи превышения установленных дозовых пределов (250 мЗв в 1986 году и дифференцированные лимиты 100 и 50 мЗв в последующие годы) были единичными и, как правило, происходили в установленных действующим на то время НРБ-76 случаях.

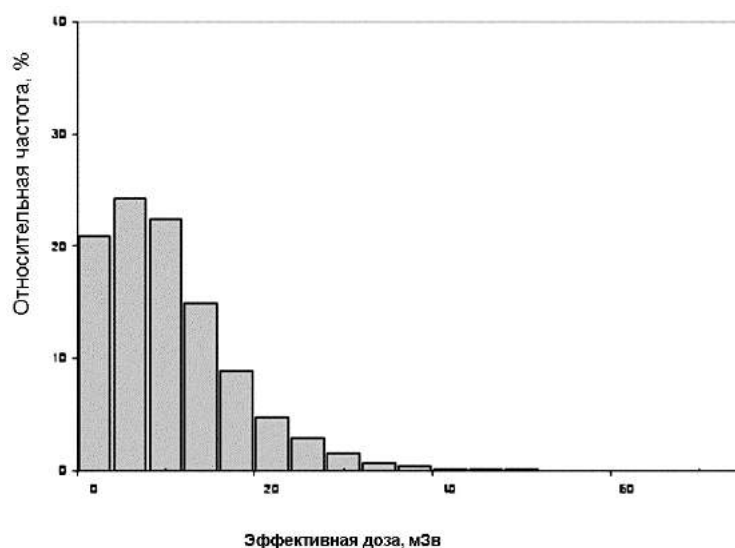
#### **Выводы:**

1. Наибольшие индивидуальные дозы облучения получили т.н. ранние ликвидаторы – лица, принимавшие участие в работах по ЛПА на протяжении апреля-мая 1986 года, в условиях недостаточно разведанной радиационной обстановки и отсутствия адекватных средств дозиметрического контроля.

2. Дозы УЛПА более поздних периодов (начиная с июня 1986 года), в основном, находятся в соответствии с установленными в то время дозовыми лимитами. Система противорадиационной защиты, внедренная во время ЛПА, в основном, выполнила свои функции и обеспечила непревышение допустимых доз облучения.
3. Качество и полнота дозиметрической информации существенно отличаются для различных групп УЛПА, обуславливая потребность в критическом подходе к применению существующих дозовых записей, ретроспективной оценке индивидуальных доз и пересмотре и коррекции имеющихся дозиметрических данных.
4. Дозы военных УЛПА не характеризуются сильной фальсификацией, однако являются смещенными (в сторону завышения реального облучения) и неточными (имеют большую неопределенность).
5. Изучение медицинских последствий аварии на ЧАЭС среди когорты УЛПА требует широкого применения ретроспективной дозиметрии для определения индивидуальных доз субъектов исследований.
6. Разработанные в последние годы методы ретроспективной дозиметрии, в частности инструментальный метод ЭПР-дозиметрии по эмали зубов и аналитически-расчетный метод RADRUE, позволяют эффективно осуществлять дозиметрическое сопровождение постчернобыльских эпидемиологических исследований.
7. Бета-облучение давало значительный вклад в дозы облучения хрусталика глаза ликвидаторов. Учет этого фактора необходим при оценке риска возникновения катаракты у УЛПА.

### 3.1.2. Дозиметрия эвакуантов

Методом имитационно-стохастического моделирования на основе результатов прямых измерений мощности дозы и опроса эвакуантов были восстановлены и проанализированы индивидуальные эффективные дозы внешнего облучения 12 632 жителей Припяти (группа А; около 25 % эвакуированного населения города) и 14 084 жителей остальных поселений 30-км зоны (группа Б). Всего эвакуанты представляют 104 поселения 30-км зоны, включая города Припять и Чернобыль; 223 жителя, которые жили в 40 поселениях белорусской части 30-км зоны, были также опрошены и включены в общее количество исследованных.



**Рис. 3.4.** Распределение индивидуальных доз внешнего облучения 12 632 человек, которые были эвакуированы из г. Припяти. Результаты детерминистического расчета (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

Таблица 3.6.

Параметры распределения индивидуальных доз внешнего облучения лиц, которые были эвакуированы из Припяти. Результаты детерминистического расчета (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)

|  |       |
|--|-------|
| Численность группы   | 12632 |
| Средняя доля времени на открытом воздухе                     | 0,21  |
| Распределение эффективных доз внешнего гамма-облучения (мЗв) |       |
| Среднее арифметическое                                       | 10,1  |
| Медиана  | 8,93  |
| Среднее геометрическое                                       | 6,79  |
| Геометрическое стандартное отклонение                        | 3,1   |
| 75 перцентиль  | 14    |
| 95 перцентиль  | 24    |
| Коэффициент вариации (%)                                     | 74    |

Таблица 3.7.

Зависимость параметров распределений индивидуальных доз внешнего облучения от возраста лиц, эвакуированных из Припяти. Результаты детерминистического расчета (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)

| Годы рождения  | 1983–1986 | 1979–1982 | 1974–1978 | 1970–1973 | 1961–1969 | 1931–1968 | до 1931 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| Возрастная группа (лет)                                      | 0–3       | 3–7       | 7–12      | 12–16     | 16–25     | 25–55     | >55     |
| Численность группы   | 1597      | 2104      | 2133      | 601       | 1159      | 4456      | 582     |
| Средняя доля времени на открытом воздухе                     | 0,14      | 0,17      | 0,18      | 0,21      | 0,25      | 0,25      | 0,21    |
| Распределение эффективных доз внешнего гамма-облучения (мЗв) |           |           |           |           |           |           |         |
| Среднее арифметическое                                       | 8,32      | 9,09      | 9,0       | 10,5      | 10,8      | 11,5      | 10,2    |
| Ошибка среднего  | 0,15      | 0,15      | 0,14      | 0,31      | 0,24      | 0,12      | 0,32    |
| Медиана  | 7,35      | 7,89      | 7,63      | 9,35      | 9,63      | 10,5      | 8,56    |
| Среднее геометрическое                                       | 5,50      | 6,15      | 6,32      | 7,16      | 6,77      | 7,85      | 7,07    |
| Геометрическое стандартное отклонение                        | 3,18      | 3,04      | 2,79      | 3,02      | 3,6       | 3,13      | 2,74    |
| 75 перцентиль  | 11,2      | 12,2      | 12,2      | 15,1      | 15,3      | 15,6      | 14,2    |
| 95 перцентиль  | 20,0      | 21,2      | 21,3      | 24,8      | 25,9      | 25,8      | 23,9    |
| Коэффициент вариации (%)                                     | 74        | 75        | 73        | 72        | 75        | 70        | 75      |

Таблица 3.8.

Зависимость параметров распределений индивидуальных доз внешнего облучения от профессиональной принадлежности лиц, эвакуированных из Припяти. Результаты детерминистического расчета (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)

| Профессиональная группа                  | Дошкольники | Школьники | Учителя | Медицинские работники | Сфера обслуживания | Рабочие | ИТР  | Работники коммунального хозяйства | Сотрудники ЧАЭС | Домохозяйки | Пенсионеры |
|--|-------------|-----------|---------|-----------------------|--------------------|---------|------|-----------------------------------|-----------------|-------------|------------|
| Численность группы                       | 3494        | 2945      | 376     | 202                   | 799                | 2629    | 670  | 210                               | 452             | 156         | 375        |
| Средняя доля времени на открытом воздухе | 0,16        | 0,19      | 0,22    | 0,23                  | 0,23               | 0,26    | 0,24 | 0,27                              | 0,28            | 0,20        | 0,20       |



| Профессиональная группа                                      | Дошкольники | Школьники | Учителя | Медицинские работники | Сфера обслуживания | Рабочие | ИТР  | Работники коммунального хозяйства | Сотрудники ЧАЭС | Домохозяйки | Пенсионеры |
|--|-------------|-----------|---------|-----------------------|--------------------|---------|------|-----------------------------------|-----------------|-------------|------------|
| Распределение эффективных доз внешнего гамма-облучения (мЗв) |             |           |         |                       |                    |         |      |                                   |                 |             |            |
| среднее арифметическое                                       | 8,81        | 9,4       | 10,2    | 11,5                  | 10,9               | 11,5    | 10,8 | 12,6                              | 13,0            | 8,94        | 9,51       |
| ошибка среднего  | 0,11        | 0,13      | 0,36    | 0,59                  | 0,28               | 0,16    | 0,30 | 0,73                              | 0,40            | 0,54        | 0,35       |
| медиана  | 7,72        | 7,99      | 9,66    | 10,8                  | 9,6                | 10,5    | 9,66 | 10,8                              | 12,4            | 8,54        | 8,11       |
| среднее геометрическое                                       | 5,92        | 6,51      | 7,35    | 7,57                  | 7,66               | 7,7     | 7,11 | 8,27                              | 8,39            | 5,74        | 6,92       |
| геометрическое стандартное отклонение                        | 3,11        | 2,88      | 2,72    | 3,16                  | 2,86               | 3,21    | 3,46 | 3,09                              | 3,84            | 3,25        | 2,53       |
| 75 процентиль  | 11,89       | 12,8      | 13,7    | 16,5                  | 14,5               | 15,9    | 14,9 | 16,7                              | 18,0            | 12,8        | 13,4       |
| 95 процентиль  | 20,64       | 22,6      | 22,4    | 27,4                  | 25,1               | 26,2    | 24,7 | 29,7                              | 28,2            | 20,1        | 20,4       |
| Коэффициент вариации (%)                                     | 74          | 74        | 68      | 73                    | 72                 | 71      | 72   | 84                                | 66              | 75          | 70         |

Средняя эффективная доза контингента группы А, накопленная до момента эвакуации, составила 10,1 мЗв. Дозы 534 человек из этой группы превысили уровень в 25 мЗв, и лишь 18 получили дозы более 50 мЗв. Максимальное значение эффективной дозы среди этой группы жителей Припяти составило 75 мЗв.

Частотное распределение индивидуальных эффективных доз показано на рис. 3.4. Параметры данного дозового распределения приведены в табл. 3.6.

Из рис. 3.4 видно, что распределение индивидуальных доз является левоасимметрическим и достаточно широким. Такой вид дозового распределения хорошо согласуется с общепринятой моделью логнормального распределения доз облучения населения. 95 % эвакуированных жителей Припяти (группа А) получили дозы не выше 24 мЗв.

#### ***Расчет доз внешнего облучения лиц, эвакуированных из поселений 30-километровой зоны***

Дозиметрическая модель для сельского населения была применена для расчета индивидуальных доз 14 084 человек, эвакуированных из населенных пунктов 30-км зоны. Расчет охватывал период от начала аварии и до момента эвакуации за пределы 30-км зоны.

Среднее значение эффективной дозы среди этой группы (около 25% от всего эвакуированного населения) составило 15,9 мЗв. Среди этой группы дозы 1 260 человек превысили 50 мЗв, для 120 человек эффективные дозы были выше 100 мЗв, и только для одного человека с дозой 214 мЗв доза превысила уровень 200 мЗв.

Рассчитанная в ходе ревизии доз средняя доза 15,9 мЗв несколько (на 14 %) ниже той, которая была определена в предыдущем исследовании – 18,2 мЗв. Это расхождение имеет несколько причин.

Во-первых, из этого рассмотрения были исключены 3 119 человек, проживавших в отдаленных от ЧАЭС селах, и дозы которых, соответственно, были достаточно малы. С другой стороны, критический пересмотр данных измерений мощности дозы заставил отбросить некоторые, наверное ошибочные, значения. Кроме того, применение более совершенного метода пространственной интерполяции позволило предотвратить возникновение искусственных необоснованно высоких интерполированных значений мощности дозы. Из-за этих двух причин

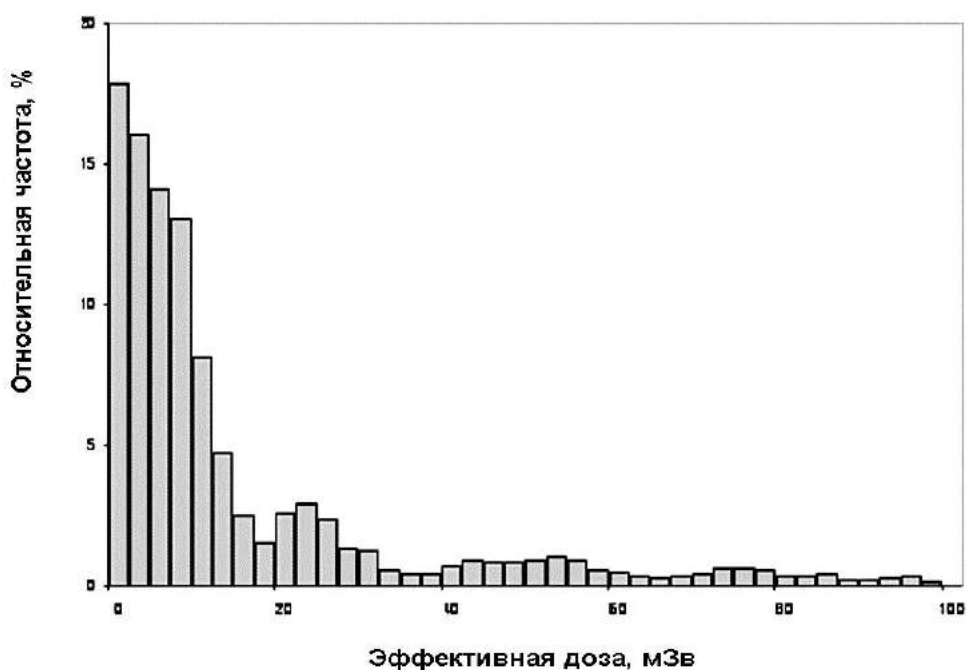
количество лиц с высокими дозами несколько уменьшилось. Так, если по данным предварительного рассмотрения 644 лица имели дозы свыше 100 мЗв, то результаты ревизии доз оценивают численность таких лиц величиной 120. Кроме того, так же, как в проблеме оценки доз городского населения, применение зависимых от возраста коэффициентов перехода к эффективной дозе также способствовало некоторому уменьшению эффективных доз, полученные в результате ревизии.

В табл. 3.9 приведены параметры общего распределения эффективных доз 14 084 жителей 30-км зоны.

**Таблица 3.9.**

*Параметры распределения индивидуальных доз внешнего облучения лиц, эвакуированных из поселений 30-км зоны. Результаты детерминистического расчета (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)*

|  |        |
|--|--------|
| Численность группы   | 14 084 |
| Средняя доля времени на открытом воздухе                     | 0,41   |
| Распределение эффективных доз внешнего гамма-облучения (мЗв) |        |
| среднее арифметическое                                       | 15,9   |
| медиана  | 7,77   |
| среднее геометрическое                                       | 7,13   |
| геометрическое стандартное отклонение                        | 4,08   |
| 75 процентиль  | 16,1   |
| 95 процентиль  | 67,7   |
| коэффициент вариации (%)                                     | 142    |



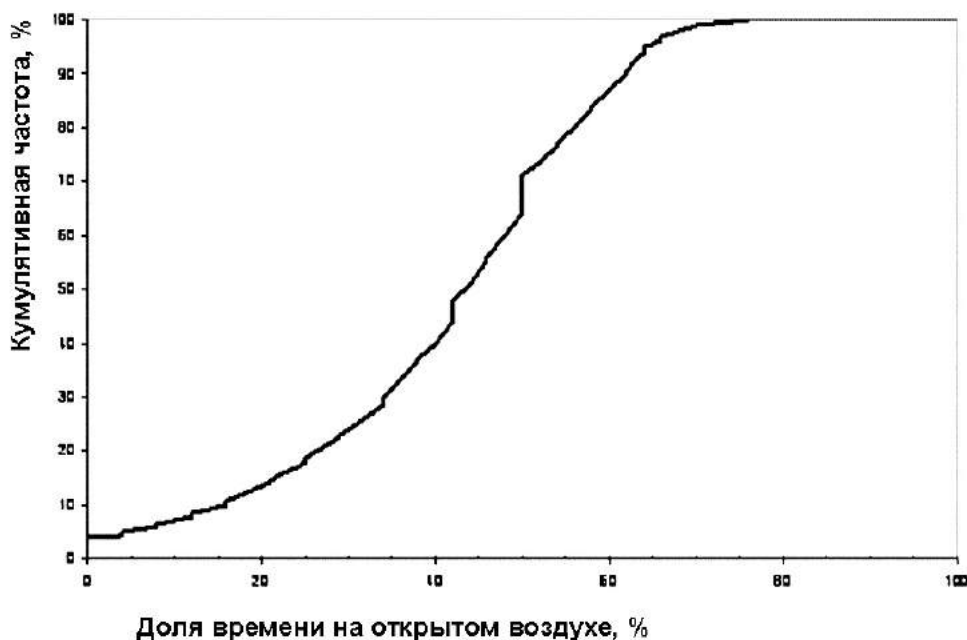
**Рис. 3.5.** *Распределение индивидуальных доз внешнего облучения 14 084 человек, эвакуированных из поселений 30-км зоны. Результаты детерминистического расчета (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).*

Примечателен очень большой коэффициент вариации индивидуальных доз – 142 %. Такая большая вариация может объясняться значительными различиями в мощности дозы в различных селах 30-км зоны, разной продолжительностью пребывания населения в зоне радиоактивного

загрязнения (разное время эвакуации), а также индивидуальными различиями доли времени, проводимого на открытом воздухе. Распределение индивидуальных доз (рис. 3.5) свидетельствует о гетерогенности представленного в расчете населения, в состав которого входят жители малозагрязненных деревень (таких большинство) и жители местностей с высокой мощностью дозы.

Достаточно широким было распределение доли времени на открытом воздухе. Из рис. 3.6 видно, что половина населения проводила более 42 % времени на улице, а уровень 65 % времени на открытом воздухе превысило около 5 % эвакуантов из числа сельского населения. Если для городского населения характерная средняя доля времени на открытом воздухе составляла 21 % (табл. 3.7), то сельские жители гораздо больше времени проводили на подворье, что, конечно, способствовало повышению уровней облучения. Другим фактором, оказывающим значительное влияние на результирующую величину дозы, является длительность пребывания жителей в зоне повышенного облучения.

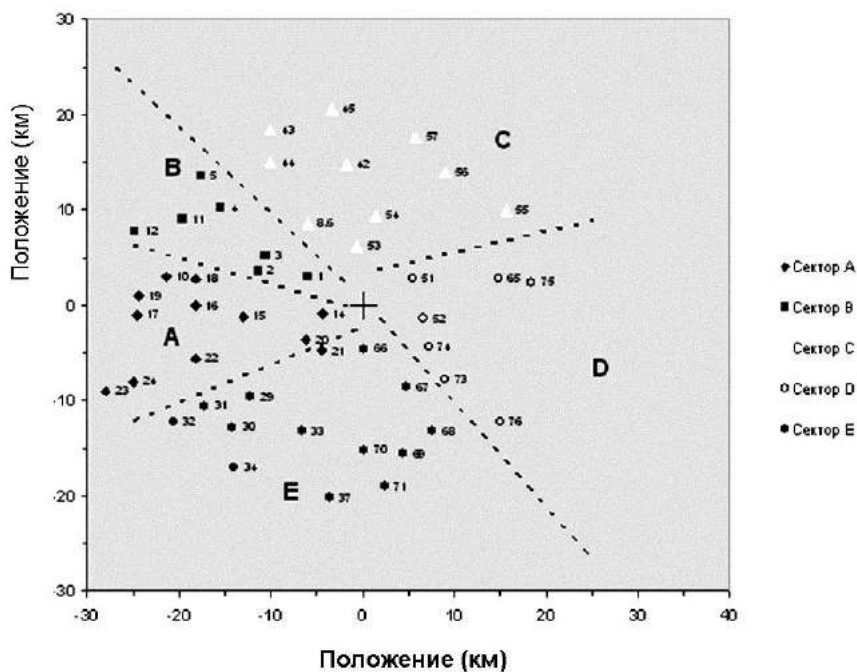
В табл. 3.10 приведены параметры распределений индивидуальных доз для населенных пунктов, включенных в реконструкцию доз. Для поселков с числом обследованных меньше 20, медиана и 95 % квантиль не определялись. Из таблицы видно, что для всех секторов, кроме сектора В (рис. 3.7), максимальные (95 % квантиль) дозы для отдельных поселений превышали уровень 50 мЗв. В среднем высокие дозы были получены в селах Усов – 154 мЗв, Машево – 79 мЗв (оба – сектор С) и Чистогаловка – 70 мЗв (сектор А). Параметры этих распределений приведены в табл. 3.11. Для сравнения в таблице приведены параметры распределения для Чернобыля – значительно менее пострадавшего поселения с наибольшим среди населенных пунктов 30-км зоны количеством населения.



*Рис. 3.6. Кумулятивное распределение доли времени на открытом воздухе для лиц, которые были эвакуированных из поселений 30-км зоны (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).*

Видно, что в пределах одного населенного пункта вариация индивидуальных доз весьма небольшая. Величина геометрического стандартного отклонения для небольших поселений на уровне 1,4–2,8 свидетельствует о достаточно большой однородности населения с точки зрения условий облучения, в частности режима поведения. Исключением из этого правила становятся такие крупные населенные пункты, как Чернобыль, многочисленные группы населения которого характеризуются самыми разными режимами поведения. Кроме того, миграция части жителей

Чернобыля за пределы города, а также самостоятельная эвакуация некоторых из них способствовали существенному расширению полученных жителями поселения доз. Поэтому геометрическое стандартное отклонение распределения доз эвакуантов из Чернобыля весьма велико и составляет 4,14, что является очень близким к значению этого показателя, исчисленного для общего распределения доз эвакуантов из 30-км зоны (табл. 3.9).



**Рис. 3.7.** Размещение населенных пунктов 30-км зоны и деление на секторы. Нумерацию поселений и их названия см. табл. 3.10, 3.11 (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

**Таблица 3.10.**

Результаты детерминистического расчета индивидуальных доз для отдельных поселков 30-км зоны. Расположение населенных пунктов см. на рис. 3.7 (Данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)

| Код             | Название поселения                 | Количество лиц | День эвакуации | Доля времени на открытом воздухе, % | среднее арифметическое | медиана | 95% процентиль |
|-----------------|------------------------------------|----------------|----------------|-------------------------------------|------------------------|---------|----------------|
| <b>Сектор А</b> |                                    |                |                |                                     |                        |         |                |
| 14              | Янов                               | 63             | 3              | 34                                  | 22                     | 9.5     | 84             |
| 20              | Чистогаловка                       | 331            | 7              | 44                                  | 61                     | 70      | 98             |
| 15              | Буряковка                          | 56             | 8              | 45                                  | 29                     | 24      | 81             |
| 16              | Новая Красница                     | 89             | 8              | 48                                  | 23                     | 23      | 29             |
| 18              | Речица                             | 382            | 7              | 50                                  | 24                     | 26      | 33             |
| 17              | Толстый Лес                        | 408            | 8              | 51                                  | 52                     | 60      | 81             |
| 19              | Красне (Толстолесского сельсовета) | 297            | 8              | 49                                  | 34                     | 15      | 97             |
| 10              | Рудьки                             | 43             | 7              | 32                                  | 10                     | 12      | 19             |
| 22              | Старая Красница                    | 20             | 7              | 36                                  | 9.2                    | 8.4     | 17             |
| 23              | Ольшанка                           | 24             | 10             | 34                                  | 10                     | 11      | 13             |
| 24              | Лубянка                            | 304            | 10             | 46                                  | 12                     | 12      | 16             |
| <b>Сектор В</b> |                                    |                |                |                                     |                        |         |                |
| 1               | Новошепеличи                       | 815            | 6              | 37                                  | 15                     | 13      | 31             |
| 2               | Старошепеличи                      | 209            | 7              | 50                                  | 21                     | 22      | 31             |

| Код             | Название поселения | Количество лиц | День эвакуации | Доля времени на открытом воздухе, % | среднее арифметическое | медиана | 95% процентиль |
|-----------------|--------------------|----------------|----------------|-------------------------------------|------------------------|---------|----------------|
| 3               | Беневка            | 101            | 8              | 48                                  | 18                     | 18      | 26             |
| 4               | Белая Сорока       | 7              | 6              | 41                                  | 16                     | -       | -              |
| 5               | Довляды            | 10             | 5              | 36                                  | 12                     | 10      | 23             |
| 12              | Хатки              | 19             | 9              | 44                                  | 10                     | 9       | 12             |
| <b>Сектор С</b> |                    |                |                |                                     |                        |         |                |
| 54              | Машево             | 162            | 8              | 54                                  | 75                     | 79      | 96             |
| 41              | Усов               | 89             | 8              | 48                                  | 150                    | 154     | 165            |
| 43              | Молочки            | 2              | 7              | 34                                  | 31                     | -       | -              |
| 55              | Залесье            | 2              | 6              | 36                                  | 12                     | -       | -              |
| 56              | Крюки              | 14             | 7              | 44                                  | 66                     | -       | -              |
| 57              | Кулажин            | 2              | 8              | 12                                  | 28                     | -       | -              |
| <b>Сектор D</b> |                    |                |                |                                     |                        |         |                |
| 51              | Зимовище           | 431            | 7              | 37                                  | 37                     | 42      | 56             |
| 52              | Кривая Гора        | 146            | 8              | 40                                  | 47                     | 51      | 67             |
| 74              | Староселье         | 100            | 8              | 40                                  | 3                      | 3       | 4              |
| 73              | Кошовка            | 126            | 8              | 45                                  | 9                      | 8       | 12             |
| 76              | Парышев            | 286            | 8              | 46                                  | 4                      | 4       | 5              |
| 65              | Чапаевка           | 211            | 8              | 39                                  | 6                      | 7       | 8              |
| 75              | Чикаловичи         | 3              | 8              | 50                                  | 8                      | -       | -              |
| <b>Сектор E</b> |                    |                |                |                                     |                        |         |                |
| 66              | Копачи             | 432            | 8              | 40                                  | 45                     | 53      | 66             |
| 67              | Лелёв              | 604            | 8              | 42                                  | 22                     | 23      | 30             |
| 68              | Чернобыль          | 4558           | 7              | 32                                  | 6                      | 6       | 14             |
| 69              | Залесье            | 1611           | 8              | 52                                  | 7                      | 8       | 10             |
| 70              | Заполье            | 69             | 9              | 48                                  | 6                      | 7       | 8              |
| 71              | Черевач            | 263            | 9              | 47                                  | 5                      | 5       | 8              |
| 37              | Новосёлки          | 202            | 9              | 48                                  | 6                      | 6       | 8              |
| 33              | Корогод            | 601            | 8              | 52                                  | 4                      | 5       | 6              |
| 29              | Стечанка           | 333            | 8              | 43                                  | 4                      | 4       | 5              |
| 30              | Разъезжее          | 49             | 8              | 37                                  | 3                      | 3       | 4              |
| 31              | Ильинцы            | 366            | 8              | 45                                  | 3                      | 3       | 4              |
| 32              | Рудня Ильинецкая   | 15             | 11             | 36                                  | 4                      | 4       | 5              |
| 34              | Глинка             | 227            | 7              | 34                                  | 2                      | 2       | 2              |

**Таблица 3.11.**

*Параметры распределений индивидуальных доз внешнего облучения отдельных населенных пунктов 30-км зоны. Результаты детерминистического расчета (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)*

| Населенный пункт   | Усив | Машево | Чистоголовка | Чернобыль |
|--|------|--------|--------------|-----------|
| Численность группы   | 89   | 165    | 331          | 4558      |
| Распределение эффективных доз внешнего гамма облучения (мЗв) |      |        |              |           |
| среднее арифметическое                                       | 150  | 74,8   | 60,8         | 6,38      |
| медиана  | 154  | 78,7   | 69,7         | 5,84      |
| среднее геометрическое                                       | 146  | 69,2   | 44,7         | 3,4       |
| геометрическое стандартное отклонение                        | 1,28 | 1,66   | 2,77         | 4,14      |
| 95 процентиль  | 165  | 95,7   | 98,1         | 14,4      |
| коэффициент вариации (%)                                     | 15   | 27     | 52           | 85        |

В целом же, как видно из приведенных выше достаточно типичных примеров, неопределенность индивидуальных дозовых оценок сельского населения несколько выше, чем в случае реконструкции доз городского населения, но даже при неопределенности на уровне 60–80 % (коэффициент вариации) можно констатировать, что такая точность является вполне адекватной для целей ретроспективной оценки индивидуальных доз эвакуированного в результате аварии населения.

### *Дозы на маршруте эвакуации*

В результате проведенного исследования удалось оценить дозы, которые получили жители Припяти во время эвакуации. Анализ маршрутных листов (формализованных анкет), заполненных в 1988–1989 годах во время широкомасштабного опроса эвакуантов, позволил выявить четыре основных маршрута, по которым население Припяти передвигалось в направлении пунктов эвакуации (табл. 3.12). Наиболее значимым маршрутом была дорога на Полесское, пролегающая в западном направлении. Этим маршрутом воспользовалось подавляющее количество эвакуантов. Другим, несколько менее значимым, маршрутом было киевское направление, он пролегал через «рыжий лес», Копачи, Чернобыль, Черевач и дальше на Киев. Выявлены также два менее значимых маршрута: железной дорогой в направлении Чернигова, и самостоятельно, собственным транспортом в направлении Белоруссии (дорога на Белую Сороку). Эти данные в целом не противоречат имеющимся сведениям об организации и проведении эвакуации населения Припяти.

**Таблица 3.12.**

*Характеристики маршрутов эвакуации из Припяти (по данным опроса)*

| № пп. |                             | Код маршрута | Число лиц | Процент от общего количества |
|-------|-----------------------------|--------------|-----------|------------------------------|
| 1     | Полесский                   | 1            | 6831      | 42                           |
| 2     | Киевский                    | 2            | 4478      | 27                           |
| 3     | Черниговский                | 3            | 938       | 6                            |
| 4     | Белорусский                 | 4            | 612       | 4                            |
| 5     | Маршрут конкретно не указан | 5            | 2271      | 14                           |
| 6     | В поселки 30-км зоны        | 6            | 1063      | 7                            |
|       |                             | Всего:       | 16193     | 100                          |

Анализ радиационной обстановки на маршрутах эвакуации показал, что весь маршрут можно разделить на две существенно отличающиеся части (фазы): фаза 1, пролежавшая в пределах 5-км зоны ЧАЭС, и остаток маршрута (фаза 2) от границ 5-км зоны к месту назначения. Решающим отличием фазы 1 является то, что маршрут эвакуации пересекал несколько мощнейших следов радиоактивных выбросов, масштаб (характерный размер) которых порой достигал лишь десятков или сотен метров.

Остаток эвакуации (фаза 2) проходил менее загрязненными территориями со значительно меньшими перепадами мощности дозы. Как следствие, оценка доз, полученных на тех или иных маршрутах эвакуации, осуществлялась отдельно для фаз 1 и 2. В случае фазы 1 проводилась ручная реконструкция доз с использованием картограмм радиационной обстановки предоставленных ЧАЭС. На фазе 2 доза оценивалась путем интегрирования профилей мощности дозы по маршруту.

Из оценки доз, полученных в течение передвижения каждым из маршрутов, оказалось, что штатный, предусмотренный планами гражданской обороны, маршрут эвакуации в направлении Полесского в действительности не был менее безопасным, чем белорусское направление.



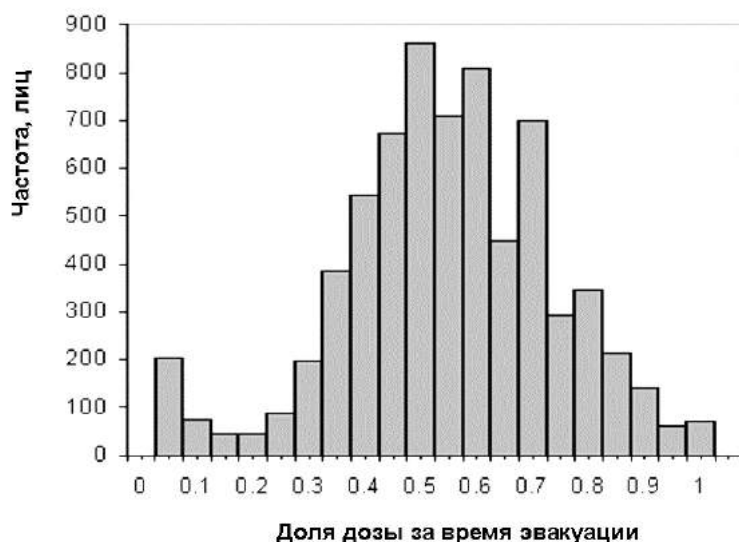
Кроме того, небольшое изменение маршрута движения – выезд из Припяти через железнодорожный переезд в районе завода «Юпитер» вместо проезда через загрязненные участки в районах путепровода над железной дорогой, перекрестком Припять-ЧАЭС и дачи южнее станции Янов – могла значительно уменьшить дозовые нагрузки на эвакуированное население.

Маршрут на Киев оказался также связанным со значительной дозовой нагрузкой, благодаря проезду через очень активное пятно в районе перекрестка ЧАЭС-Чернобыль-Припять. Хотя остаток маршрута в южном направлении пролегал менее загрязненными территориями, дозы, сформированные на первом участке, были достаточно высокими.

Наиболее дозово напряженным оказался маршрут в направлении Чернигова. Этим маршрутом воспользовалось около 6% опрошенных эвакуантов. Эвакуация в этом направлении проводилась по железной дороге, причем электропоезда отправлялись с достаточно загрязненной станции Янов, далее путь пролегал мимо северного ограждения промплощадки, где уровни мощности дозы достигали весьма значительных величин. Наконец, электропоезда сделали предусмотренные расписанием движения остановки на платформе Семиходы (северо-восточная окраина ЧАЭС), что только привело к еще большему накоплению доз. Как следствие, дозы, полученные при эвакуации по железной дороге в направлении Чернигова, оказались самыми высокими из всех возможных на маршрутах эвакуации.

Таким образом, дозы большинства населения Припяти, полученные при эвакуации, оказались в пределах 11–19 мЗв, что может быть сравнимо с передэвакуационным облучением населения.

Для сопоставления на индивидуальном уровне компонентов дозы до и во время эвакуации каждому из эвакуантов из числа тех, кто имел ординарный режим поведения, был вывезен во время общей эвакуации и ясно указал пункт эвакуации (всего оказалось 6 908 человек, которые удовлетворили этим критериям) была приписана индивидуализированная оценка дозы, полученной на маршруте эвакуации. Затем были определены парциальные вклады дозы, полученной на маршруте эвакуации, в общую дозу облучения. Распределение парциальных вкладов дозы при эвакуации, представленное на рис. 3.8, показывает, что эта величина меняется в довольно широких пределах, но наиболее вероятным является значение 0,5. В среднем же (52 ±19)% дозы эвакуанты получили именно во время эвакуации. Таким образом, можно считать, что корректный учет доз при эвакуации значительно меняет картину облученности эвакуированного населения Припяти. Для сравнения подчеркнем, что в случае эвакуации населения Припяти в направлении Белой Сороки (белорусский маршрут) дозы за счет эвакуации дали бы вклад на уровне 6 % от общей дозы.



**Рис. 3.8.** Парциальный вклад дозы, полученной во время эвакуации, в общую дозу облучения эвакуантов (Данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

В результате этих усилий были оценены интегральные дозы отдельно для каждого из четырех маршрутов. Оказалось, что, с точки зрения дозовой нагрузки во время эвакуации, штатный маршрут эвакуации в направлении Полесского, который был предусмотрен планами гражданской обороны, не был оптимальным. Эвакуация в белорусском направлении приводила к накоплению на порядок меньших доз, чем любой из остальных маршрутов. Кроме того, маршруты в направлении Чернобыля-Киева и эвакуация по железной дороге в Чернигов давали еще большие дозы облучения.

Сопоставление индивидуализированных дозовых оценок на маршруте эвакуации с индивидуальными дозами, полученными во время пребывания в пределах Припяти в период до эвакуации, показало, что в значительном количестве случаев дозы на маршруте эвакуации были сопоставимыми или даже выше тех, которые были получены до эвакуации. В общем, доза на маршруте эвакуации дала вклад в суммарную дозу эвакуантов на уровне около 50%. Таким образом, учет дозы на маршруте эвакуации довольно сильно меняет общую картину облученности эвакуированного населения.

### ***3.1.3. Дозы облучения населения. Радиологический мониторинг в 1986 г.***

В Украине в 1986 г. экстренный радиоэкологический мониторинг был организован таким образом, что буквально с первых часов и дней проводились массовые измерения *мощности гамма-поля* в воздухе от радиоактивных выпадений на почве, а несколько позже – *отбор образцов грунта* для гамма-спектрометрических исследований радионуклидного состава выпадений на почве наиболее радиоактивно загрязненных территорий.

Что касается контроля уровней облучения населения радиоактивно загрязненных территорий, то дозиметрический мониторинг был проведен массово и достаточно качественно, как во время самой ранней («острой») фазы аварии (май–июнь), когда главным источником внутреннего облучения были радиоизотопы йода, которые накапливаются в щитовидной железе, так и в начале средней фазы (август–декабрь 1986 г.), когда основную роль играли радиоизотопы цезия, относительно равномерно распределяющиеся в мягких тканях.

Всего в Украине в мае-июне 1986 г. было произведено более 150 тыс. прямых измерений активности радиойода в щитовидной железе жителей северных районов Киевской, Житомирской и Черниговской областей (из них около 130 тыс. у детей и подростков). Кроме того, начиная с июля 1986 г., у жителей Киевской и Житомирской областей также было осуществлено около 23 тыс. измерений текущего содержания в организме изотопов цезия ( $^{137,134}\text{Cs}$ ) с использованием счетчиков излучения человека (СИЧ).

#### ***Дозы облучения в 1986 г.***

##### *Облучение всего тела*

В таблице 3.13 приведены значения средних доз внутреннего облучения от радиоцезия жителей ряда районов Киевской и Житомирской областей, *оцененные по результатам измерений на СИЧ*, проведенных летом-осенью 1986 г.

Поскольку СИЧ-мониторинг охватил население далеко не всех населенных пунктов (НП) радиоактивно загрязненных территорий, было проведено *моделирование* процессов переноса дозообразующих радионуклидов Чернобыльского выброса по звеньям трофических цепей в природно-климатических условиях Украины с применением нестационарных моделей, которые традиционно используются для ретроспекции и прогноза уровней и кинетики радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды (в частности, продуктов питания), а также доз облучения населения, потреблявшего эти продукты. Как и ожидалось, главными источниками формирования доз внутреннего облучения в 1986 г. стало загрязнение двух компонент рациона: листовой зелени и молока (и молокопродуктов).

Таблица 3.13.

Средние по районам Киевской и Житомирской областей индивидуальные дозы внутреннего облучения детей и взрослых от радиоцезия в 1986г.  
(По результатам СИЧ-измерений для территорий с плотностью выпадений  $^{137}\text{Cs}$  на почве  $>37 \text{кБк} \cdot \text{м}^{-2}$ ; данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)

| Район                   | Дети моложе 10 лет |           |     | Дети старше 10 лет |           |     | Взрослые           |           |     |
|-------------------------|--------------------|-----------|-----|--------------------|-----------|-----|--------------------|-----------|-----|
|                         | к-во СИЧ-измерений | доза, мЗв |     | к-во СИЧ-измерений | доза, мЗв |     | к-во СИЧ-измерений | доза, мЗв |     |
|                         |                    | GM        | GSD |                    | GM        | GSD |                    | GM        | GSD |
| <b>Житомирская обл.</b> |                    |           |     |                    |           |     |                    |           |     |
| Коростенский            | –                  |           |     | –                  |           |     | 34                 | 0,13      | 2,9 |
| Лугинский               | –                  |           |     | –                  |           |     | 12                 | 0,32      | 4,8 |
| Народичский             | 1995               | 1,8       | 3,9 | 1120               | 1,8       | 3,9 | 2753               | 1,56      | 4,3 |
| Овручский               | 134                | 1,1       | 2,8 | 28                 | 0,43      | 2,5 | 18                 | 0,19      | 3,5 |
| <b>Киевская обл.</b>    |                    |           |     |                    |           |     |                    |           |     |
| Белоцерковский          | 30                 | 0,44      | 2,3 | 26                 | 0,89      | 1,8 | –                  |           |     |
| Богуславский            | 28                 | 0,28      | 2,4 | 17                 | 0,30      | 3,0 | –                  |           |     |
| Иванковский             | 208                | 0,61      | 3,3 | 261                | 0,42      | 3,0 | 652                | 0,29      | 3,6 |
| Кагарлыкский            | 12                 | 0,71      | 3,2 | 78                 | 0,39      | 2,6 | –                  |           |     |
| Полесский               | 1323               | 1,2       | 3,5 | 1061               | 0,86      | 3,3 | 1872               | 0,81      | 3,5 |
| Ставищенский            |                    |           |     | 31                 | 0,11      | 3,6 | 527                | 0,09      | 2,8 |
| Чернобыльский           | 1195               | 1,3       | 5,6 | 518                | 0,58      | 3,3 | 304                | 0,61      | 5,5 |

Примечание: GM – геометрическое среднее, GSD – геометрическое стандартное отклонение

Таблица 3.14.

Эффективные дозы внутреннего облучения в 1986 г. от основных радионуклидов Чернобыльского выброса (нормированные на  $1 \text{кБк} \cdot \text{м}^{-2} \text{ } ^{137}\text{Cs}$  на почве) у взрослых сельских жителей Украины, обусловленные потреблением молока и листовой зелени (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)

| Радионуклид       | Относительные вклады в суммарную дозу компонентов дозы внутреннего облучения |                                |  |                                |  |                                |
|-------------------|--|--------------------------------|--|--------------------------------|--|--------------------------------|
|                   | «молочная»   |                                | «лиственная зелень»  |                                | суммарно   |                                |
|                   | мкЗв на $1 \text{кБк} \cdot \text{м}^{-2} \text{ } ^{137}\text{Cs}$ на почве | относительный вклад в дозу (%) | мкЗв на $1 \text{кБк} \cdot \text{м}^{-2} \text{ } ^{137}\text{Cs}$ на почве | относительный вклад в дозу (%) | мкЗв на $1 \text{кБк} \cdot \text{м}^{-2} \text{ } ^{137}\text{Cs}$ на почве | относительный вклад в дозу (%) |
| $^{89}\text{Sr}$  | 0,1  | 0,16                           | 0,064  | 1,6                            | 0,16   | 0,26                           |
| $^{90}\text{Sr}$  | 0,39   | 0,7                            | 0,094  | 2,4                            | 0,48   | 0,8                            |
| $^{95}\text{Nb}$  | 9,8E-07  | 1,7E-06                        | 0,021  | 0,5                            | 0,021  | 0,03                           |
| $^{95}\text{Zr}$  | 4,8E-06  | 8,2E-06                        | 0,042  | 1,1                            | 0,042  | 0,07                           |
| $^{103}\text{Ru}$ | 0,002  | 0,003                          | 0,11   | 2,8                            | 0,11   | 0,18                           |
| $^{106}\text{Ru}$ | 0,015  | 0,026                          | 0,37   | 9,5                            | 0,39   | 0,6                            |
| $^{125}\text{Sb}$ | 0,39   | 0,7                            | 0,015  | 0,38                           | 0,41   | 0,7                            |
| $^{134}\text{Cs}$ | 6,8  | 12                             | 0,26   | 6,6                            | 7,1  | 11                             |
| $^{137}\text{Cs}$ | 10   | 17                             | 0,36   | 9,2                            | 10   | 17                             |
| $^{136}\text{Cs}$ | 0,08   | 0,1                            | 0,014  | 0,35                           | 0,10   | 0,16                           |
| $^{131}\text{I}$  | 41   | 70                             | 2,3  | 57                             | 43,3   | 69                             |
| $^{141}\text{Ce}$ | 1,0E-07  | 1,7E-07                        | 0,038  | 1,0                            | 0,038  | 0,06                           |
| $^{144}\text{Ce}$ | 2,5E-06  | 4,3E-06                        | 0,21   | 5,3                            | 0,21   | 0,34                           |
| $^{140}\text{Ba}$ | 0,001  | 0,002                          | 0,099  | 2,5                            | 0,10   | 0,16                           |
| Все радионуклиды  | 59   | 100                            | 4,0  | 100                            | 63   | 100                            |

Полученные согласно этой модели оценки эффективных доз внутреннего облучения от основных радионуклидов аварийного выброса (в расчете на  $1 \text{кБк} \cdot \text{м}^{-2} \text{ } ^{137}\text{Cs}$  на грунте) приведены в таблице 3.14.

Для условий стран Западной Европы рассчитанное значение соотношения между дозами первого аварийного года и дозами, накопленными за последующие годы, может достигать 10 и более в пользу первого года. В то же время разнообразие почвенных характеристик как в

Украине, так и в России, обуславливающее высокие (нехарактерные для условий европейских стран) коэффициенты перехода радионуклидов из почвы в растительность и дальше, в молоко, а также достаточно архаичная технология молочнотоварного производства в частном секторе Украины, определили широкий спектр соотношений доз внутреннего облучения в первый и последующие годы.

**Таблица 3.15.**

*Отношение доз внутреннего облучения 1986 г. к соответствующим дозам за 1987–2005 гг. в зависимости от интервала значения агрегированного коэффициента перехода «почва-молоко» (ТФ-92). Дозы оценивались по Методике-97 (всего 4270 населенных пунктов Украины)*

| <b>ТФ-92*</b><br>Бк·л <sup>-1</sup> на кБк·м <sup>-2</sup> | <b>Отношение доз</b><br>Д-86/Д87-05 | <b>Количество НП</b> |
|--|-------------------------------------|----------------------|
| <0,05  | 49                                  | 269                  |
| 0,05–0,1   | 48                                  | 261                  |
| 0,1–0,2  | 15                                  | 1106                 |
| 0,2–0,5  | 8,0                                 | 1097                 |
| 0,5–1  | 2,6                                 | 478                  |
| 1–2  | 1,1                                 | 354                  |
| 2–5  | 0,51                                | 404                  |
| 5–10   | 0,25                                | 146                  |
| 10–20  | 0,13                                | 115                  |
| 20–100   | 0,09                                | 40                   |

\* Значение ТФ-92 определяется для фиксированного интервала времени 1991–1993 гг. исключительно по результатам мониторинга радиоактивного загрязнения почвы и молока в каждом населенном пункте

В Украине (табл. 3.15) величина отношения эффективной дозы внутреннего облучения первого года (256 дней) к соответствующей дозе за последующие почти 20 лет (1987-2005) существенно зависит от значения агрегированного коэффициента перехода «почва-молоко» (ТФ-92) в том или ином НП. На территориях, где значение ТФ-92 не превышает 0,5 Бк/л<sup>-1</sup> на кБк/м<sup>2</sup>, соотношение доз первого и последующих 19 лет составляет 8–50 в пользу первого года. Для территорий с ТФ-92 в интервале 0,5–2 Бк/л<sup>-1</sup> на кБк/м<sup>2</sup>, это соотношение составляет 1–2, но все еще в пользу первого года. В то же время для НП, где величина ТФ-92 составляет 2–20 Бк/л<sup>-1</sup> на кБк/м<sup>2</sup> дозы облучения на средней и поздней фазах аварии превышают дозы первого года, так что дозы первого года составляют 13–50 % от дозы последующих лет. На территориях с очень высокими значениями ТФ-92, которые превышают 20 Бк/л<sup>-1</sup> на кБк/м<sup>2</sup>, дозы первого года не превышают 9 % от накопленной дозы за последующие годы.

Таким образом, в некоторых агроэкологических условиях (торфяно-болотистые кислые почвы пастбищ) население может получать существенно большие дозы внутреннего облучения в поставарийный период по сравнению с дозами первого аварийного года (например, ряд населенных пунктов Рокитновского района Ровенской области и Камень-Каширского района Волини). С другой стороны, там, где преобладают черноземы, дозы внутреннего облучения, накопленные за последующие годы могут составлять небольшую долю от дозы первого года (например, ряд населенных пунктов Черкасской области).

### ***Облучение щитовидной железы***

Наиболее весомым с точки зрения радиационного воздействия и ожидаемых радиоиндуцированных последствий после Чернобыльской аварии было облучение щитовидной железы детей радиойодом, поступавшим, главным образом, с радиоактивно загрязненным молоком, молокопродуктами и листовой зеленью в мае-июне 1986 г. Разработанная и верифицированная на результатах прямых измерений трехуровневая система реконструкции доз облучения щитовидной

железы позволила выполнить оценку средних гендерно-возрастных поселково-специфических доз облучения щитовидной железы для всех населенных пунктов Украины (таблица 3.16).

**Таблица 3.16.**

*Средние областные дозы облучения щитовидной железы (мГр)  
в разных возрастных группах жителей разных областей Украины*

| Область           | Средняя доза облучения щитовидной железы (мГр)<br>по возрастным группам (годы) |      |       |     |     |
|-------------------|--|------|-------|-----|-----|
|                   | < 7  | 7-14 | 15-18 | >18 | все |
| Винницкая         | 37   | 13   | 9,8   | 9,2 | 12  |
| Волынская         | 87   | 33   | 25    | 21  | 31  |
| Луганская         | 12   | 4,0  | 3,1   | 3,1 | 4,1 |
| Днепропетровская  | 13   | 4,4  | 3,4   | 3,4 | 4,5 |
| Донецкая          | 24   | 8,0  | 6,0   | 6,1 | 8,1 |
| Житомирская       | 231  | 87   | 67    | 60  | 81  |
| Закарпатская      | 7,6  | 2,8  | 2,1   | 1,8 | 2,7 |
| Запорожская       | 26   | 8,8  | 6,2   | 6,5 | 8,8 |
| Ивано-Франковская | 19   | 7,1  | 5,3   | 4,6 | 6,7 |
| Киевская          | 202  | 75   | 58    | 53  | 71  |
| Кировоградская    | 89   | 31   | 23    | 23  | 30  |
| АР Крым           | 34   | 12   | 8,8   | 8,4 | 12  |
| Львовская         | 14   | 4,9  | 3,8   | 3,5 | 4,8 |
| Николаевская      | 20   | 7,1  | 5,4   | 5,0 | 7,0 |
| Одесская          | 15   | 5,2  | 3,8   | 3,7 | 5,1 |
| Полтавская        | 54   | 19   | 15    | 13  | 18  |
| Ровенская         | 177  | 64   | 49    | 42  | 62  |
| Сумская           | 71   | 25   | 19    | 19  | 24  |
| Тернопольская     | 18   | 6,4  | 4,8   | 4,5 | 6,2 |
| Харьковская       | 26   | 8,7  | 6,5   | 6,6 | 8,6 |
| Херсонская        | 30   | 11   | 7,8   | 7,3 | 10  |
| Хмельницкая       | 39   | 15   | 11    | 10  | 14  |
| Черкасская        | 142  | 52   | 39    | 37  | 49  |
| Черновицкая       | 40   | 14   | 10    | 9,3 | 13  |
| Черниговская      | 151  | 55   | 43    | 37  | 50  |
| г. Киев           | 94   | 30   | 23    | 24  | 32  |
| г. Севастополь    | 56   | 18   | 14    | 14  | 19  |
| Вся Украина       | 55   | 20   | 15    | 14  | 19  |

В таблице 3.17 приведено распределение детей, подростков и взрослых по интервалам поглощенных доз облучения щитовидной железы для всей Украины в целом.

**Таблица 3.17.**

*Относительное распределение детского, подросткового и взрослого населения  
по величине средних поглощенных доз облучения щитовидной железы*

| Дозовый интервал, Гр | Относительное (%) распределение населения |          |           |         |               |
|----------------------|---|----------|-----------|---------|---------------|
|                      | < 7 лет                                   | 7-14 лет | 15-18 лет | >18 лет | все население |
| < 0,05               | 72  | 93       | 95        | 95      | 92            |
| 0,05–0,1             | 15  | 4,4      | 3,5       | 3,7     | 5,0           |
| 0,1–0,2              | 8,2                                       | 2,2      | 1,3       | 1,1     | 2,0           |
| 0,2–0,5              | 3,7                                       | 0,76     | 0,40      | 0,21    | 0,65          |
| 0,5–1,0              | 0,77                                      | 0,08     | 0,05      | 0,04    | 0,12          |
| 1,0–2,0              | 0,15                                      | 0,03     | 0,02      | 0,01    | 0,03          |
| 2,0–5,0              | 0,04                                      | 0,007    | 0,005     | 0,004   | 0,008         |
| >5,0                 | 0,01                                      | 0,0005   | –         | –       | 0,001         |

### **Дозиметрическая паспортизация и радиологический мониторинг на средней и поздней фазах аварии**

Важное значение для планирования и проведения мероприятий по уменьшению влияния последствий радиоактивного аварийного выброса на население имела «Концепция годовой суммарной эффективной дозы облучения населения», принятая в 1991 г. Положения этой Концепции были легализованы в Законе Украины № 791а-ХІІ «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате Чернобыльской катастрофы» (1991 г.) и в Законе Украины № 796 – ХІІ «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших в результате Чернобыльской катастрофы» (1991 г.).

Базовый принцип Концепции заключался в том, что для критической группы населения (дети 1986 года рождения) величина рассчитанной эффективной дозы дополнительного облучения, связанного с Чернобыльской катастрофой, не должна превышать 1,0 мЗв (0,1 бэр) за год и 70,0 мЗв (7,0 бэр) за жизнь (сверх дозы, которую получило население в доаварийный период в конкретных природных условиях). Плотность загрязнения почвы радионуклидами принималась как временный критерий. Эти законы установили *четыре территориальные зоны* радиоактивного загрязнения (таблица 3.18).

**Таблица 3.18.**

*Зоны радиоактивного загрязнения по критериям годовой дозы и плотности выпадений радионуклидов, установленные Законом Украины № 791а-ХІІ (1991 г.)*

| Территориальная зона |   | Критерии зонирования  |               |           |  |
|----------------------|---|---|---------------|-----------|--|
|                      |   | плотность выпадений на почве, $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ <sup>(а)</sup> |               |           | годовая доза<br>$\text{мЗв}\cdot\text{год}^{-1}$ |
|                      |   | радиоцезий  | радиостронций | плутоний  |  |
| 1                    | Зона отчуждения                               | –   | –             | –         | –  |
| 2                    | Зона безусловного (обязательного) отселения   | >555  | >111          | >3,7      | >5   |
| 3                    | Зона гарантированного добровольного отселения | 185–555   | 5,5–111       | 0,37–3,7  | >1   |
| 4                    | Зона усиленного радиозэкологического контроля | 37–185  | 0,74–5,5      | 0,18–0,37 | >0,5   |

<sup>(а)</sup> – в тексте Закона плотность выпадений приведена в единицах «Ки·км<sup>2</sup>»

В Приложении 1 Постановления КМ Украины № 106 от 23 июля 1991 был представлен перечень из 2 172 НП, которые официально были отнесены к одной из четырех зон радиоактивного загрязнения в соответствии с Законом Украины № 791а-ХІІ. Ежегодная общедозиметрическая паспортизация на Украине проводилась начиная с 1991 г. вплоть до 2008 г. Все дозовые расчеты базировались на результатах ежегодных измерений загрязнения радиоцезием молока и картофеля, производимых в тех населенных пунктах, которые были определены Постановлением КМУ № 106. Кроме того, для дозиметрического контроля жителей пострадавших территорий на протяжении 1995–1997 гг. была создана единая для Украины сеть СИЧ, обеспечивающая оперативный контроль уровней содержания радиоцезия в организме жителей пострадавших территорий (рис. 3.9).

Медицинские организации 12 наиболее пострадавших областей Украины были обеспечены 57 установками СИЧ «Скриннер-3М» как стационарного (40 единиц), так и передвижного (17 единиц) образцов, изготовленными в Институте экологии человека (г. Киев) с применением программно-методического и метрологического обеспечения, разработанного специалистами отдела дозиметрии ГУ «НЦРМ АМН Украины». В период с 1995 по 2008 гг. в рамках сети СИЧ было проведено около 800 тысяч СИЧ-измерений.

В таблице 3.19 приведена динамика относительного распределения всех паспортизированных населенных пунктов по установленным территориальным зонам по результатам дозпаспортизаций за 2001–2008 гг.



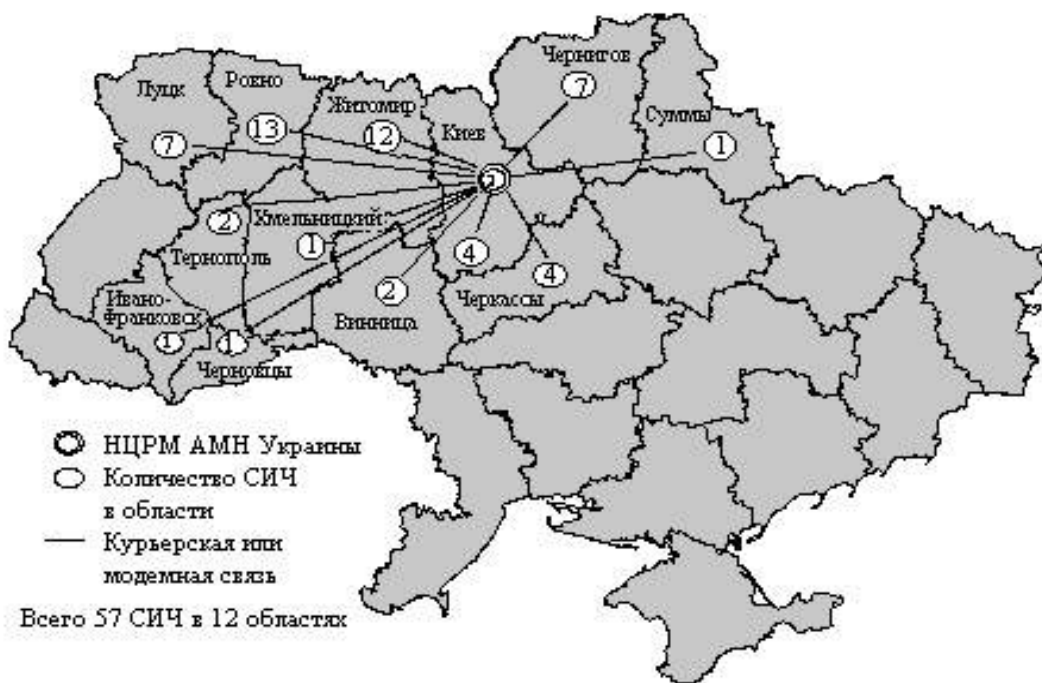


Рис. 3.9. Единая сеть счетчиков излучения человека Украины, созданная в рамках общедозиметрической паспортизации.

Таблица 3.19.

Изменение во времени (2001–2008 гг) распределения населенных пунктов по величине паспортной дозы

| Год  | Количество паспортизированных НП | Относительное количество (%) паспортизированных населенных пунктов с паспортной дозой (мЗв в год) |        |        |        |
|------|----------------------------------|---|--------|--------|--------|
|      |                                  | < 0,5   | 0,5–1  | 1–5    | >5     |
|      |                                  | «безопасно»   | 4 зона | 3 зона | 2 зона |
| 2001 | 2163                             | 67  | 15     | 18     | 0,23   |
| 2002 | 2163                             | 68  | 15     | 17     | 0,14   |
| 2003 | 2163                             | 71  | 16     | 13     | 0,09   |
| 2004 | 2163                             | 72  | 19     | 9      | < 0,01 |
| 2005 | 1831                             | 66  | 14     | 5      | < 0,01 |
| 2006 | 1967                             | 82  | 14     | 3,5    | 0,05   |
| 2007 | 1596                             | 81  | 15     | 3,6    | < 0,01 |
| 2008 | 1925                             | 86  | 12     | 0,02   | -      |

В таблице 3.19 приведена динамика изменения количества населенных пунктов в различных зонах в 2001, 2005 и 2008 гг. для отдельных областей Украины, где паспортизировалось наибольшее количество населенных пунктов. Как видно из приведенных в таблице данных, по результатам общедозиметрической паспортизации, начиная с 2001 г. ~ 15–19% всех паспортизируемых населенных пунктов находились в 4-й зоне «усиленного радиэкологического контроля», а 70–80 % вообще оказались вне установленных территориальных зон радиоактивного загрязнения.

Следует отметить, что в Киевской и Житомирской областях в 2001 – 2008 гг. количество населенных пунктов во 2–4-й зонах постоянно уменьшалось по сравнению с официальным распределением по Постановлению КМУ № 106 (табл. 3.20). Большинство НП в этих областях «сместились» в «безопасную» зону, где паспортная годовая доза не превышает 0,5 мЗв. В Ровенской области, согласно Постановлению КМУ № 106 большинство (~ 76%) НП было отнесено к третьей зоне «добровольного отселения» (паспортная доза должна быть в пределах 1–5 мЗв). Но уже в 2001 г.

в этой зоне осталось около 30% НП, а в 2008 ~ 7% НП. Большинство НП «сместились» в 4-ю зону (паспортная доза – 0,5–1 мЗв), либо в «безопасную» зону (паспортная доза <0,5 мЗв).

Таблица 3.20.

Сравнительный анализ результатов паспортизации населенных пунктов Украины в 2001, 2005, и 2008 гг.

| Область      | Количество населенных пунктов с годовыми дозами (мЗв год <sup>-1</sup> ) по годам |       |       |     |    |       |       |     |    |       |       |     |    |
|--------------|---|-------|-------|-----|----|-------|-------|-----|----|-------|-------|-----|----|
|              | всего   | 2001  |       |     |    | 2005  |       |     |    | 2008  |       |     |    |
|              |   | ≤ 0,5 | 0,5-1 | 1-5 | >5 | ≤ 0,5 | 0,5-1 | 1-5 | >5 | ≤ 0,5 | 0,5-1 | 1-5 | >5 |
| Винницкая    | 89  | 89    | –     | –   | –  | 88*   | –     | –   | –  | 87    | –     | –   | –  |
| Волынская    | 166   | –     | 3     | 163 | –  | 107   | 55    | 3   | –  | 121   | 40    | 3   | –  |
| Житомирская  | 698   | 472   | 135   | 93  | –  | 524   | 96    | 43  | –  | 569   | 74    | 14  | –  |
| Киевская     | 469   | 441   | 23    | 5   | –  | 428   | 13    | 3   | –  | 383   | 9     | –   | –  |
| Ровенская    | 339   | 99    | 109   | 126 | 5  | 151   | 122   | 59  | –  | 150   | 99    | 25  | –  |
| Черкасская   | 103   | 101   | 2     | –   | –  | 100*  | 2*    | –   | –  | 100   | 2     | –   | –  |
| Черниговская | 248   | 205   | 41    | 2   | –  | 216   | 11    | –   | –  | 205   | 11    | –   | –  |

Примечание: \* – данные за 2006 г. (в 2005 г. дозовая паспортизация не проводилась)

В 2008 г. почти 82 % тех НП Киевской и Житомирской областей, которые по Постановлению КМУ № 106 отнесены к 2–4-й зонам, фактически имеют «паспортной» дозу меньшую, чем 0,5 мЗв/год. То есть, по дозовым критериям, территории этих населенных пунктов уже потеряли статус «пострадавших». В Ровенской области паспортные дозы ниже 0,5 мЗв за год имеют 44 % населенных пунктов.

Наблюдается ежегодное уменьшение количества НП, которые по дозовым критериям могут быть отнесены к 3-й зоне (1–5 мЗв • год<sup>-1</sup>). Что касается 2-й зоны (доза > 5 мЗв), то начиная с 2000 г. в Киевской и Житомирской областях НП, соответствующих этой зоне, фактически не было, а в Ровенской области – в 2001 г. в этой зоне должны быть только 5 НП.

#### Дозы облучения, накопленные жителями Украины за 25 лет после Чернобыльской аварии

В таблице 3.21 приведены оценки средних (взвешенных по численности жителей в населенных пунктах) эффективных доз внешнего, внутреннего и суммарного (внешнее и внутреннее) облучения всех областей Украины. Оценки соответствующих доз в 1986 г., накопленные за период 1987–2011 гг. и за весь послеаварийный период, а также распределение населения для каждой области представлены в зависимости от плотности выпадений <sup>137</sup>Cs на почве. В таблице 3.22 аналогичные данные представлены для всей Украины в целом.

Таблица 3.21.

Эффективные дозы (мЗв) внешнего, внутреннего и суммарного облучения населения разных областей Украины в зависимости от плотности выпадений <sup>137</sup>Cs на почве в 1986 г.

| Область          | Плотность выпадений <sup>137</sup> Cs на почве, кБк/м <sup>-2</sup> | % населения | Эффективные дозы (мЗв) по годам от облучения |           |             |           |            |  |
|------------------|---|-------------|--|-----------|-------------|-----------|------------|--|
|                  |   |             | внешнего                                     |           | внутреннего |           | суммарного |  |
|                  |   |             | 1986   | 1987–2011 | 1986        | 1987–2011 | 1986–2011  |  |
| Винницкая        | <37   | 94          | 0,24   | 0,47      | 0,51        | 0,25      | 1,5        |  |
|                  | 37–185  | 6,3         | 1,7  | 3,4       | 3,40        | 0,31      | 8,8        |  |
| Волынская        | <37   | 97          | 0,19   | 0,38      | 0,43        | 2,4       | 3,4        |  |
|                  | 37–185  | 2,6         | 1,4  | 2,9       | 3,0         | 13        | 20,3       |  |
| Луганская        | <37   | 99          | 0,34   | 0,68      | 0,48        | 0,22      | 1,7        |  |
|                  | 37–185  | 0,69        | 1,0  | 2,1       | 1,7         | 0,33      | 5,2        |  |
| Днепропетровская | <37   | 100         | 0,1  | 0,19      | 0,18        | 0,19      | 0,65       |  |
|                  | 37–185  | 0,02        | 1,29   | 2,6       | 2,8         | 0,40      | 7,1        |  |

| Область           | Плотность<br>выпадения<br><sup>137</sup> Cs на почве,<br>кБк/м <sup>-2</sup> | %<br>насе-<br>ления | Эффективные дозы (мЗв) по годам от облучения |           |             |           |            |
|-------------------|--|---------------------|--|-----------|-------------|-----------|------------|
|                   |  |                     | внешнего                                     |           | внутреннего |           | суммарного |
|                   |  |                     | 1986   | 1987–2011 | 1986        | 1987–2011 | 1986–2011  |
| Донецкая          | <37  | 94                  | 0,2  | 0,39      | 0,29        | 0,21      | 1,1        |
|                   | 37–185   | 5,6                 | 1,1  | 2,2       | 1,4         | 0,27      | 5,0        |
| Житомирская       | <37  | 75                  | 0,2  | 0,4       | 0,37        | 0,58      | 1,5        |
|                   | 37–185   | 17                  | 2,5  | 5,1       | 1,4         | 5,9       | 14,9       |
|                   | 185–555  | 7,2                 | 6,8  | 14        | 1,9         | 3,4       | 25,8       |
|                   | 555–1440   | 0,69                | 20   | 39        | 8,2         | 12        | 79         |
|                   | >1440  | 0,06                | 52   | 103       | 22          | 32        | 208        |
| Закарпатская      | <37  | 100                 | 0,12   | 0,25      | 0,24        | 0,19      | 0,80       |
| Запорожская       | <37  | 100                 | 0,07   | 0,15      | 0,15        | 0,16      | 0,52       |
| Ивано-Франковская | <37  | 95                  | 0,26   | 0,52      | 0,55        | 0,36      | 1,7        |
|                   | 37–185   | 4,6                 | 1,7  | 3,4       | 3,5         | 0,5       | 9,0        |
| Киевская          | <37  | 76                  | 0,45   | 0,89      | 0,5         | 0,42      | 2,3        |
|                   | 37–185   | 22                  | 1,9  | 3,8       | 1,5         | 1,0       | 8,2        |
|                   | 185–555  | 1,1                 | 8,2  | 16        | 6,5         | 2,7       | 34         |
|                   | 555–1440   | 0,66                | 26   | 52        | 8,2         | 1,5       | 88         |
|                   | >1440  | 0,08                | 92   | 184       | 41          | 57        | 375        |
| Кировоградская    | <37  | 99                  | 0,20   | 0,40      | 0,37        | 0,15      | 1,1        |
|                   | 37–185   | 0,68                | 1,6  | 3,2       | 3,5         | 0,29      | 8,7        |
| АР Крым           | <37  | 100                 | 0,12   | 0,23      | 0,20        | 0,17      | 0,72       |
| Львовская         | <37  | 100                 | 0,09   | 0,17      | 0,17        | 0,16      | 0,58       |
|                   | 37–185   | 0,008               | 1,2  | 2,4       | 2,6         | 1,5       | 7,7        |
| Николаевская      | <37  | 100                 | 0,12   | 0,24      | 0,22        | 0,15      | 0,73       |
|                   | 37–185   | 0,06                | 2,4  | 4,8       | 5,3         | 0,50      | 13         |
| Одесская          | <37  | 100                 | 0,19   | 0,38      | 0,34        | 0,15      | 1,1        |
|                   | 37–185   | 0,19                | 1,3  | 2,7       | 2,9         | 1,5       | 8,5        |
| Полтавская        | <37  | 100                 | 0,17   | 0,33      | 0,31        | 0,22      | 1,0        |
| Ровенская         | <37  | 78                  | 0,28   | 0,56      | 0,45        | 1,1       | 2,4        |
|                   | 37–185   | 21                  | 2,2  | 4,3       | 1,9         | 14        | 22         |
|                   | 185–555  | 0,39                | 7,2  | 14        | 5,9         | 14        | 42         |
| Сумская           | <37  | 99                  | 0,21   | 0,42      | 0,41        | 0,32      | 1,4        |
|                   | 37–185   | 0,98                | 1,91   | 3,8       | 4,1         | 1,2       | 11         |
| Тернопольская     | <37  | 97                  | 0,15   | 0,30      | 0,35        | 0,37      | 1,2        |
|                   | 37–185   | 3,0                 | 1,6  | 3,1       | 3,3         | 0,77      | 8,7        |
| Харьковская       | <37  | 100                 | 0,18   | 0,36      | 0,32        | 0,17      | 1,0        |
|                   | 37–185   | 0,01                | 1,12   | 2,2       | 2,4         | 0,54      | 6,3        |
| Херсонская        | <37  | 100                 | 0,07   | 0,14      | 0,14        | 0,13      | 0,49       |
| Хмельницкая       | <37  | 98                  | 0,16   | 0,33      | 0,35        | 0,26      | 1,1        |
|                   | 37–185   | 1,7                 | 1,6  | 3,3       | 3,6         | 0,29      | 8,7        |
|                   | 185–555  | 0,003               | 6,7  | 13        | 15          | 0,15      | 35         |
| Черкасская        | <37  | 84                  | 0,30   | 0,59      | 0,59        | 0,27      | 1,7        |
|                   | 37–185   | 15                  | 1,9  | 3,7       | 3,3         | 0,54      | 9,5        |
|                   | 185–555  | 0,37                | 7,3  | 15        | 15,8        | 0,12      | 38         |
| Черновицкая       | <37  | 92                  | 0,36   | 0,72      | 0,74        | 0,35      | 2,2        |
|                   | 37–185   | 7,6                 | 1,7  | 3,4       | 3,2         | 0,34      | 8,6        |
|                   | 185–555  | 0,31                | 5,9  | 12        | 13          | 0,25      | 31         |
| Черниговская      | <37  | 97                  | 0,23   | 0,45      | 0,41        | 0,50      | 1,6        |
|                   | 37–185   | 3,2                 | 1,8  | 3,6       | 2,3         | 2,2       | 9,8        |
|                   | 185–555  | 0,08                | 7,4  | 15        | 8,1         | 4,0       | 34         |
|                   | 555–1440   | 0,01                | 18   | 35        | 35          | 12        | 100        |
| г. Киев           | <37  | 100                 | 0,48   | 0,96      | 0,28        | 0,13      | 1,9        |
| г. Севастополь    | <37  | 100                 | 0,2  | 0,40      | 0,34        | 0,14      | 1,1        |

В таблице 3.23 приведены оценки популяционно взвешенных эффективных доз облучения в разные временные периоды после Чернобыльской катастрофы для всех областей Украины, г. Киева, г. Севастополя, а также для всей Украины в целом.

В таблице 3.24 приведено распределение сельского населения Украины, проживающего на территориях, где плотность выпадений  $^{137}\text{Cs}$  в 1986 г. превышала  $37 \text{ кБк} \cdot \text{м}^{-2}$ , по интервалам доз, накопленных на протяжении 1986–2011 гг.

**Таблица 3.22.**

*Распределение популяционно взвешенных эффективных доз суммарного облучения жителей Украины в целом в зависимости от плотности выпадений  $^{137}\text{Cs}$  на почве*

| Плотность выпадений $^{137}\text{Cs}$ на почве, $\text{кБк}/\text{м}^2$ | % населения | Облучение, мЗв |           |            |           |           |
|---|-------------|----------------|-----------|------------|-----------|-----------|
|   |             | внешнее        |           | внутреннее |           | суммарное |
|   |             | 1986           | 1987–2011 | 1986       | 1987–2011 |           |
| <37   | 96          | 0,20           | 0,41      | 0,33       | 0,29      | 1,2       |
| 37-185  | 3,7         | 1,8            | 3,7       | 2,1        | 3,3       | 11        |
| 185-555   | 0,29        | 7,0            | 14        | 3,5        | 3,4       | 28        |
| 555-1440  | 0,04        | 23             | 46        | 8,4        | 6,4       | 84        |
| >1440   | 0,005       | 77             | 154       | 34         | 47        | 313       |

**Таблица 3.23.**

*Популяционно-взвешенные эффективные дозы (мЗв) суммарного облучения всего тела жителей разных областей Украины*

| Область           | Популяционно-взвешенные эффективные дозы (мЗв) суммарного излучения по временным интервалам (годы) |           |           |           |
|-------------------|--|-----------|-----------|-----------|
|                   | 1986   | 1987–1996 | 1997–2011 | 1986–2011 |
| Винницкая         | 1,02   | 0,61      | 0,30      | 1,93      |
| Волынская         | 0,72   | 2,34      | 0,81      | 3,86      |
| Луганская         | 0,84   | 0,60      | 0,31      | 1,75      |
| Днепропетровская  | 0,27   | 0,25      | 0,13      | 0,65      |
| Донецкая          | 0,60   | 0,47      | 0,25      | 1,32      |
| Житомирская       | 1,96   | 2,91      | 1,32      | 6,19      |
| Закарпатская      | 0,37   | 0,30      | 0,13      | 0,80      |
| Запорожская       | 0,22   | 0,20      | 0,10      | 0,52      |
| Ивано-Франковская | 1,01   | 0,70      | 0,31      | 2,03      |
| Киевская          | 1,96   | 1,86      | 0,94      | 4,76      |
| Кировоградская    | 0,61   | 0,38      | 0,19      | 1,18      |
| Крым (республика) | 0,32   | 0,27      | 0,13      | 0,72      |
| Львовская         | 0,25   | 0,22      | 0,11      | 0,58      |
| Николаевская      | 0,35   | 0,26      | 0,13      | 0,74      |
| Одесская          | 0,54   | 0,35      | 0,18      | 1,07      |
| Полтавская        | 0,48   | 0,38      | 0,17      | 1,04      |
| Ровенская         | 1,48   | 3,77      | 1,47      | 6,72      |
| Сумская           | 0,67   | 0,53      | 0,25      | 1,45      |
| Тернопольская     | 0,63   | 0,54      | 0,23      | 1,40      |
| Харьковская       | 0,50   | 0,36      | 0,17      | 1,03      |
| Херсонская        | 0,22   | 0,19      | 0,09      | 0,49      |
| Хмельницкая       | 0,59   | 0,43      | 0,20      | 1,22      |
| Черкасская        | 1,63   | 0,95      | 0,49      | 3,07      |
| Черновицкая       | 1,45   | 0,88      | 0,43      | 2,75      |
| Черниговская      | 0,77   | 0,79      | 0,34      | 1,90      |
| г. Киев           | 0,76   | 0,71      | 0,39      | 1,86      |
| г. Севастополь    | 0,54   | 0,35      | 0,19      | 1,08      |
| Вся Украина       | 0,71   | 0,69      | 0,32      | 1,72      |

Таблица 3.24.

Относительное (%) распределение жителей Украины, проживающих в сельской местности с уровнями выпадений  $^{137}\text{Cs}$  > 37 кБк · м<sup>2</sup> (в 1986 г.), по интервалам эффективных доз облучения всего тела, накопленных в разные периоды после Чернобыльской аварии

| Дозовые интервалы<br>(мЗв) | Временные интервалы (годы) |           |           |           |
|----------------------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                            | 1986                       | 1987–1996 | 1997–2011 | 1986–2011 |
|                            | % от всего населения       |           |           |           |
| <1                         | –                          | –         | 21        | –         |
| 1–2                        | 6,2                        | 22        | 34        | –         |
| 2–5                        | 60                         | 40        | 31        | 9,4       |
| 5–10                       | 26                         | 19        | 11        | 40        |
| 10–20                      | 6,9                        | 15        | 2,7       | 31        |
| 20–50                      | 0,78                       | 4,2       | 0,21      | 18        |
| 50–100                     | 0,01                       | 0,14      | –         | 1,5       |
| >100                       | –                          | –         | –         | 0,08      |

### 3.2. Состояние здоровья населения и стратегия его сохранения в отдаленный послеаварийный период

Украина принадлежит к странам с приоритетным развитием использования ядерной энергии. С начала 30-х годов развернуты ядерные исследования, а с конца 40-х – промышленная добыча и обогащение урана. Применение ядерных технологий сопровождалось неконтролируемым увеличением облучения персонала и населения при отставании медицинской защиты. Самым драматическим примером такого отношения стала авария на Чернобыльской АЭС. Лица, облученные из искусственных радиоактивных источников, в Украине принадлежат к следующим группам:

- персонал и пожарные ЧАЭС с диагнозом «острая лучевая болезнь», военные – участники ядерных испытаний в бывшем СССР;
- другие группы пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы (УЛПА, население радиоактивно загрязненных территорий, дети, облученные до рождения либо родившиеся от облученных родителей);
- оперативный персонал действующих АЭС Украины;
- персонал 30-километровой зоны, а также персонал, занятый в преобразовании объекта «Укрытие» в радиационно безопасный объект;
- персонал заводов и шахт ядерного цикла и население, проживающее в зонах АЭС и хвостохранилищ.

По состоянию на 01.01.2010 г., по Украине на учете в органах труда и социальной защиты населения пребывает 2.254.471 гражданин, пострадавший вследствие Чернобыльской катастрофы, из них УЛПА на ЧАЭС – 260 807 человек (в том числе: 65 666 человек – категории 1, 154 238 человек – категории 2, 40 903 человека – категории 3). Пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы насчитывается 1 993 664 человека, в том числе: 45 161 человек – категории 1, 64 660 человек – категории 2, 460 465 человек – категории 3, 922 762 человека – категории 4. Пострадавших от Чернобыльской катастрофы детей на учете находится 498 409 человек.

Современная ситуация не оставляет Украине иного пути, кроме как дальнейшее развертывание полного ядерного топливного цикла и расширение использования ядерной энергии. Развитие отрасли возможно только при применении международно признанных технологий и опыта радиационной медицинской защиты населения.

Такой опыт получен в результате выполнения работ по преодолению медицинских последствий Чернобыльской катастрофы, он является уникальным в мире приоритетным международным достоянием Украины и состоит из результатов:

- изучения основных закономерностей миграции радионуклидов в окружающей среде в послеварийный период;
- долгосрочного изучения влияния дозообразующих радионуклидов на здоровье населения после аварии;
- проведения мониторинга лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, с первоочередным обследованием детей и лиц детородного возраста;
- изучения закономерностей развития и течения болезней, смертности от заболеваний, определяющих состояние здоровья контингентов населения, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, а также разработки медицинских средств, направленных на смягчение негативных последствий катастрофы в отдаленном периоде после облучения;
- определения факторов риска развития наиболее распространенных заболеваний, приводящих к инвалидности, среди лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы;
- совершенствования существующих и разработки новых экономичных и малоинвазивных методов диагностики и лечения, реабилитации и профилактики, направленных на сохранение и восстановление состояния здоровья лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы;
- разработки принципов комплексной оценки эффективности мероприятий по преодолению последствий техногенных аварий;
- изучения острых эффектов (острая лучевая болезнь, ОЛБ), УЛПА без ОЛБ и связанных фатальных эффектов в общей популяции, облученной в значительно меньших дозах;
- оценки радиационно индуцированных катаракт у УЛПА, облученных в относительно высоких дозах и, возможно, повышенный риск катаракты у лиц, облученных в дозах, не превышающих 0,25 Гр;
- выявления рака щитовидной железы у лиц, облученных  $^{131}\text{I}$  в детском и подростковом возрасте;
- доказательства повышенного риска лейкемии среди УЛПА раннего и более отдаленных периодов.

Результаты исследования радиационных эффектов получили международное признание на 56-й (2008 г.) и 57-й (2010 г.) сессиях Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН). Необходимо отметить, что ученые наиболее пострадавших стран – Украины и Республики Беларусь – выступали единым фронтом.

### ***3.2.1. Состояние здоровья участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС***

Согласно результатам ежегодной диспансеризации пострадавших контингентов, на учете в ГРУ находится 314 192 УЛПА, из них 207 486 – УЛПА на ЧАЭС 1986-1987 гг. Эпидемиологическими исследованиями после аварии установлено наличие у УЛПА роста частоты и радиационных рисков стохастических и нестохастических эффектов облучения – лейкемии, отдельных форм солидных раков, неопухолевых заболеваний. Дескриптивный анализ долгосрочного мониторинга злокачественных новообразований в группах пострадавшего населения свидетельствует о превышении национальных показателей заболеваемости этой патологией только у УЛПА 1986-1987 гг. участия. Среди всех форм крупнейшим был рост



заболеваемости раком щитовидной железы – в 5,6 раз. Заболеваемость раком молочной железы превышала ожидаемый уровень у УЛПА 1986-1987 гг. женского пола в 1,5 раза (табл. 3.25).

**Таблица 3.25.**

*Заболеваемость участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС отдельными формами злокачественных новообразований (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)*

| Группа пострадавших, период наблюдения и нозология по МКБ-10                    | Количество заболевших |             | Стандартизированный показатель заболеваемости (SIR%) | 95% доверительный интервал |
|---|-----------------------|-------------|--|----------------------------|
|   | ожидаемое             | фактическое |  |                            |
| УЛНА 1986–1987 гг. (2004–2007 гг.): злокачественные новообразования (С.00-С.96) | 6649                  | 7190        | 108,1  | 105,6–110,6                |
| УЛПА 1986–1987 гг. (2004–2007 гг.): рак щитовидной железы (С.73)                | 53                    | 299         | 564,2  | 500,2–628,1                |
| Участницы ЛПА 1986–1987 гг. (2004–2007 гг.): рак молочной железы (С.50)         | 149                   | 226         | 151,7  | 131,9–171,5                |

Анализ радиационных рисков лейкемии у УЛПА, проведенный совместно НЦРМ и Национальным институтом рака США в рамках соглашения между Правительствами Украины и США в 1999 г., базировался на оценке 162 случаев лейкемии среди УЛПА, диагностированных за период 1986–2006 гг., обнаруженных исследованием «случай-контроль» в когорте из более 110 тыс. УЛПА и подтвержденных международной гематологической экспертизой.

Установлено, что в первые пятнадцать лет после облучения определяется достоверный избыточный риск лейкемии (табл. 3.26). Результаты подтверждены исследованиями российских ликвидаторов группой Международного агентства по исследованию рака ООН. В следующие 5 лет отмеченная тенденция к снижению радиационных рисков лейкемии среди ликвидаторов совпадает с данными обследования пострадавших вследствие атомных бомбардировок.

**Таблица 3.26.**

*Риски лейкемии у участников ликвидации последствий аварии (по данным совместного украинско-американского проекта, октябрь 2010)*

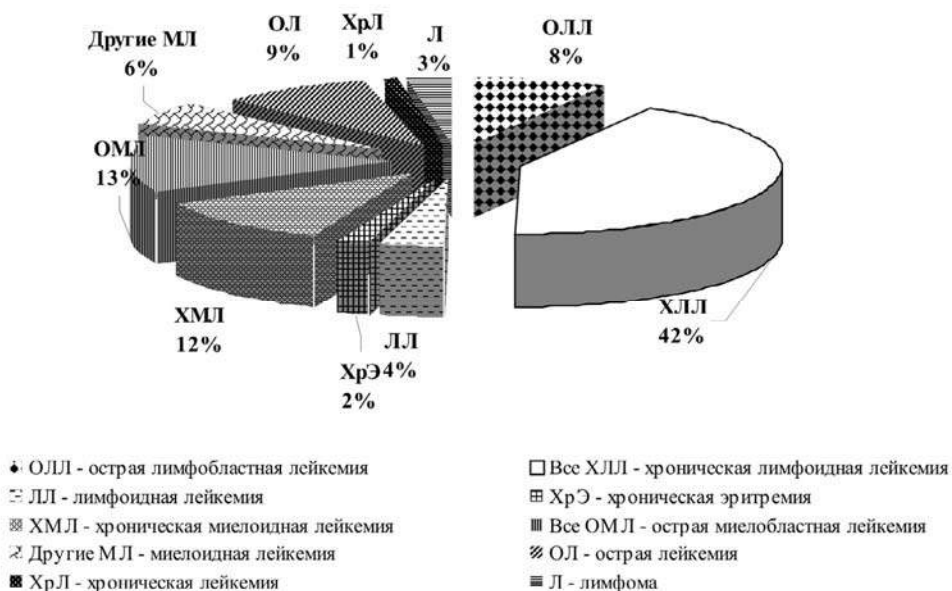
| Период наблюдения | Относительный избыточный риск, ERR | 95% доверительный интервал | Степень вероятности, p |
|-------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------|
| 1986–2000         | 3,44                               | 0,47–9,78                  | < 0,01                 |
| 1986–2006         | 1,37                               | 0,08–3,78                  | 0,03                   |

Проанализированное число зарегистрированных лейкемий в когорте ликвидаторов за период с 1986–2006 гг. продемонстрировало увеличение числа случаев лейкемий лимфоидного типа – хронической лимфоидной лейкемии (ХЛЛ) в сравнении с нелимфоидным типом.

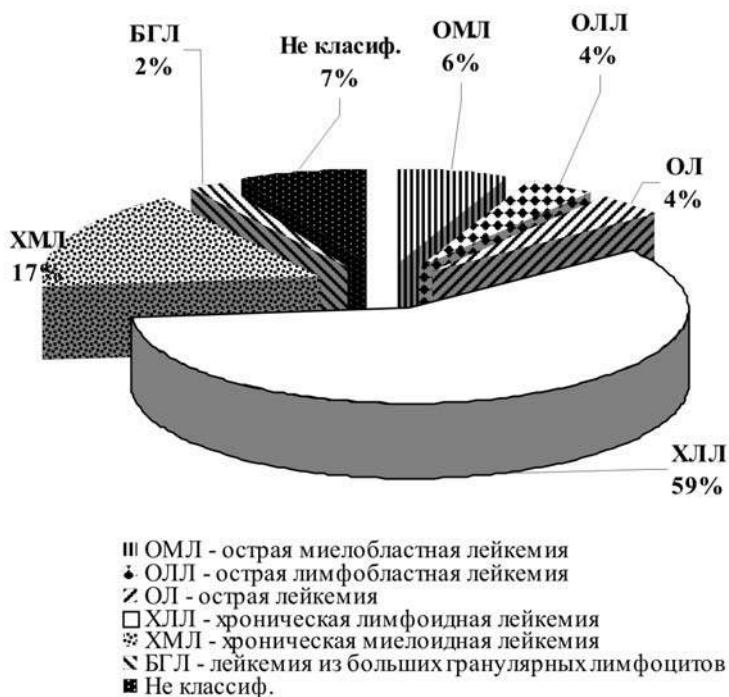
Согласно статистическим данным, заболеваемость ХЛЛ в украинской популяции занимает доминирующее место. Предварительный анализ заболеваемости среди УЛПА – мужчин (от 20 лет и старше) показал изменение структуры с увеличением числа лиц с ХЛЛ по сравнению с аналогичными показателями по Украине в целом: заболеваемость ХЛЛ среди мужского населения Украины составляет 42 %, а среди УЛПА – около 60 %; острой миелоидной лейкемией и хронической миелоидной лейкемией среди населения Украины – 12 % и 13 %, а среди УЛПА – 6 % и 17% соответственно. Другие онкогематологические заболевания занимают незначительное место в структуре заболеваемости среди УЛПА (рис. 3.10, 3.11).

Результаты мониторинга гемопоэтической системы среди УЛПА продемонстрировали, что в раннем поставарийном периоде у 25 % обследованных в периферической крови отмечалось

снижение числа лейкоцитов (лейкопения), у 12 % – лейкоцитоз, у 9,5 % лиц фиксировалось повышение содержания эритроцитов и гемоглобина, у 9 % – тромбоцитоз, у 14,5 % – лимфоцитоз, и у 10,5 % – моноцитоз. В отдаленные периоды наблюдения после аварии определяли следующее: лейкоцитоз и лейкопения – у 24 % и 19,7 % обследованных, у 7,6 % – тромбоцитопения, у 2,4% – тромбоцитоз. В 15% случаях встречалась би- и панцитопения. На 2010 год сохраняется стабильный процент пациентов с лейкопенией, тромбоцитопенией и анемией, и несколько увеличилось число лиц с лимфоцитозом.



**Рис. 3.10.** Структура случаев лейкоемии среди мужчин в возрасте 20 и старше в Украине в 2005 г.



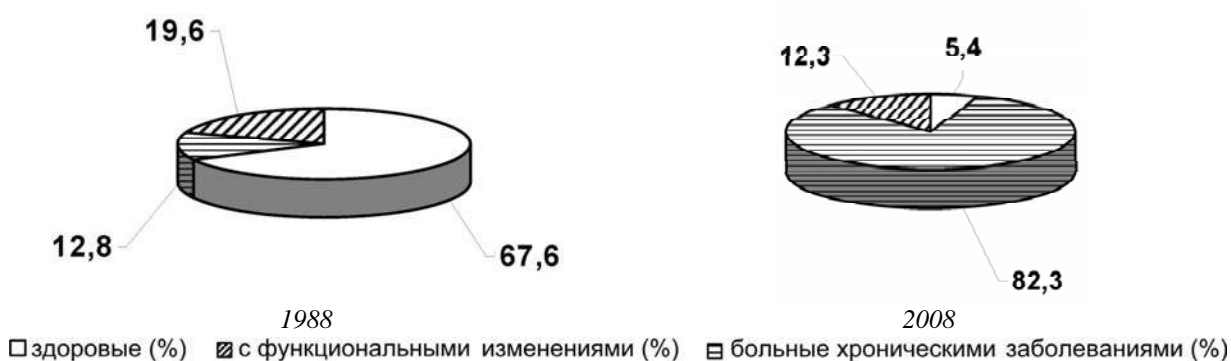
**Рис. 3.11.** Структура случаев лейкоемии, идентифицированных в когорте участников ликвидации последствий аварии 1987–2006 гг. (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

Для всего периода наблюдения при относительной нормализации количественных показателей характерными были качественные нарушения в ядре и цитоплазме клеточных элементов. Регистрировались мегакариоциты с увеличением числа «старых» клеток, наличием тромбоцитов гигантской формы, клеток с полиморфной зернистостью, а у части обследованных – агрегаты тромбоцитов, скопление микро- и макроформ.

#### **Неопухоловая заболеваемость участников ликвидации последствий аварии**

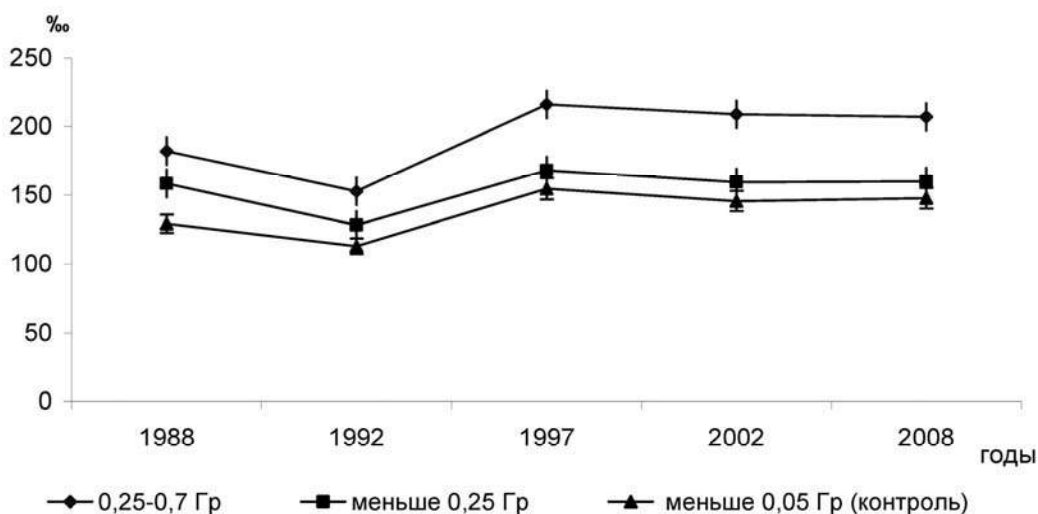
С 1988 по 2008 гг. среди УЛПА доля здоровых лиц уменьшилась с 67,6 % до 5,4%; с хронической неопухоловой патологией соответственно увеличилась с 12,8 % до 83,3 % (рис. 3.12).

Для всего периода наблюдения при относительной нормализации количественных показателей характерными были качественные нарушения в ядре и цитоплазме клеточных элементов. Регистрировались мегакариоциты с увеличением числа «старых» клеток, наличием тромбоцитов гигантской формы, клеток с полиморфной зернистостью, а у части обследованных – агрегаты тромбоцитов, скопление микро- и макроформ.



**Рис. 3.12.** Динамика интегральных показателей состояния здоровья УЛПА на ЧАЭС 1986–1987 гг. в период 1988–2008 гг. (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

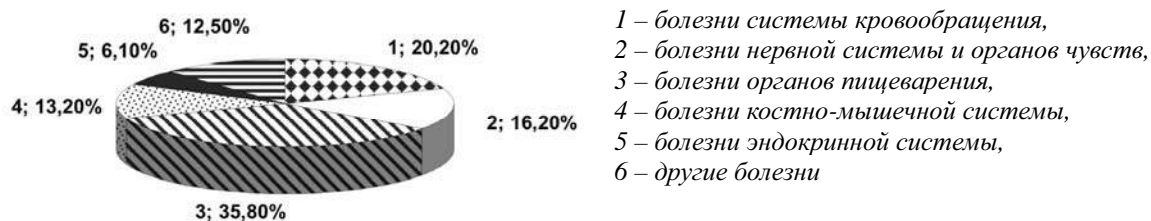
Ухудшение состояния здоровья УЛПА связано с комплексным воздействием радиационного и нерадиационных факторов, таких как возраст на момент облучения, время пребывания под риском и др.



**Рис. 3.13.** Динамика уровня неопухоловой заболеваемости УЛПА на ЧАЭС 1986–1987 гг. в когорте в целом в зависимости от дозы внешнего облучения всего тела (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

На основе когортных эпидемиологических исследований, выполненных в период 1988–2008 гг., определено, что послеаварийный период отличался у этого контингента увеличением уровня неопухолевых заболеваний (рис. 3.13), особенно среди лиц, получивших дозу внешнего облучения 0,25–0,7 Гр.

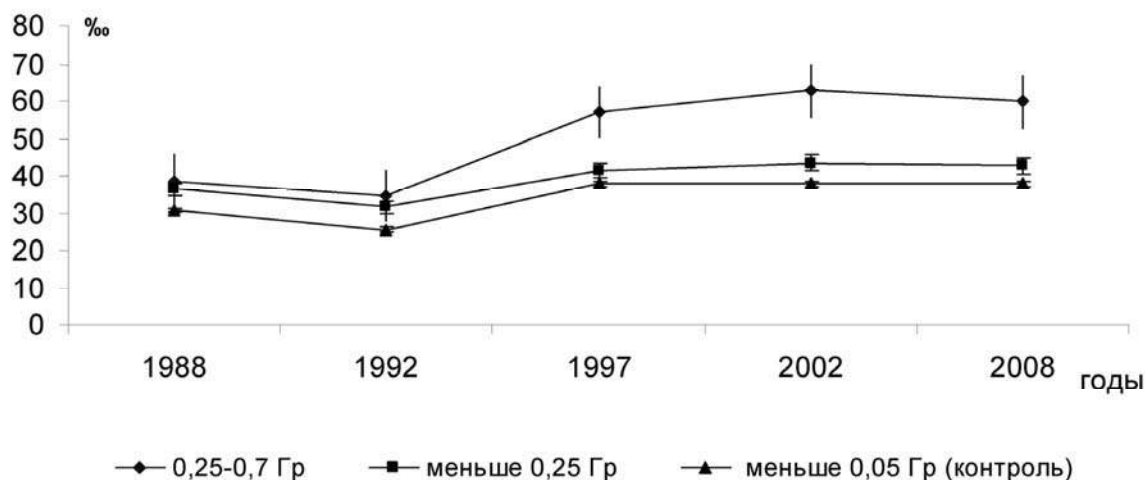
Основной вклад в ухудшение состояния здоровья когорты УЛПА 1986–1987 гг. вносят болезни органов пищеварения, системы кровообращения, нервной системы и органов чувств, костно-мышечной и эндокринной систем (рис. 3.14).



- 1 – болезни системы кровообращения,
- 2 – болезни нервной системы и органов чувств,
- 3 – болезни органов пищеварения,
- 4 – болезни костно-мышечной системы,
- 5 – болезни эндокринной системы,
- 6 – другие болезни

**Рис. 3.14.** Структура неопухолевой заболеваемости УЛПА 1986-1987 гг. за 2008 г. (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

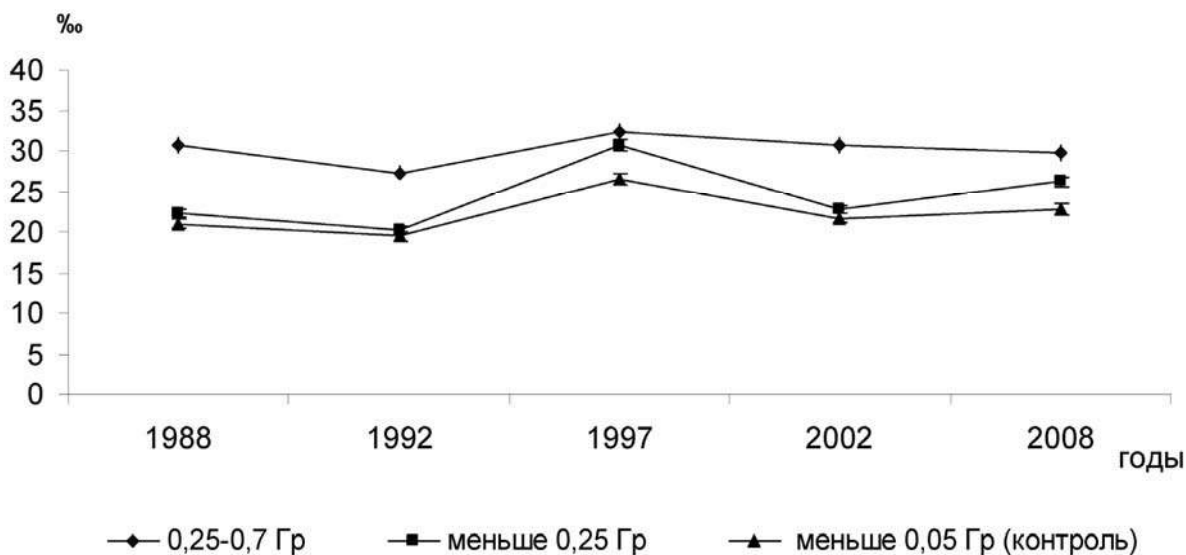
Влияние радиационного фактора на развитие неопухолевой заболеваемости УЛПА показано на примере динамики уровня отдельных классов и групп заболеваний – болезни системы кровообращения (рис. 3.15), органов пищеварения (рис. 3.16), эндокринной системы (рис. 3.17), прежде всего за счет неопухолевой патологии щитовидной железы.



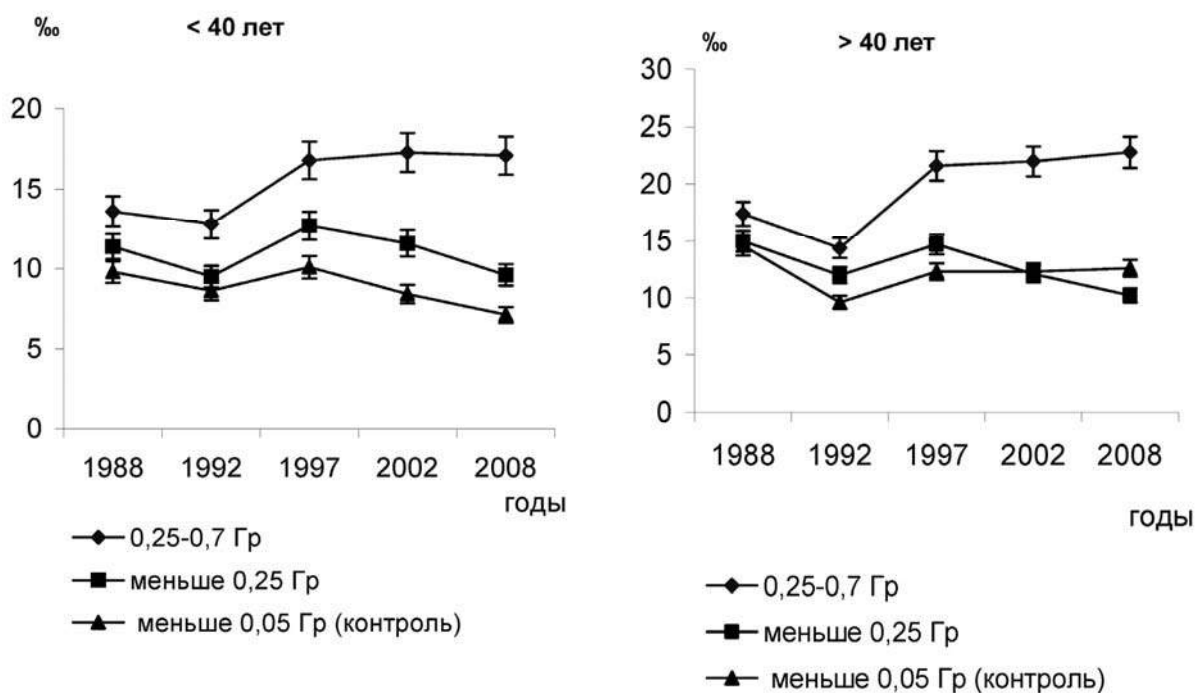
**Рис. 3.15.** Динамика уровня болезней системы кровообращения УЛПА на ЧАЭС 1986–1987 гг. в зависимости от дозы внешнего облучения всего тела (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

При анализе влияния возрастного фактора на развитие болезней эндокринной системы значимый эффект при меньшей дозе облучения (0,1–0,249 Гр) выявлен у лиц, возраст которых на момент облучения составлял 18–39 лет, что может свидетельствовать о более высокой радиочувствительности этой возрастной категории населения.

На основании риск-анализа для УЛПА на ЧАЭС 1986–1987 гг. в диапазоне доз внешнего облучения 0,25–0,7 Гр установлены достоверные дозозависимые риски развития болезней эндокринной системы в 1,24 раза, психических расстройств – в 3,57 раза, болезней системы кровообращения – в 1,25 раза, органов дыхания – в 1,29 раза, органов пищеварения – в 1,54 раза, мочевыделительной системы – в 1,43 раза.



**Рис. 3.16.** Динамика уровня болезней органов пищеварения УЛПА на ЧАЭС 1986–1987 гг. в зависимости от дозы внешнего облучения всего тела (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

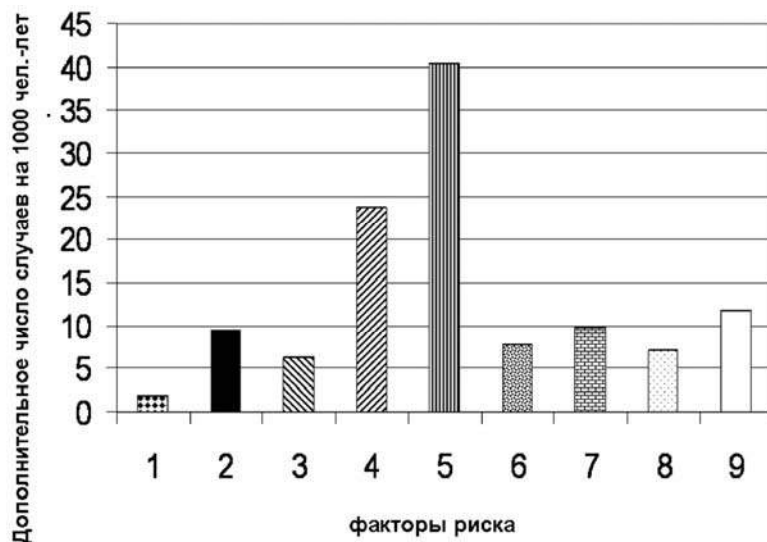


**Рис. 3.17.** Динамика уровня болезней эндокринной системы и обмена веществ УЛПА на ЧАЭС 1986–1987 гг. в зависимости от дозы внешнего облучения всего тела и возраста на момент участия в ликвидации последствий аварии (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

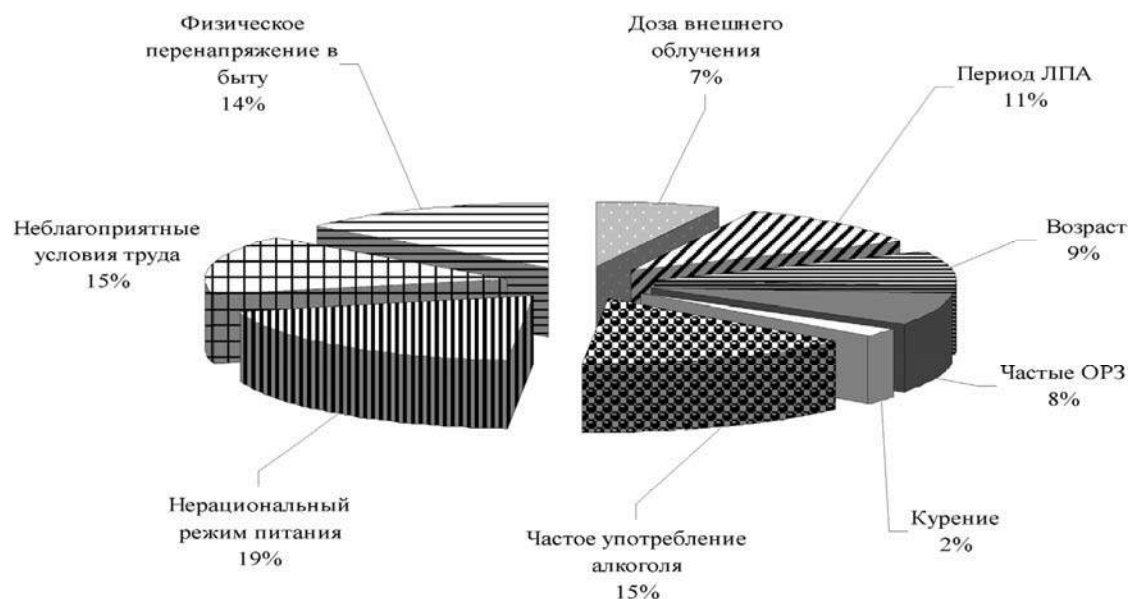
Расчеты дополнительных случаев развития отдельных неопухолевых заболеваний у УЛПА 1986-1987 гг., обусловленных воздействием радиационного фактора, на основе значений эксцессов абсолютного риска ( $EAR \cdot 10^3$  чел.-Гр), атрибутивного риска (АТР в %) за 25-летний период после облучения дают общую численность 81 631 таких случаев, учитывая такие болезни, как кардиомиопатия (28280), ишемическая болезнь сердца (3587), приобретенный

гипотиреоз, тиреоидит (8067), цереброваскулярные болезни (5943), синдромы головокружения и другие болезни вестибулярного аппарата (18 010), невротические расстройства, психопатии (4967), обструктивный хронический бронхит (1112), приобретенная киста почки (2695), хронический простатит (8970).

Развитие неопухолевых заболеваний у УЛПА обусловлено действием не только радиационного фактора, но и комплексом факторов нерадиационной природы, таких как возраст, неблагоприятные условия труда, вредные привычки, стресс, нерациональное питание, сопутствующие болезни и т.п. (рис. 3.18–3.19).

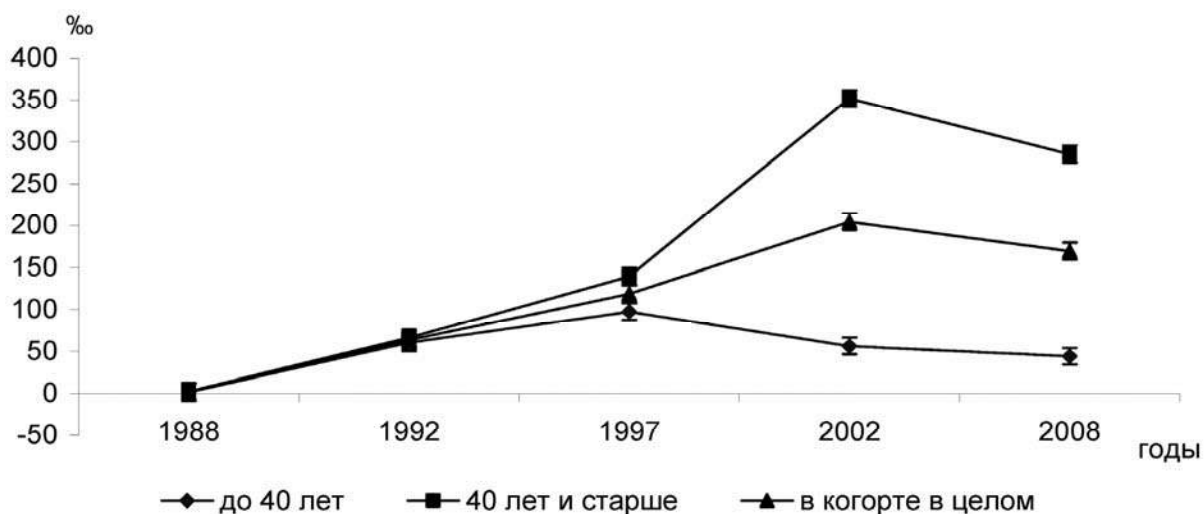


**Рис. 3.18.** Дополнительное число случаев (на 1000 человеко-лет) развития цереброваскулярной патологии при различных факторах риска (по данным клинко-эпидемиологического регистра ГУ «НЦРМ АМН Украины»).  
 1 – доза внешнего облучения 0,25–0,49 Гр; 2 – доза внешнего облучения 0,5–0,99 Гр;  
 3 – возраст 40–49 лет, 4 – возраст 50–59 лет, 5 – возраст 60–69 лет, 6 – наличие гипертонической болезни; 7 – наличие сахарного диабета, 8 – курение, 9 – психоэмоциональное перенапряжение.

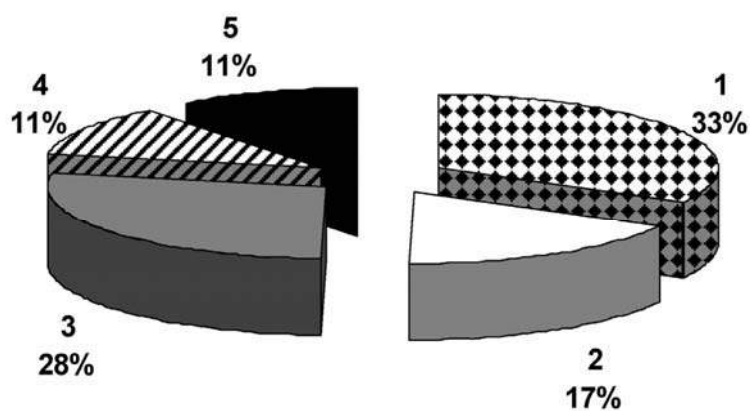


**Рис. 3.19.** Структура факторов риска развития хронического обструктивного бронхита у участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС.

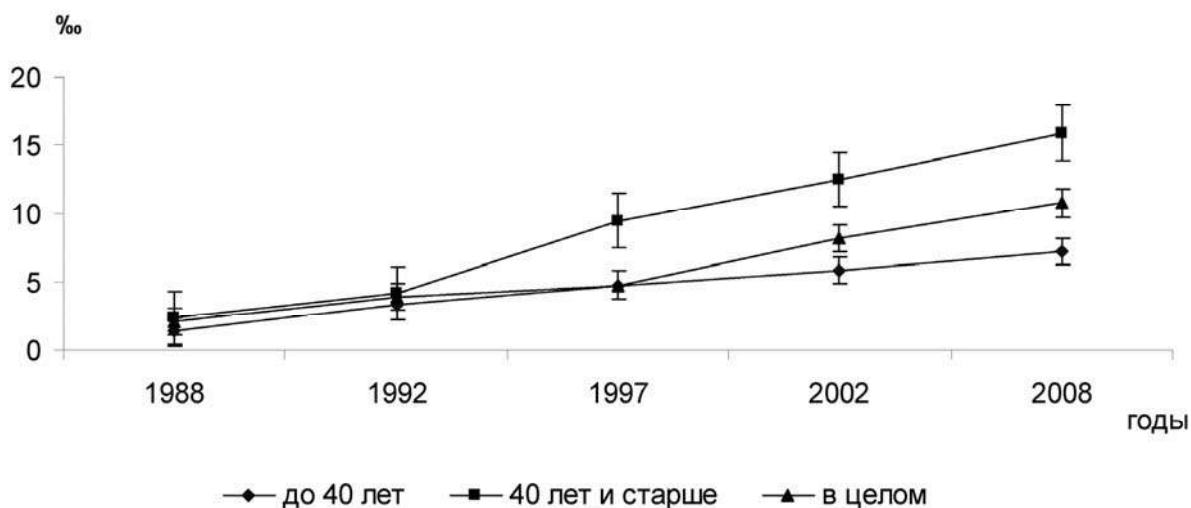




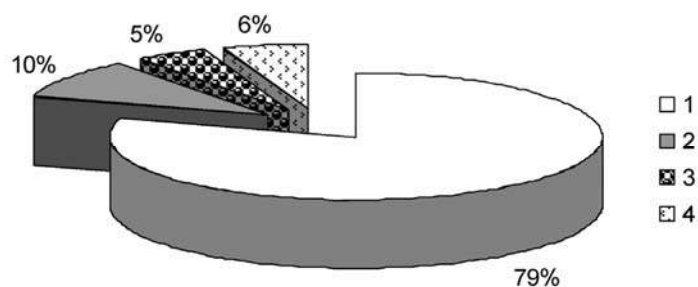
**Рис. 3.20.** Динамика инвалидности УЛПА на ЧАЭС 1986-1987 гг. за период 1988-2008 гг. в зависимости от возраста на момент участия в ЛПА (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).



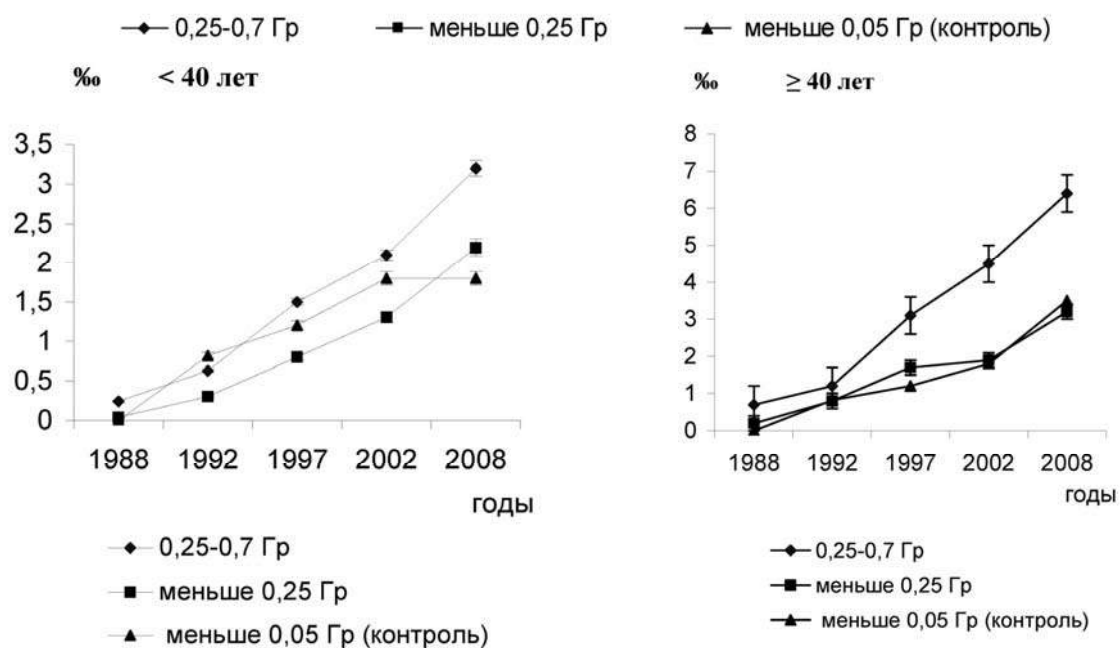
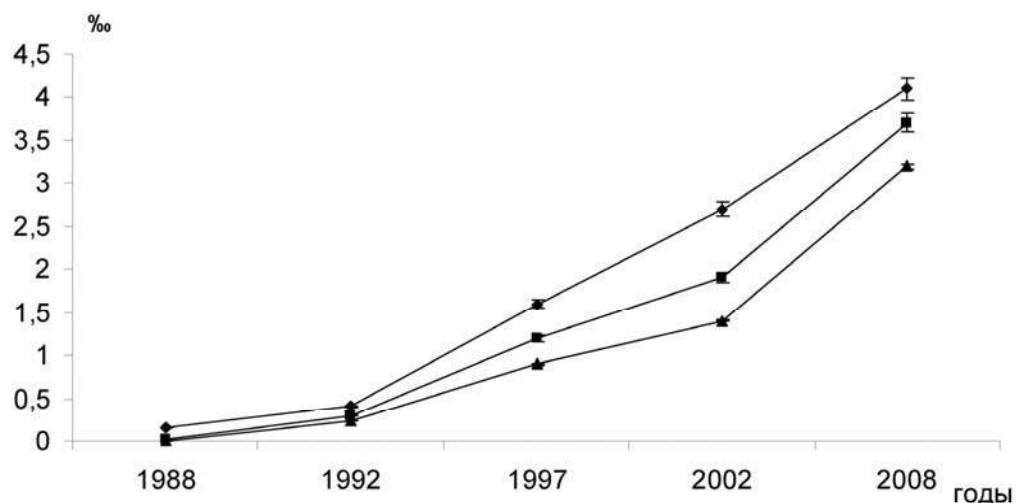
**Рис. 3.21.** Структура инвалидности от неопухолевых болезней у УЛПА на ЧАЭС 1986-1987 гг. за 2008 г. (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).  
 1 – болезни системы кровообращения, 2 – болезни нервной системы и органов чувств, 3 – болезни органов пищеварения, 4 – болезни органов дыхания; другие болезни.



**Рис. 3.22.** Динамика уровня смертности в период 1988-2008 гг. от неопухолевых болезней УЛПА на ЧАЭС 1986-1987 гг. в зависимости от возраста на момент участия в ЛПА (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).



**Рис. 3.23.** Структура смертности от неопухолевых болезней за 2008 г. УЛПА на ЧАЭС 1986–1987 гг. (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).  
 1 – болезни системы кровообращения, 2 – болезни органов пищеварения, 3 – болезни органов дыхания, 4 – другие болезни.



**Рис. 3.24.** Динамика уровня смертности от неопухолевых болезней в период 1988–2008 гг. среди УЛПА на ЧАЭС 1986–1987 гг. в зависимости от возраста на момент участия в ЛПА и дозы внешнего облучения всего тела (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

За период с 1988 по 2008 гг. значительно возросла **инвалидность** УЛПА, с максимумом роста в 2002 г. (рис. 3.20). Снижение частоты инвалидности с 2003 до 2008 года можно объяснить, прежде всего, влиянием факторов «реализации», а также «вымирания».

В структуре причин инвалидности обследованных ведущую роль играют болезни органов кровообращения, нервной системы и органов чувств, пищеварения, эндокринной системы (рис. 3.21).

**Смертность** УЛПА от неопухолевых болезней за период 1988-2008 гг. возросла с 2,2 ‰ до 12,0 ‰ (рис. 3.22).

Самый высокий уровень смертности от неопухолевых болезней, рост ее в динамике после облучения определены среди лиц, возраст которых был на момент облучения 40–60 лет, что, очевидно, следует связать с влиянием фактора «старения».

В структуре причин смерти УЛПА на ЧАЭС 1986–1987 гг. ведущую роль играют болезни системы кровообращения (их вклад в структуру смертности составляет около 80 %), а также дыхания, пищеварения, нервной системы и органов чувств, эндокринной системы (рис. 3.23).

Самые высокие уровни смертности УЛПА от неопухолевых заболеваний зарегистрированы среди лиц, получивших дозы внешнего облучения всего тела в диапазоне от 0,05 до 0,7 Гр, прежде всего это касается дозовой субкогорты 0,25–0,7 Гр (рис. 3.24).

Путем риск-анализа определены достоверные дозозависимые эффекты развития смертности УЛПА на ЧАЭС 1986–1987 гг. от неопухолевых болезней и болезней системы кровообращения (табл. 3.27).

На данном этапе наблюдения достоверных дозозависимых эффектов риска смертности у лиц в возрасте до 40 лет на момент аварии на ЧАЭС не установлено. Это может быть объяснено возможной реализацией рисков на более отдаленном этапе. Вероятные дозозависимые эффекты смертности от сердечно-сосудистых болезней установлены в субкогорте УЛПА в возрасте 40–60 лет на момент облучения. Значения эксцессов относительного риска приведены в табл. 3.30.

**Таблица 3.27.**

*Достоверные относительные риски (RR) смертности от неопухолевых болезней у УЛПА на ЧАЭС 1986–1987 гг. независимо от возраста при дозах внешнего облучения всего тела 0,25–0,7 Гр (D средняя = 0,3 Гр) за 1988–2007 гг (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)*

| Классы и нозологические формы болезней | Код МКБ-9 | Относительный риск (RR) | Доверительный интервал |
|--|-----------|-------------------------|------------------------|
| Болезни системы кровообращения:        | 390–459   | 2,4                     | (1,21;3,8)             |
| – гипертоническая болезнь              | 401–405   | 1,34                    | (1,19;3,1)             |
| – ишемическая болезнь сердца           | 410–414   | 2,81                    | (1,9;3,72)             |
| – цереброваскулярные болезни           | 430–438   | 2,41                    | (1,3; 3,7)             |

Значения эксцессов относительных рисков смертности от болезней системы кровообращения, определенные по результатам исследований НЦРМ, совпадают с данными других ученых, полученными при исследовании пострадавших вследствие ядерных бомбардировок городов Хиросима и Нагасаки («пожизненное наблюдение» – Life Span Study) [1] и радиационно облученных контингентов по данным Российского медико-демографического регистра [2].

### **3.2.2. Состояние здоровья эвакуированных в детском возрасте на момент аварии**

Известно, что организм детей и подростков более подвержен воздействию негативных факторов внешней среды по сравнению с функционально и морфологически сформированными взрослыми лицами.

Оценка абсолютных рисков развития (первичной заболеваемости) женщин и мужчин, эвакуированных из 30-км зоны ЧАЭС в детском и подростковом возрасте, за период 1993–2007 гг., свидетельствует о том, что высокие абсолютные риски развития наблюдаются для болезней нервной системы, органов пищеварения, системы кровообращения.

Среди болезней органов чувств и нервной системы наиболее распространенной патологией является ангиопатия сетчатки. Для ряда общих заболеваний ангиопатии, включая ангиопатии сетчатки, являются не осложнениями, а интегративной частью патологического процесса и могут проявляться до появления других симптомов.

Распространенность и относительный риск ангиопатии сетчатки проанализированы в группах из когорты в 3 773 эвакуированных из г. Припяти лиц, проживающих в Киеве, которые были комплексно обследованы в 1992-1998 годах. Группы формировались по возрасту в период аварии: первое детство (4–7 лет), второе детство (девочки 8–11 лет, мальчики 8–12 лет), подростковый возраст (девочки 12–15 лет, мальчики 13–16 лет), юношеский возраст (девушки 16-20 лет, юноши 17–21 года). «Подростковая» и «юношеская» группы – всего 1617 человек – были внутренним контролем для групп, облученных в детском возрасте, а также сравнивались между собой. Кроме того, определены относительные риски ангиопатии для всех 4 групп эвакуированных по сравнению с контролем, в качестве которого использованы данные обследования 105 человек, не имевших контакта с ионизирующим излучением.

В результате исследования во всех 4 группах выявлена широкая распространенность патологии сосудов сетчатки. В группе облученных в возрасте 4–7 лет она составляла 258,62, 8–12 лет – 320,79, 11–16 лет – 262,22 и 17–21 лет – 267,39 на 1000 осмотренных. Распространенность ангиопатии, вопреки привычным нормам, была наибольшей в группе облученных в возрасте 8–12 лет, а не в группах более старших лиц. Относительный риск (RR) для каждой из групп облученных лиц, по сравнению с контролем, оказался выше именно для облученных в возрасте 8–12 лет и составил 2,60 (1,54; 4,37) при  $\chi^2 = 16,89$  и  $p = 0,00004$ , тогда как для облученных в возрасте 4–7 лет – 2,09 (1,06; 4,13) при  $\chi^2 = 4,64$  и  $p = 0,0312$ . При сравнении относительных рисков для облученных в детском возрасте с другими двумя группами эвакуированных выяснилось, что для облученных в 8-12 лет RR составляет 1,22 при доверительном промежутке 1,03; 1,45,  $\chi^2 = 5,25$  и  $p = 0,0219$ , по сравнению с облученными подростками, разница достоверна. Для всех облученных в детском возрасте, по сравнению с «подростковой» группой, относительный риск также был достоверно больше (RR = 1,2 при доверительном промежутке 1,01; 1,42,  $\chi^2 = 4,47$  и  $p = 0,03439$ ).

Таким образом, облученные в детском возрасте, особенно в возрасте 8-12 лет, имеют высокий уровень риска развития сосудистой патологии сетчатки. По данным обследования в отдаленный период, относительные риски развития неопухоловой заболеваемости проанализированы отдельно для женщин и мужчин, эвакуированных из 30-км зоны Чернобыльской АЭС в возрасте до 18 лет, в зависимости от возраста во время эвакуации (табл. 3.28).

У женщин, эвакуированных в детском возрасте, по сравнению с женщинами, эвакуированными в подростковом возрасте, достоверно выше риск заболеваемости по классу болезней кожи и подкожной клетчатки. Напротив, для женщин, эвакуированных в подростковом возрасте, при сравнении с эвакуированными в детском возрасте, выше риск заболеть психическими расстройствами, болезнями нервной системы и органов чувств, болезнями органов дыхания, болезнями органов пищеварения, болезнями мочеполовой системы.

Так же, для мужчин, эвакуированных в детском возрасте (при сравнении с эвакуированными в подростковом возрасте) достоверно выше риск заболеть болезнями системы кровообращения, кожи и подкожной клетчатки. У эвакуированных в подростковом возрасте мужчин, по сравнению с эвакуированными детьми, достоверно выше риск заболеть болезнями нервной системы и органов чувств, органов пищеварения и мочеполовой системы.

Таблица 3.28.

*Относительные риски развития неопухолевой заболеваемости для эвакуированных из 30-км зоны Чернобыльской АЭС в подростковом возрасте (по данным обследования в период 1993–2007 гг.) по сравнению с эвакуированными в детском возрасте (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)*

| Классы, группы болезней и нозологические формы         | Шифр МКБ-9 | Мужчины |            | Женщины |            |
|--|------------|---------|------------|---------|------------|
|  |            | RR      | CI         | RR      | CI         |
| Болезни эндокринной системы                            | 240–279    | 1,08    | 0,80; 1,47 | 1,20    | 0,99; 1,45 |
| Психические расстройства                               | 290–319    | 0,95    | 0,64; 1,41 | 1,49    | 1,10; 2,03 |
| Болезни нервной системы и органов чувств               | 320–389    | 1,56    | 1,39; 1,75 | 1,46    | 1,31; 1,61 |
| Болезни системы кровообращения                         | 390–459    | 0,78    | 0,67; 0,92 | 1,04    | 0,92; 1,17 |
| Болезни органов дыхания                                | 460–519    | 1,09    | 0,85; 1,40 | 1,42    | 1,12; 1,81 |
| Болезни органов пищеварения                            | 520–579    | 1,38    | 1,23; 1,55 | 1,70    | 1,52; 1,91 |
| Болезни мочеполовой системы                            | 580–629    | 2,06    | 1,45; 2,93 | 2,42    | 1,97; 2,96 |
| Болезни кожи и подкожной клетчатки                     | 680–709    | 0,62    | 0,49; 0,80 | 0,71    | 0,57; 0,88 |
| Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани | 710–739    | 1,32    | 0,87; 2,00 | 1,20    | 0,90; 1,59 |

Примечания: RR – относительный риск; CI – доверительный интервал

Таким образом, доказано, что действие ионизирующей радиации в группах, облученных вследствие Чернобыльской катастрофы, существенно модифицировалось таким фактором, как возраст облучаемых, при этом наиболее опасным возрастным периодом, на основании данных анализа заболеваемости и распространенности патологических состояний в отдаленном периоде, является не ранний детский возраст, а возраст с 8 до 12 лет и подростковый период (с 12 до 15–16 лет).

### ***3.2.3. Медицинские последствия Чернобыльской катастрофы для различных контингентов пострадавшего детского населения***

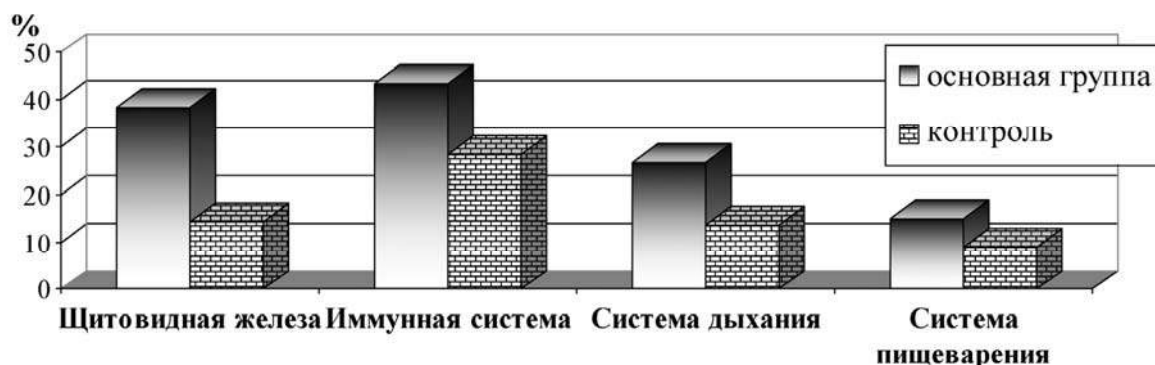
Медицинские последствия Чернобыльской катастрофы изучались в многочисленных когортах детей, эвакуированных из 30-км зоны ЧАЭС, детей – жителей контаминированных территорий, детей, подвергшихся внутриутробному облучению, и детей родившихся от облученных родителей. Всего под наблюдением НЦРМ в послеаварийный период находилось более 50 тыс. пострадавших детей.

#### ***Изменения в состоянии здоровья детей, подвергшихся воздействию радиоактивного йода и других неблагоприятных факторов Чернобыльской аварии***

В раннюю фазу Чернобыльской аварии (26.04.1986–01.09.1986) дети, эвакуированные из зоны отчуждения Чернобыльской АЭС, в первые дни предъявляли жалобы на ощущение жжения в горле и металлический привкус во рту (55,7 %), покашливание (31,1 %), утомляемость (50,1 %), головную боль (39,3 %), головокружение (27,8 %), нарушения сна (18,0 %), обмороки (9,8 %), тошноту и рвоту (8,0 %), расстройства стула (6,9 %). У 31,0 % детей выявлялся респираторный синдром, у 32,2 % – гиперплазия лимфоидной ткани, у 18,0 % – функциональные нарушения со стороны кардиоваскулярной системы, у 9,4 % – желудочно-кишечного тракта, у 9,8 % – увеличение печени, у 3,2 % – селезенки, у 34,2 % – количественные и у 92,2 % – качественные изменения параметров гемограммы.

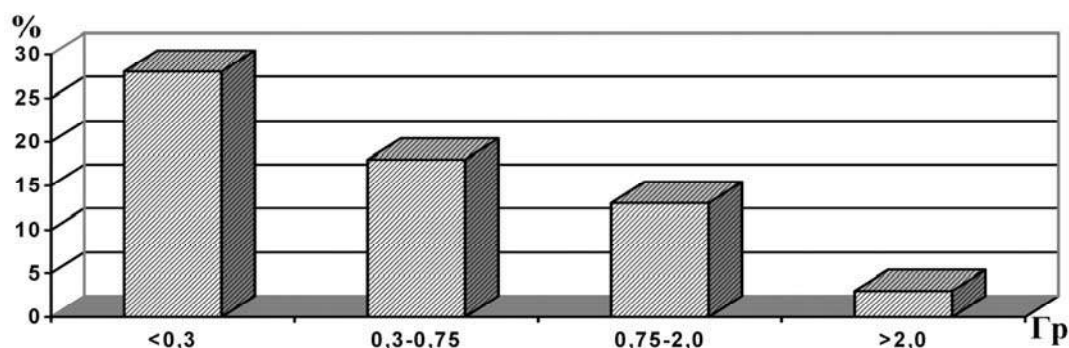
В первые годы (1986–1991 гг.) наиболее типичными были функциональные нарушения со стороны различных органов и систем. У детей, эвакуированных из 30-км зоны, и у детей – жителей радиоактивно загрязненных территорий они имели однонаправленный характер. У 70,3 % из них проявлялись признаки вегето-сосудистой дисфункции, у 40,0 % – функциональные изменения со стороны сердца, у 53,5 % – нарушение вентиляционной и нереспираторной функции легких, и у 82,4 % – функциональные расстройства со стороны пищеварения. Они

развивались на фоне интенсификации свободнорадикальных процессов в организме, умеренной супрессии Т-клеточного звена иммунитета и дисиммуноглобулинемии. Хроническая патология регистрировалась редко. Установлено высокое количество детей в группах риска по развитию патологии щитовидной железы, иммунной, дыхательной, пищеварительной систем, которые начали реализовываться с 1989–1990 (рис. 3.25).



*Рис. 3.25. Процент детей в группах риска по развитию патологии наиболее облученных органов и систем (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).*

Для последующих пяти лет (1992–1996 гг.) характерна трансформация функциональных расстройств в хроническую соматическую патологию. Наблюдалось уменьшение численности практически здоровых детей и увеличение количества детей с хронической соматической патологией, как среди эвакуированных из 30-км зоны, так и среди детей-жителей загрязненных территорий. Самый низкий уровень здоровья имели дети с дозой облучения щитовидной железы свыше 2,0 Гр (рис. 3.26).

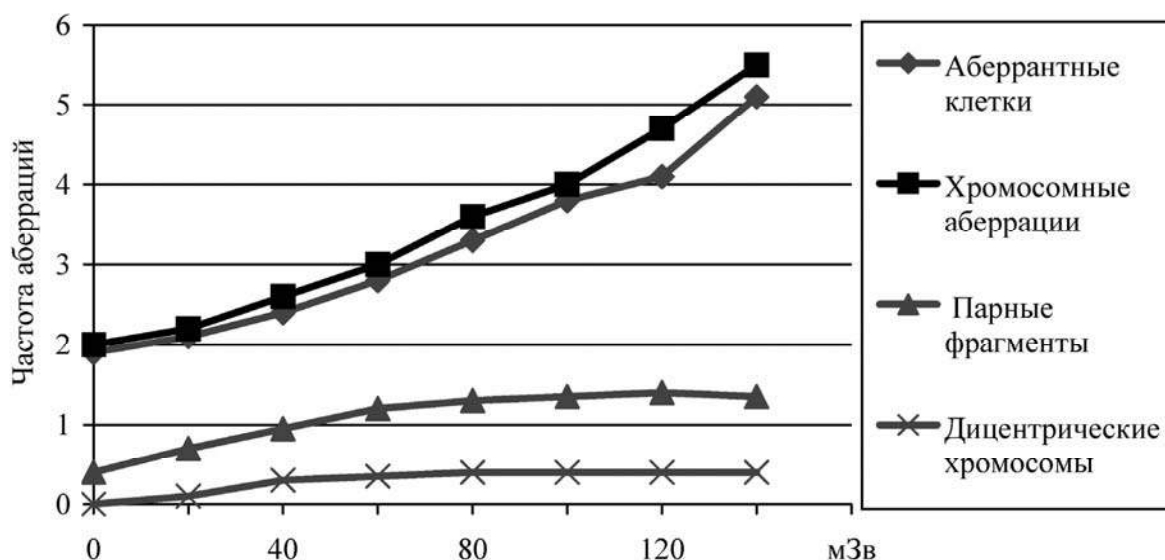


*Рис. 3.26. Количество практически здоровых детей с различными дозами облучения щитовидной железы (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).*

В 1997–2001 гг. наблюдался устойчивый тренд к снижению здоровья детей, как эвакуированных из 30-км зоны ЧАЭС, так и жителей радиоактивно загрязненных территорий. Распределение по группам здоровья в 2001 году было следующим: среди эвакуированных из 30-км зоны не было ни одного ребенка с I группой здоровья, II группа здоровья установлена в 23,4 %, III – в 63,9 %, IV – в 12,7 %; среди детей – жителей загрязненных территорий I группа здоровья определена в 6,3 %, II – в 26,1 %, III – в 57,5 %, IV – в 10,1 %.

На контингенте детей – жителей Народичского района, распределенных на 2 дозовые подгруппы (по 600 человек в каждой) с коллективными дозами в 2,6 человеко-Зв (I подгруппа) – и в 9,4 человеко-Зв (II подгруппа), установлена достоверно выше частота болезней органов дыхания (в 2,0 раза), вегетососудистой дисфункции (в 1,52 раза), фиброгизации ткани печени

(в 2,3 раза) и нарушений со стороны крови (в 2,5 раза) в подгруппе детей с коллективной дозой 9,4 человеко-Зв. Обнаружена дестабилизация хромосомного аппарата соматических клеток, которая зависела от дозы общего облучения (рис. 3.27).



*Рис. 3.27. Зависимость частоты хромосомных aberrаций в лимфоцитах периферической крови от дозы общего облучения (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).*

Выявлены особенности развития соматической патологии: возникновение заболеваний в более молодом возрасте; полисистемный, полиорганный характер поражений; длительное, рецидивирующее течение с относительной резистентностью к терапии.

Низкий уровень здоровья этих контингентов пострадавших сохранялся на протяжении всего периода детства. В 17–18 летнем возрасте хроническая соматическая патология выявлялась у 76,6 % эвакуированных из 30-км зоны ЧАЭС и 66,7 % – жителей радиоактивно загрязненных территорий, а уровень патологической пораженности достигал 5,7.

Таким образом, дети, подвергшиеся воздействию радиойода и других неблагоприятных факторов Чернобыльской катастрофы, вступили в репродуктивный возраст, обремененные многочисленными хроническими заболеваниями, что не может не сказаться на состоянии здоровья их потомков.

**Оценка состояния здоровья детей, родившихся от родителей, эвакуированных в детском возрасте из г. Припять и 30-км зоны на ЧАЭС (I группа), и детей – жителей 2–3 зон радиоактивного загрязнения, родители которых на момент аварии были детьми, проживали и проживают до сих пор в этих населенных пунктах (II группа),** действительно, показала, что количество практически здоровых среди них не превышало 10 %, а индекс патологической пораженности достигал 5,39. Физическое развитие, которое является одним из основных критериев, характеризующих состояние здоровья, у 62,40–62,58 % детей отличается дисгармоничностью. Частота нарушений гармоничности физического развития в I группе увеличивалась за счет детей, которые имели дефицит массы тела относительно роста, а во II группе, кроме этого, в связи с повышением количества детей с дефицитом роста. Почти у четверти (24,6 %) детей – жителей радиоактивно загрязненных территорий дисгармоничность физического развития сочеталась с отставанием биологического возраста от паспортного. Фенотипические особенности детей основных групп характеризовались увеличением частоты морфогенетических вариантов с множественными дисморфиями, среди которых главное место занимали малые аномалии развития (МАР) опорно-двигательного аппарата, соединительной

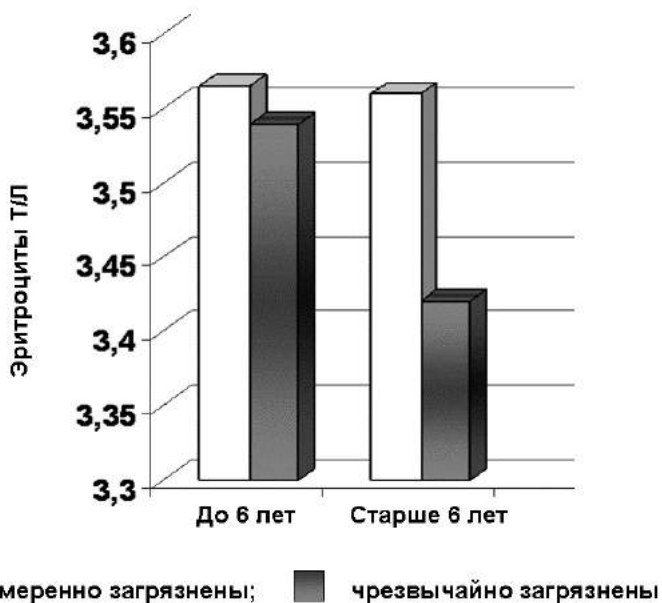


ткани и органные дисплазии. В иммунном статусе этих детей определялось наличие иммунного дисбаланса: уменьшение относительного количества CD3<sup>+</sup>56<sup>+</sup> лимфоцитов, разбалансировка иммунорегуляторных субпопуляций, снижение уровня IgA и уменьшение фагоцитарного числа.

Установлено, что на формирование хронической соматической патологии у детей, родившихся от лиц, облученных в детском возрасте, влияет сложный комплекс неблагоприятных факторов, ведущими из которых являются отягощенная наследственность, неблагоприятная микросоциальная среда, многочисленные медико-биологические факторы риска у матери, некоторые патологические состояния ребенка в младенческом периоде, определенные особенности раннего детского возраста. Выявлены достоверные корреляционные связи между дозовыми нагрузками на щитовидную железу матери, дозой общего облучения матери и/или отца и развитием иммунодефицитных состояний у их детей.

Результаты обследования эритроцитарного, лейкоцитарного и тромбоцитарного звеньев гемопоэза у детей, эвакуированных из г. Припяти и 30-км зоны в ранние сроки после аварии, и проживающих на наиболее загрязненных радионуклидами территориях Киевской, Житомирской и Черниговской областей, в динамике наблюдения – 1986, 1996, 2009 гг., не обнаружили увеличения числа лиц с количественными изменениями в гемограмме (лимфоцитоз, моноцитоз, эозинофилии). Однако за последние 10 послеварийных лет увеличилась с 40 % до 69 % доля детей с качественными изменениями в элементах гемопоэза в виде повышения числа дегенеративных и аберрантных клеточных форм.

Увеличилась доля детей с дефицитными анемиями: в 1996 г. число таких детей достигало 25 %, в 2003 г. – 31 %, в 2009 г. – 46,5 %. Кроме того, у детей старшего возраста с дефицитными анемиями уменьшение числа эритроцитов крови зависело от степени суммарного загрязнения территорий – воздуха, воды и почв (рис. 3.28).



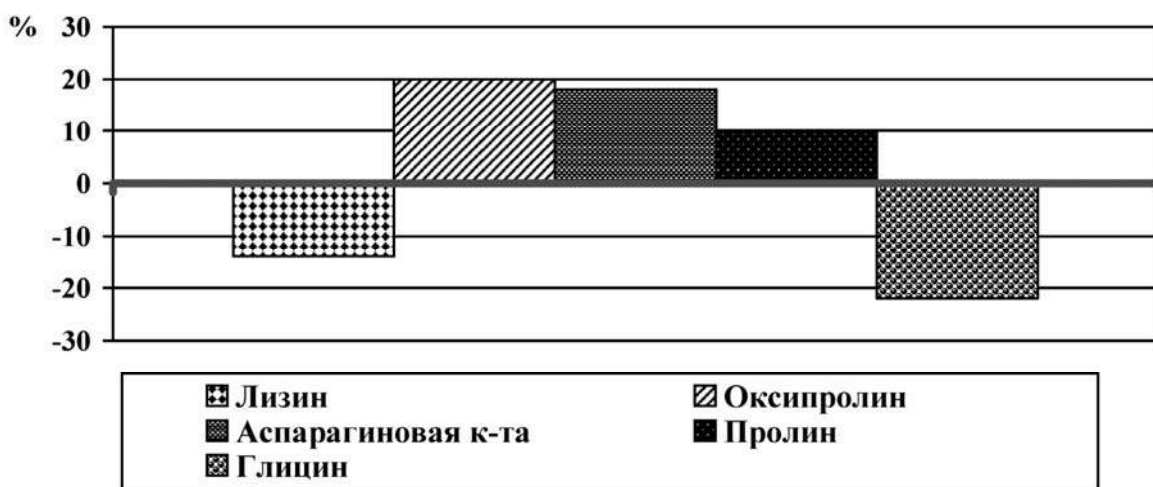
**Рис. 3.28.** Число эритроцитов в крови детей разного возраста с дефицитной анемией с учетом суммарного загрязнения почв (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

Установлено также увеличение числа моноцитов в гемограмме детей, проживающих в наиболее экологически неблагоприятных регионах.

За последние 5 лет увеличилось количество детей с повышенным содержанием железа в сыворотке крови – с 2,0 % до 6,4 %, что свидетельствует о необходимости динамического наблюдения за этими детьми как за группой риска развития миелодиспластического синдрома. Определенные изменения могут быть обусловлены дисбалансом микроэлементов, токсическим

действием тяжелых металлов, длительным воздействием малых доз ионизирующего излучения, нерациональным питанием детского населения, приводящим к нарушению процессов обмена (липидного, углеводного, белкового, минерального) и способствующим изменениям функционирования системы кроветворения.

По данным Минздрава Украины, насчитывается 494,2 тыс. детей, родившихся от родителей 1–3 групп наблюдения. Ежегодно болезни крови и кроветворных органов в этой когорте составляют примерно 27–29 %, из них 18–22 % составляют железодефицитные анемии. В динамике послеварийного периода регистрируется 20–30 случаев лейкозиев и лимфом, соответствующих популяционным данным по Украине в целом (5,2–5,4 на 100 000 детей).



*Рис. 3.29. Относительные отклонения ряда аминокислот коллагена костей больных острой лейкозиев от нормативных показателей (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).*

Анализ показателей заболеваемости лейкозиев детей, проживающих на загрязненных радионуклидами территориях Киевской, Житомирской, Черниговской областей Украины в послеварийный период, не выявил разницы в частоте развития острых лимфо- и миелобластных вариантов лейкозиев и хронической миелоидной лейкозиев до и после аварии, а также по сравнению с уровнем по Украине в целом. Но следует отметить, что среди заболевших, начиная с 2003 года, увеличилась доля детей в возрасте до одного года и лиц старше 12 лет.

Для больных лейкозиев детей этих возрастных групп установлены нарушения процессов формирования костных структур, в частности минеральной и органической компоненты, начиная с ранних этапов фибробластообразования, изменения в регуляции синтеза коллагена (уменьшение уровня остеокальцина) и его структуре. Количество оксипролина, пролина и аспарагиновой кислоты у больных в моче повышено, а уровни глицина и лизина снижены (рис. 3.29), что свидетельствует о распаде коллагена и недостаточности пластического материала для процессов его образования, как составной части в механизме канцерогенеза.

У 32 % детей с острыми лейкозиев наблюдаются изменения в эндокринной системе, сочетаясь с неблагоприятным течением заболевания.

Критерии формирования группы риска по онкогематологической патологии среди обследованных, подвергшихся воздействию ионизирующего излучения, совершенствуются, разрабатываются и внедряются лечебно-профилактические мероприятия, направленные на снижение частоты заболеваний системы крови.

Полученные данные о применении разработанных лечебно-профилактических мероприятий у детей с анемиями и лейкозиевными реакциями различного типа показали положительный эффект у 72,5 % детей, частичный – у 17,1 %, и отсутствие ответа на лечение –

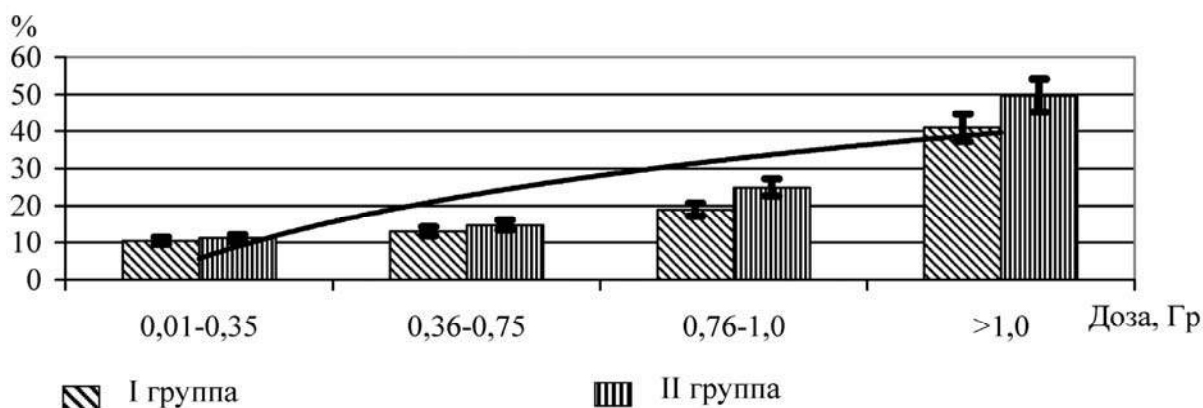
у 10,4 % обследованных (табл. 3.33), что свидетельствует о необходимости дальнейшего совершенствования и индивидуализации профилактических и лечебных мероприятий у детей с изменениями в системе кровообращения.

### *Дети, подвергшиеся облучению в период внутриутробного развития*

В динамике послеаварийного периода наблюдалось 1144 ребенка, подвергшихся острому и пролонгированному облучению в период внутриутробного развития.

Дозовые нагрузки на щитовидную железу плода в I группе (эвакуированные из Припяти) и II группе (жители загрязненных территорий) достоверно не отличались и колебались от 0,0 до 335,0 сГр. В зависимости от гестационного возраста, средние дозы на щитовидную железу плода составили: до 8 недель – 0,0 сГр, от 8 до 15 недель – 31,14 сГр; от 16 до 25 недель – 84,49 сГр; более 25 недель – 62,30 сГр.

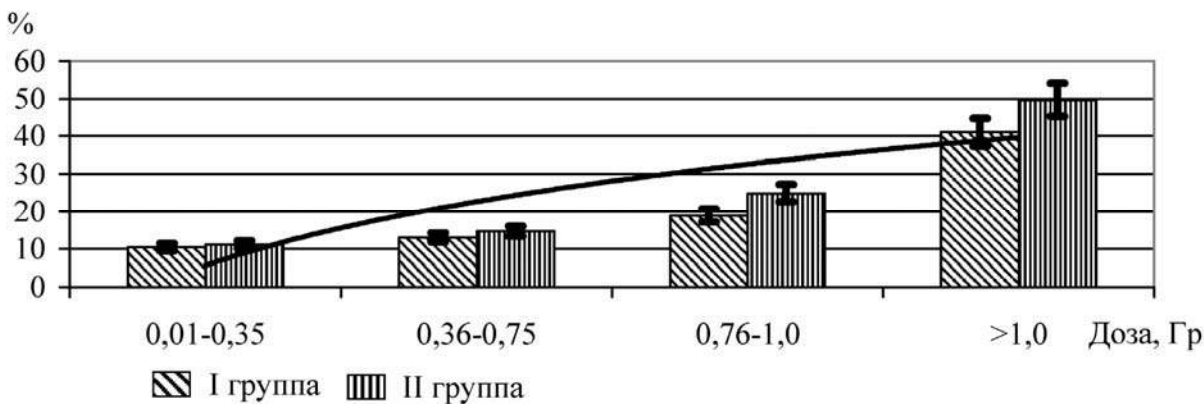
Доказано, что на состояние здоровья детей существенно влияло облучение щитовидной железы в период внутриутробного развития. Установлено, что хроническая соматическая патология достоверно чаще возникала при облучении щитовидной железы плода в дозе 0,36 Гр, а при дозе 1,0 Гр она регистрировалась почти у всех детей (рис. 3.30).



**Рис. 3.30.** Процент детей с хронической соматической патологией при облучении щитовидной железы плода в различном диапазоне доз (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

*I группа – эвакуированные из Припяти; II группа – жители загрязненных территорий.*

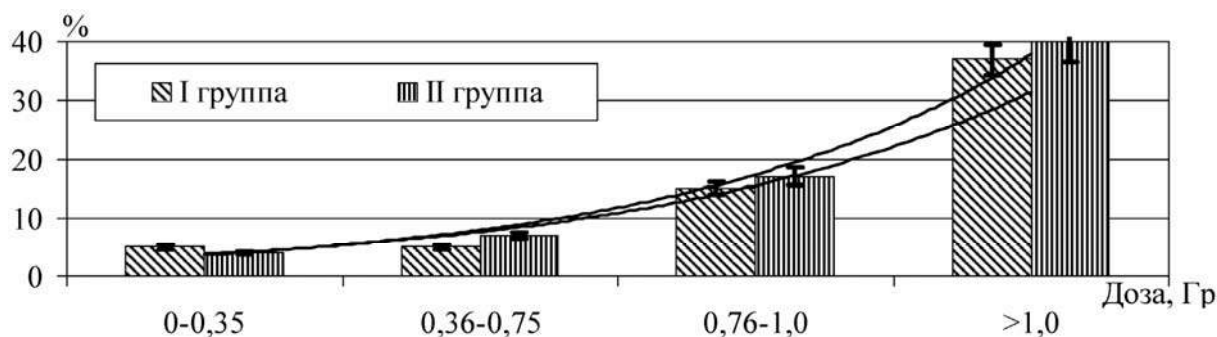
Частота нарушений физического развития детей зависела от дозы облучения щитовидной железы плода (рис. 3.31).



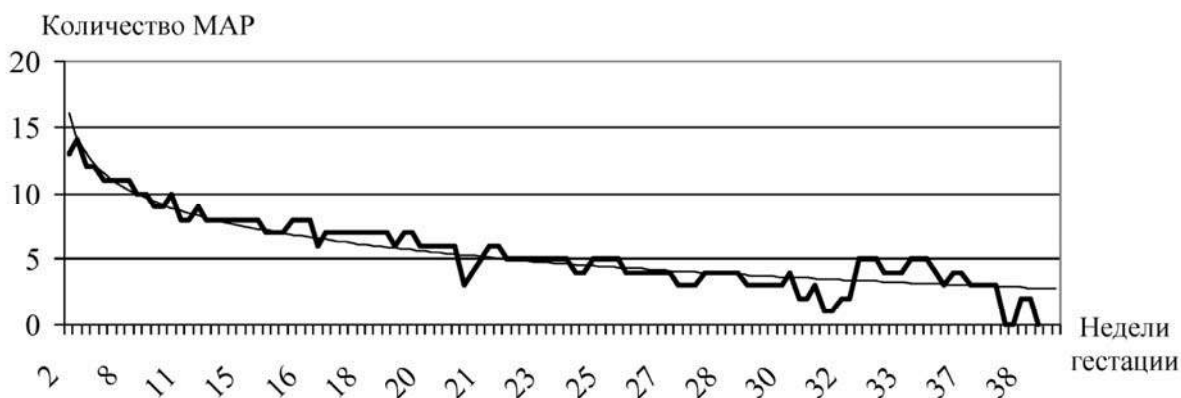
**Рис. 3.31.** Процент детей с нарушениями физического развития при облучении щитовидной железы плода в различном диапазоне доз (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

*I группа – эвакуированные из Припяти; II группа – жители загрязненных территорий.*

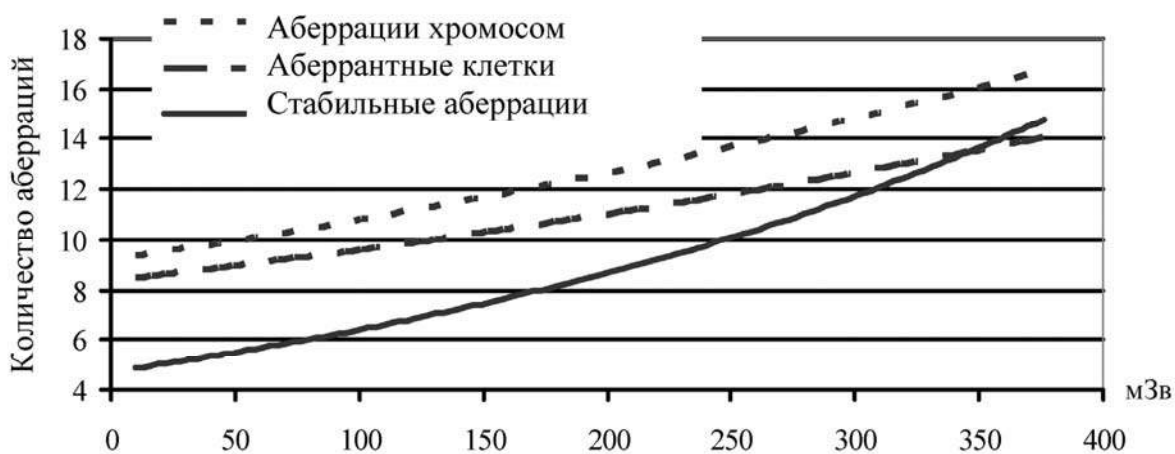
Оценка экоструктуры щитовидной железы детей, облученных внутриутробно, показала, что частота выявления элементов линейного фиброза во все сроки наблюдений превышала данные контроля. Если доза облучения щитовидной железы плода превышала 0,76 Гр, у детей достоверно чаще, чем при дозе до 0,36 Гр, наблюдалось нарушение ее экоструктуры за счет элементов линейного фиброза (рис. 3.32).



**Рис. 3.32.** Частота нарушений экоструктуры щитовидной железы у детей при ее облучении в различном диапазоне доз (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).  
I группа – эвакуированные из Припяти; II группа – жители загрязненных территорий.



**Рис. 3.33.** Зависимость количества малых аномалий развития от гестационного возраста плода на время облучения (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).



**Рис. 3.34.** Зависимость частоты хромосомных аберраций от дозы облучения красного костного мозга плода (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

Определена зависимость количества малых аномалий развития от гестационного возраста плода на время облучения (рис. 3.33).

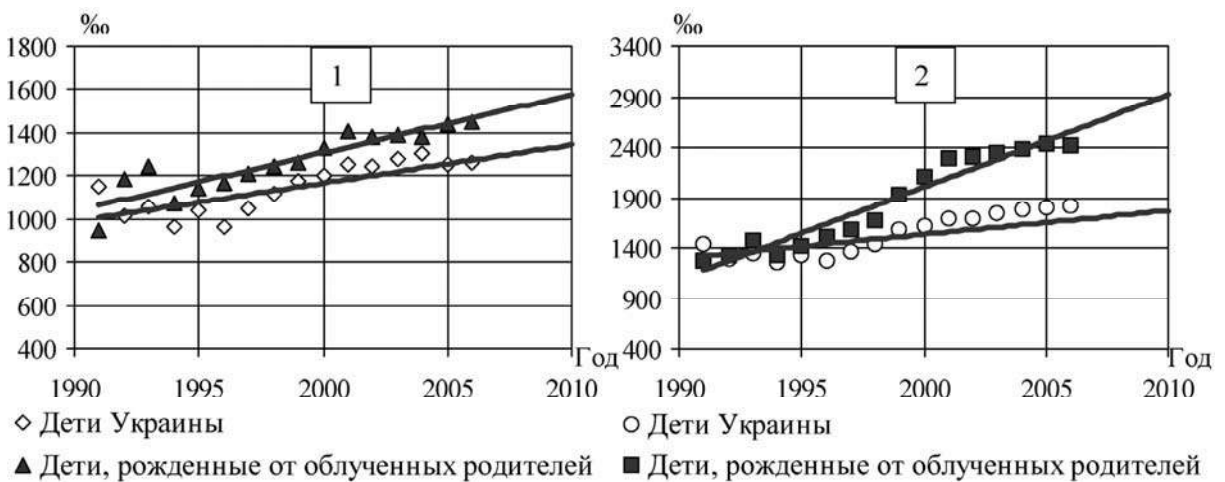
Отмечено повышение частоты хромосомных aberrаций, которое зависело от дозы облучения красного костного мозга плода (рис. 3.34).

Таким образом, развитие хронической соматической патологии, нарушения физического развития, формирование фенотипов с множественными малыми аномалиями, повышение количества хромосомных aberrаций в соматических клетках и изменения экоструктуры щитовидной железы, ассоциированные с дозой облучения детей в период внутриутробного развития.

### *Состояние здоровья детей, родившихся от облученных родителей*

Статистические данные Министерства здравоохранения и ГРУ свидетельствуют о неблагоприятных изменениях в состоянии здоровья детей 0–14 лет, родившихся от облученных лиц (1, 2 и 3-й групп первичного учета).

Установлен значительный рост показателей заболеваемости и распространенности заболеваний у детей, рожденных от облученных родителей (4-я группа первичного учета) (рис. 3.35).



**Рис. 3.35.** Тренды показателей заболеваемости (1) и распространенности (2) заболеваний у детей, родившихся от облученных родителей, и детей Украины (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

**Таблица 3.29.**

*Прирост показателей заболеваемости и распространенности заболеваний у детей, родившихся от облученных родителей, и детей Украины (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)*

| Показатели                     | Средний абсолютный прирост |                   | Средний темп прироста, % |                   |
|--------------------------------|----------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
|                                | Украина                    | пострадавшие дети | Украина                  | пострадавшие дети |
| Заболеваемость                 | 6,7±10,7                   | 52,3±20,6 *       | 0,84±1,73                | 7,03±3,23*        |
| Распространенность заболеваний | 21,7±20,2                  | 85,8±20,0 *       | 1,55±1,42                | 6,30±1,57*        |

**Примечание:** \* – Достоверность различия показателей (p < 0,05).

Однако рост этих показателей у детей 4-й группы первичного учета происходил более быстрыми темпами, чем у детского населения Украины (табл. 3.29). По прогнозным оценкам, негативные тенденции будут сохраняться в ближайшем будущем.

Привлекает внимание резкое повышение регистрации отдельных классов болезней в 2009 г. по сравнению с 1992 г. у пострадавших детей в отношении детского населения страны в целом,

а именно: эндокринных болезней – в 11,61, болезней костно-мышечной системы – в 5,34, органов пищеварения – в 5,00, расстройств психики и поведения – в 3,83, болезней системы кровообращения – в 3,75, мочеполовой системы – в 3,60 раза.

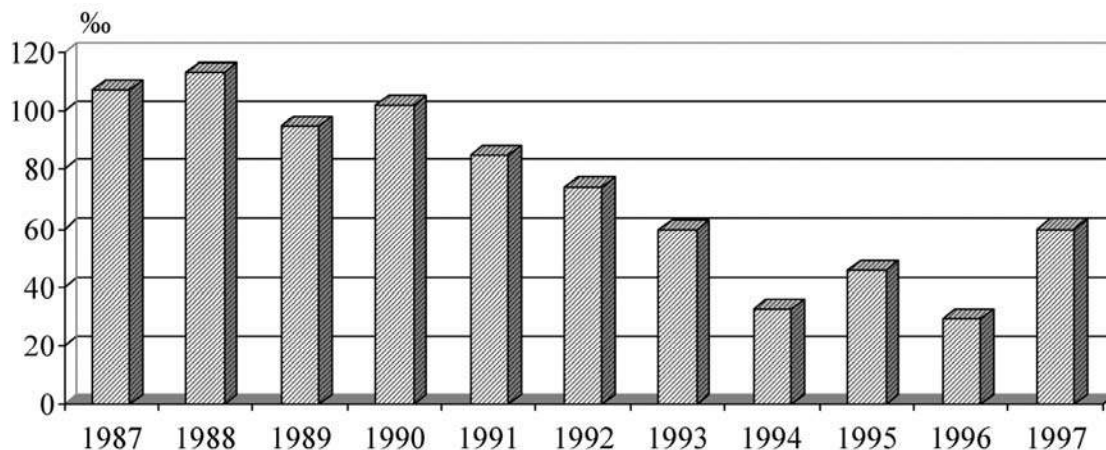
Установлено, что у этого контингента детей ход процессов адаптации к внешней среде, начиная с периода новорожденности, был более напряженным. Уже на первом году жизни среди них формировалась многочисленная группа часто болеющих, которая в 6–7-летнем возрасте достигала от 49,2 до 58,7 %, а иммунный статус характеризовался высокой частотой отклонений многих иммунологических параметров за пределы физиологических колебаний (75,0–45,7 %), что является основой для формирования хронической соматической патологии (рис. 3.36).



**Рис. 3.36.** Удельный вес практически здоровых и детей с хронической соматической патологией среди рожденных от облученных родителей в динамике послеварийного периода (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

В динамике послеварийного периода удельный вес практически здоровых детей уменьшился с 24,1 % в 1992 г. до 5,8 % в 2008 г., а количество детей с хроническими заболеваниями возросло с 21,1 % в 1992 г. до 78,2 % в 2008 г.

В ГРУ находятся 13 136 детей, родившихся у УЛПА на ЧАЭС 1986–1987 гг., из них у 1 190 (90,6 на 1000) зарегистрированы врожденные пороки развития (ВПР). Наиболее высокая их частота отмечалась у рожденных в первые послеварийные годы (рис. 3.37). С течением времени, прошедшего после прекращения контакта отца с радиационным фактором, количество детей с ВПР снижалось.



**Рис. 3.37.** Частота врожденных пороков развития у детей, рожденных от родителей, принимавших участие в ликвидации Чернобыльской аварии в 1986 году (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»). По оси абсцисс – год рождения потомков УЛПА.

Фенотип детей, родившихся от УЛПА, облученных в дозах 100–1000 мЗв, характеризовался наличием множественных стигм дизэмбриогенеза. Наблюдалось повышение частоты хромосомных aberrаций за счет увеличения количества повреждений хромосомного типа. Между количеством выявленных aberrаций у ребенка и отца имела место положительная корреляционная связь ( $r = 0,620$ ). При использовании стратегии мультилокусного ДНК-фингерпринтирования установлено увеличение (в 5,6 раза) вариабельности микросателитассоциированных последовательностей в геноме детей, родившихся в послеаварийный период в семьях УЛПА. Частота возникновения новых бэндов зависела от времени, прошедшего с момента прекращения контакта отца с радиационным фактором до зачатия пробанда, и дозы облучения отца. Эта зависимость имела нелинейный характер.

Радиационные нарушения, индуцированные в половых клетках родителей, могут проявляться на разных этапах онтогенеза потомков. В постнатальном онтогенезе реализуются, вероятно, «малые» мутации, которые находятся в гетерозиготном состоянии, совокупность которых обуславливает дестабилизацию наследственных структур. Возможно, этот феномен лежит в основе так называемой «физиологической неполноценности» и пониженной жизнеспособности потомков облученных родителей. Следствием унаследованной нестабильности генома у потомков облученных лиц может быть наличие множественных дизморфий, органных дисплазий, повышение частоты aberrаций хромосом и мутаций микросателлитной фракции ДНК. Все это способствует нарушению процессов адаптации к условиям существования, повышению риска развития и реализации мультифакториальной патологии и снижению уровня здоровья детей, родившихся от облученных родителей.

Следовательно, динамика в состоянии здоровья пострадавшего детского населения характеризуется устойчивыми отрицательными тенденциями:

- наблюдается устойчивый тренд роста заболеваемости и снижения количества практически здоровых детей; наиболее низкий уровень здоровья установлен у детей с высокими дозами облучения щитовидной железы;
- выявлены особенности формирования и течения хронических соматических заболеваний, а именно: возникновение в более младшем возрасте, полисистемный, полиорганный характер поражений, рецидивирующее течение с относительной резистентностью к терапии;
- установлено наличие достоверных корреляционных связей между состоянием здоровья, физическим развитием, формированием фенотипов с множественными малыми аномалиями, повышением количества хромосомных aberrаций в соматических клетках детей и дозой их облучения в период внутриутробного развития;
- у детей, родившихся от облученных лиц, формируется феномен геномной нестабильности, который характеризуется склонностью к мультифакториальным заболеваниям, формированием морфогенетических вариантов с множественными малыми аномалиями развития, повышением частоты хромосомных aberrаций в соматических клетках и увеличением частоты мутаций в микросателлит-ассоциированной фракции ДНК.

### ***3.2.4. Заболевания щитовидной железы***

Среди взрослого населения Украины, пострадавшего вследствие аварии на ЧАЭС, распространенной (40–52 %) является патология щитовидной железы (ЩЖ), тогда как в обычной популяции, по данным официальной статистики Минздрава Украины, она встречается значительно реже. Росту распространенности заболеваний ЩЖ способствовало комплексное влияние негативных факторов аварии, прежде всего ионизирующего облучения, и дефицит нескольких микронутриентов, в частности йода и селена. Состоялась суммация (комбинация)



внешнего  $\gamma$ -облучения и внутреннего облучения радионуклидами на тропные структуры гормонпродуцирующих клеток, которая привела к поражению различных звеньев гормональной регуляции как центральных, так и периферических тканей эндокринной системы. Радиационное повреждение этих тканей реализовалось через активацию генетической предрасположенности путем взаимодействия негативных факторов окружающей среды.

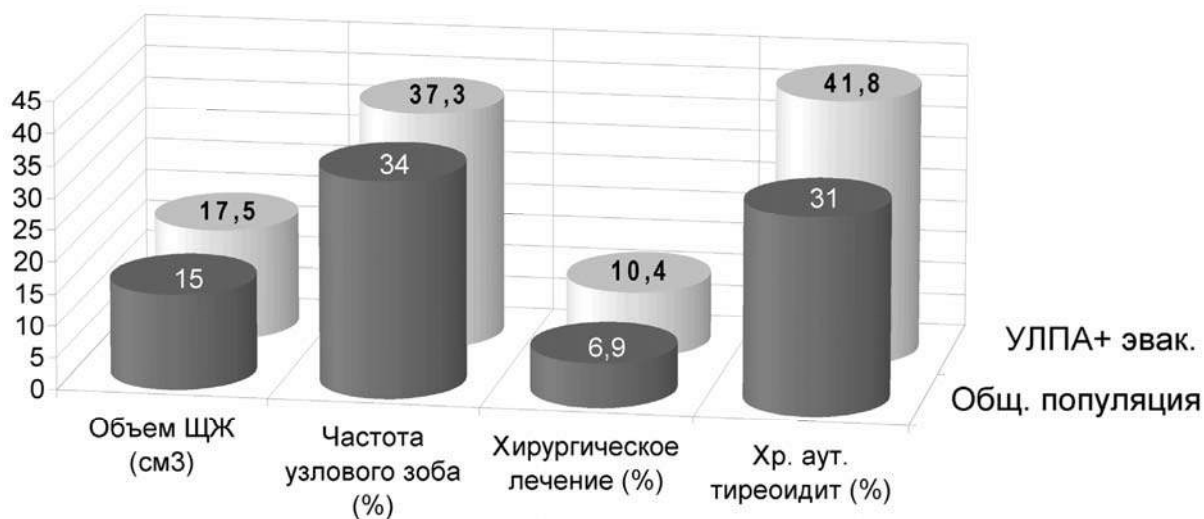
Часть поглощенной дозы формировалась в первые дни-месяцы аварии, а другая пролонгированно – в течение лет, что затрудняет оценку ее негативного влияния. Сверхвысокие концентрации изотопов йода в воздухе в первые дни-недели аварии и существующий дефицит йода способствовали значительному накоплению радиоактивного йода в ЩЖ и разрушению тиреоцитов, что обусловило у УЛПА с высокими дозами облучения (более 1 Зв) развитие острого радиационного тиреоидита и раннюю реализацию действия ионизирующего излучения в виде раков ЩЖ. У лиц с дозами облучения (0,25–1) Зв наблюдалась продолжительная транзиторная эутиреоидная гипертироксинемия в течение первых 3–5 послеаварийных лет (1986–1991 гг.) Это стало предпосылкой постепенного отложенного развития хронических патологических процессов в ЩЖ и других эндокринных органах, прежде всего тиреоидитов, узлового зоба.

Вследствие качественного алиментарного дефицита йода, селена в доаварийный период у значительного числа населения наблюдалось функциональное напряжение щитовидной железы в виде гиперплазии эндокринных (гормонпродуцирующих) клеток, что способствовало большей способности к накоплению изотопов.

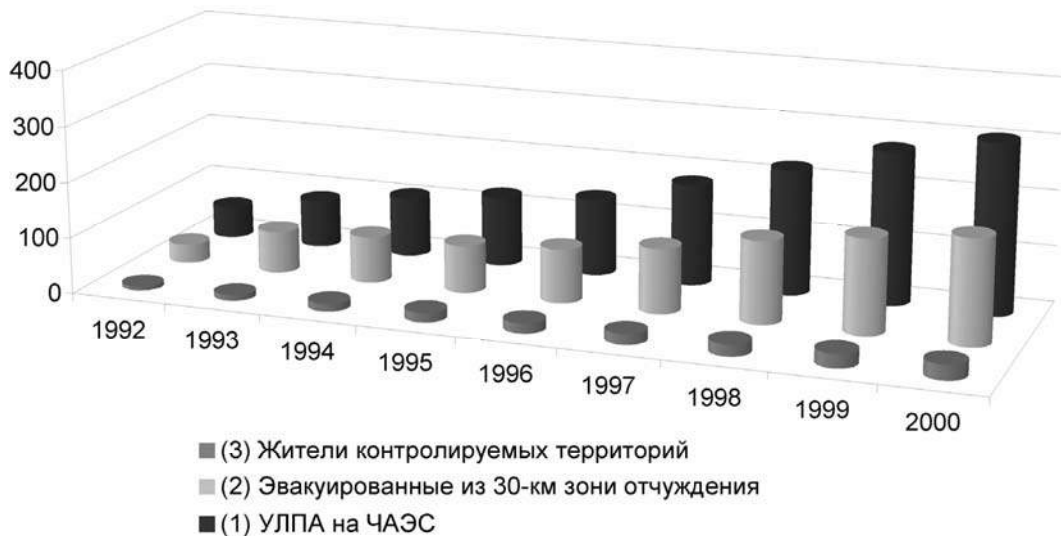
После аварии на ЧАЭС нестохастическая эндокринная патология развивалась поэтапно – в соответствии с патофизиологическими изменениями, происходившими в тканях центрального и периферического звеньев эндокринной системы.

В период первичной реакции на комплекс негативных факторов аварии, который продолжался до августа 1986 г., имело место увеличение концентраций периферических гормонов в крови вследствие частичного разрушения эндокринных клеток.

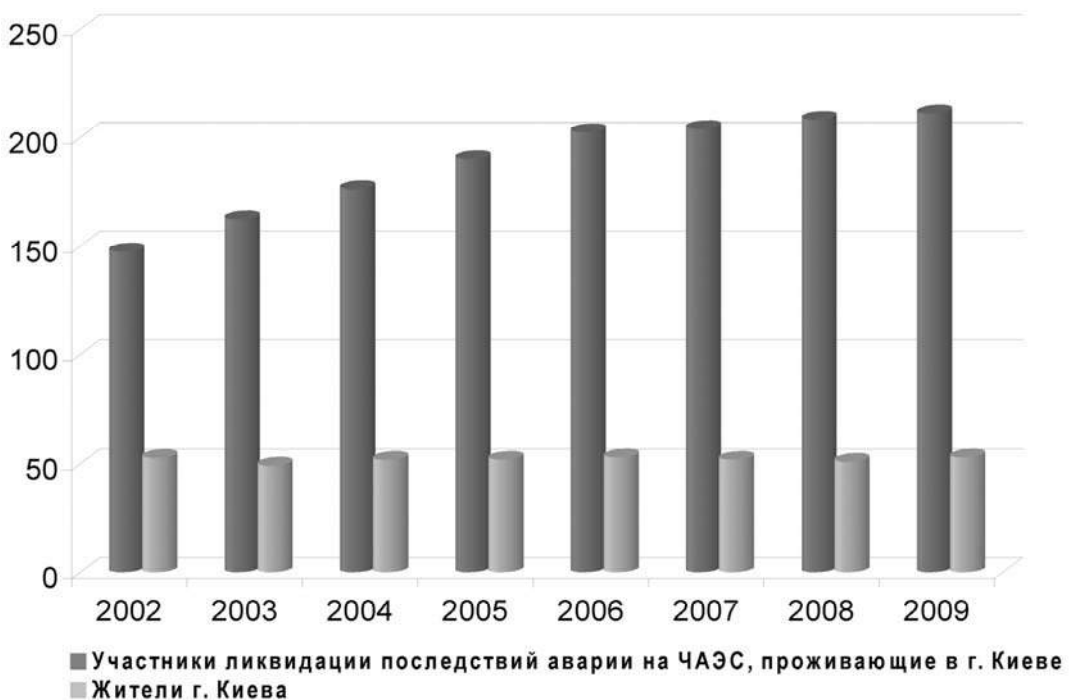
Увеличение синтеза периферических гормонов на фоне отсутствия реакции центральных звеньев регуляции – нарушение обратных связей из-за недостаточности синтеза релизинг-факторов и тропных гормонов гипофиза – было характерно для следующего периода компенсированной гиперпродукции периферических гормонов, который длился с сентября 1986 по 1989 г.



**Рис. 3.38.** Частота выявления патологии щитовидной железы среди участников ликвидации аварии на ЧАЭС (1986–87 гг.) и эвакуированных из 30-км зоны отчуждения (данные 2006 г.) по сравнению с общей популяцией Украины, не причастной к действию ионизирующего излучения (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).



**Рис. 3.39.** Распространенность хронического тиреозита в Украине среди пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС различных категорий (взрослые и дети на 10 000), по данным Министерства здравоохранения Украины.



**Рис. 3.40.** Распространенность хронического (аутоиммунного) тиреозита среди участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС и жителей г. Киева (взрослые и дети на 10000; данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

В последующий период (1990–1995 гг.) субклинических нарушений относительно функции эндокринных тканей наблюдалось восстановление центрального регулирования синтеза гормонов, снижение функциональной способности периферических эндокринных тканей, развитие субклинических состояний ЩЖ и других органов.

С 1996 г. по настоящее время наблюдается клиническая манифестация радиоиндуцированной эндокринной патологии как всплеск выявления заболеваний эндокринной

системы на фоне значительного падения функциональной способности периферических эндокринных тканей, расстройств в центральных звеньях гормональной регуляции.

В 1992–1996 гг. риск развития болезней ЩЖ у лиц, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС, увеличился в 9 раз, сахарного диабета 2 типа – в 2,4 раза. Ежегодный темп роста эндокринной заболеваемости у УЛПА был в 3–5 раз выше, чем у взрослого населения в целом. По данным ГРУ (68 145 человек, период наблюдения 1988–2009 гг.) также установлен рост уровня заболеваемости неопухольевыми болезнями ЩЖ преимущественно за счет хронического (аутоиммунного) тиреоидита, узлового зоба, приобретенного гипотиреоза (рис. 3.38, 3.39).

За период с 1997 и по настоящее время распространенность хронического тиреоидита среди УЛПА продолжает расти, тогда как у жителей г. Киева сохраняется ее стабильный уровень (рис. 3.40). Наиболее стремительное увеличение распространенности патологии ЩЖ регистрируется у УЛПА, которым в 1986 г. было менее 20 лет. Существенным фактором риска развития хронического тиреоидита и приобретенного гипотиреоза у УЛПА 1986–1987 гг. и эвакуированных из 30-км зоны отчуждения составляют дозы внешнего облучения всего тела в диапазоне 0,25–1 Гр.

### *Состояние тиреоидной системы у детей*

В течение первого года после аварии у пострадавших детей наблюдалась ранняя тиреоидная реакция на облучение в виде гипертироксинемии без клинических проявлений, кратковременной «стрессовой» гипертиреотропинемии с последующим восстановлением взаимосвязей в системе тиреотропин-тироксин. Через 12–18 мес. после аварии содержание тироксина нормализовалось, и в последующие годы отмечался волнообразный характер изменений этого показателя в пределах физиологической нормы. В дальнейшем средние величины тиреотропинемии не отличались от показателей нормы на фоне продолжающейся гипертироксинемии. При дозах облучения ЩЖ более 2 Гр средний уровень тироксина в крови достоверно возрастал с повышением дозы, достигая максимальных значений при дозах свыше 15 Гр.

Гормональные сдвиги на этапе 1986–1991 гг. не имели клинического отражения в изменении заболеваемости ЩЖ среди детей и подростков. В период 1992–1996 гг. только в 0,8 % случаев отмечалось снижение уровня свободного тироксина и в 0,2 % – повышение уровня тиреотропного гормона гипофиза без каких-либо клинических проявлений. Изредка регистрировались случаи хронического тиреоидита, гипотиреоза, но достоверного увеличения частоты этих заболеваний не отмечалось, что можно объяснить положительной саногенетической ролью процессов восстановления и компенсации в растущем организме.

В связи с отсутствием существенных изменений в уровне таких заболеваний, как гипотиреоз, хронический тиреоидит и тиреотоксикоз у детей, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС, в течение 1999–2003 гг. проводились исследования по выявлению скрытой тиреоидной недостаточности, разработаны принципы лечения и реабилитации детей с тиреоидной патологией, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС и постоянно проживающих на контаминированных территориях в условиях дефицита йода в окружающей среде.

В период 2004–2006 гг. установлено, что особенностью функционирования тиреоидной системы детей, рожденных от ликвидаторов, облученных факторами Чернобыльской аварии йодного периода, является напряжение центральной регуляции гипоталамо-гипофизарной системы, обнаруженное у 35,5 % обследованных, что удостоверяется наличием гиперсекреторных реакций тиреотропина на пробу с тиреотропин-релизинг-гормоном и может быть косвенным признаком физиологической неполноценности нейроэндокринных структур, способной приводить к манифестации патологии ЩЖ. Задержанный во времени цитогенетический эффект, обнаруженный при долгосрочном культивировании лимфоцитов, свидетельствует о трансмиссии хромосомной нестабильности у потомков облученных

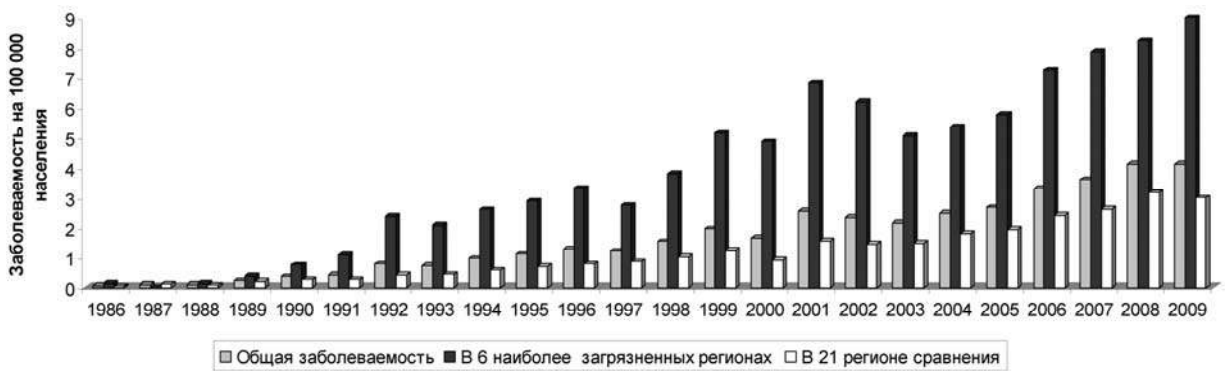
родителей, что может способствовать реализации тиреоидной патологии у детей со скрытой функциональной недостаточностью гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной системы.

### ***Рак щитовидной железы у детей и подростков Украины***

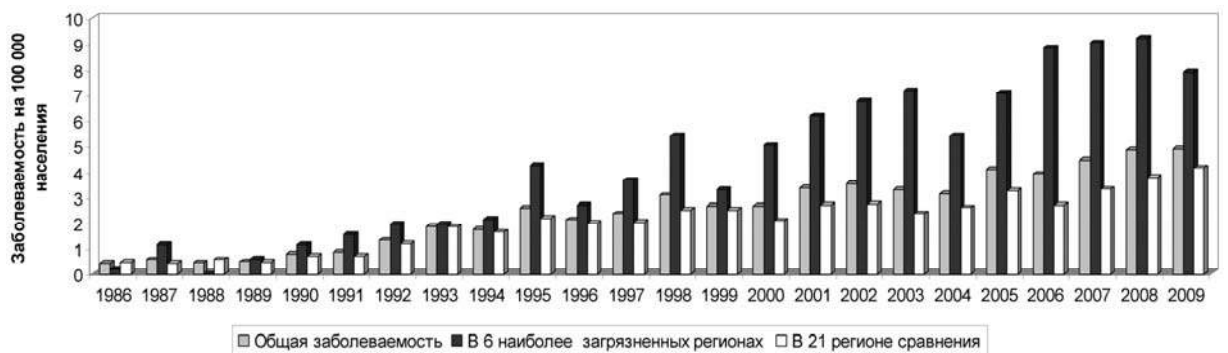
На сегодня окончательно доказан значительный рост заболеваемости раком щитовидной железы (РЩЖ) после Чернобыльской катастрофы среди лиц группы повышенного риска (0–18 лет на момент аварии), этот факт признан главным медицинским последствием аварии на ЧАЭС ведущими медицинскими и научными учреждениями мира.

Через 25 лет после аварии на ЧАЭС дети и подростки, подвергшиеся наиболее значительному влиянию радиоактивного йода, перешли в категорию взрослых, поэтому сейчас следует уделять особое внимание информации о РЩЖ именно среди молодых взрослых пациентов, выяснять динамику изменений макро-микроскопических характеристик и инвазионных свойств опухолей.

Развитие злокачественных опухолей, безусловно, является стохастическим эффектом облучения, но у лиц, подвергшихся воздействию аварии на ЧАЭС в детском возрасте, особенно до 4-летнего возраста, имела место четкая зависимость уровня дополнительной заболеваемости от степени облучения ЩЖ. Более высокая распространенность тиреоидного рака в условиях высокой дозы облучения у лиц в возрасте до 18 лет на время Чернобыльской катастрофы наблюдалась и при проведении скрининговых исследований Украинско-Американским тиреоидным проектом.



**Рис. 3.41.** Заболеваемость раком щитовидной железы (на 100 тысяч детского населения, 0–14 лет на время Чернобыльской катастрофы; данные ГУ «Институт эндокринологии и обмена веществ имени В. П. Комиссаренко АМН Украины»).



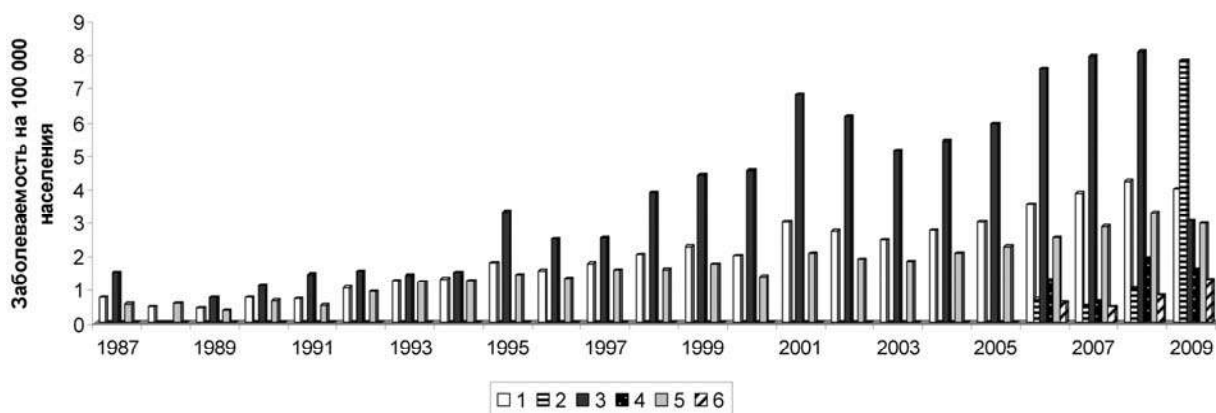
**Рис. 3.42.** Заболеваемость раком щитовидной железы (на 100 тысяч детского населения, 15–18 лет на время Чернобыльской катастрофы; данные ГУ «Институт эндокринологии и обмена веществ имени В. П. Комиссаренко АМН Украины»).

Кроме того, заболеваемость детей, рожденных до аварии, в 15 и более раз превышала показатели у детей, рожденных после аварии, что дополнительно подтверждает радиационную природу «детского послечернобыльского» тиреоидного рака.

Анализ данных клинико-морфологического регистра ГУ «Институт эндокринологии и обмена веществ им. В. П. Комиссаренко АМН Украины» установил, что в Украине в течение послечернобыльского периода (1986–2008 гг.) прооперировано 6049 лиц 1968–1986 гг. рождения (0–18 лет на момент аварии) с морфологически подтвержденным диагнозом «рак щитовидной железы», среди которых 4480 (74,1 %) находились в детском возрасте (0–14 лет; рис. 3.41) и 1569 (25,9 %) – в подростковом (15–18 лет на момент аварии; рис. 3.42).

Соотношение женщины – мужчины для указанных возрастных групп увеличивалось согласно возрасту на момент аварии: 3560:920 (3,9:1) для детей и 1312:257 (5,1:1) для подростков. Количество случаев постепенно увеличивалось с 1990 до 2008 года. Число новых случаев тиреоидного рака у детей на время Чернобыльской аварии в 2009 г. составило 463 (как и в предыдущем, 2008 году). Количество случаев у подростков на время аварии составляло 129 и также не отличалось от показателей предыдущего года.

Более вероятен относительный показатель, то есть заболеваемость на 100 тысяч детей и подростков на время аварии также постоянно росла с 1990 до 2008 года. В 2009 году заболеваемость у детей составляла 4,13, а у подростков – 4,87, что не превышало показатели 2008 года (рис. 3.41, 3.42). Таким образом, не исключено, что в 2008–2009 годах определился пик заболеваемости радиационным тиреоидным раком в группе повышенного риска, а с 2010 года будет наблюдаться постепенное уменьшение такой заболеваемости. Рост заболеваемости РЩЖ в определенной степени может объясняться постепенным увеличением возраста обозначенной когорты в течение 1986–2008 гг. Но разница между уровнями заболеваемости РЩЖ в наиболее пострадавших 6 северных регионах по сравнению с остальной частью страны не только сохранилась, но и увеличилась в 2006–2008 гг. по сравнению с предыдущим периодом исследований как у детей, так и у подростков на время аварии, что свидетельствует о связи роста заболеваемости с радиационным фактором, а не с увеличением возраста со временем, прошедшим после аварии.



**Рис. 3.43.** Заболеваемость раком щитовидной железы (на 100 тысяч населения, 19–40 лет на время операции: рожденные до 1987 года и в 1987 году и позднее; данные ГУ «Институт эндокринологии и обмена веществ имени В. П. Комиссаренко АМН Украины») 1 – жители Украины, рожденные до 1987 г., 2 – жители Украины, родившиеся в 1987 г. и позже, 3–6 наиболее загрязненных регионов, рожденные до 1987 г., 4–6 наиболее загрязненных регионов, рожденные в 1987 г. и позднее; 5–21 регион сравнения, рожденные до 1987 г., 6–21 регион сравнения, рожденные в 1987 г. и позже.

По возрасту на момент операции (рис. 3.43) в последние годы РЩЖ у детей и подростков был обнаружен только среди родившихся после Чернобыльской катастрофы. У взрослых случаи

среди рожденных после аварии на ЧАЭС впервые зафиксированы в 2006 г. В течение 2006–2009 гг. их количество составляло 91 по сравнению с 2223 случаями, выявленными среди лиц, которые были детьми и подростками на момент аварии (рис. 3.43).

Общее количество случаев РЩЖ, занесенных в регистр за период 1986–2009 гг., составляло 6448, среди которых 6049 обнаружены у рожденных до аварии и 399 – после аварии.

У рожденных до аварии молодых взрослых количество случаев и показатели заболеваемости как в Украине в целом, так и в наиболее загрязненных регионах в 2009 году остались на уровне 2008 года (рис. 3.43).

Заболеваемость среди детей, подростков и молодых взрослых 19–22 лет, рожденных после Чернобыльской катастрофы (в 1987 и следующих годах), во все годы наблюдения была значительно ниже, чем в соответствующих возрастных группах рожденных до 1987 г. (рис. 3.43).

По морфологическим характеристикам РЩЖ у прооперированных в 1990–2008 гг. пациентов, возраст которых на момент аварии не превышал 18 лет, 92,2 % случаев составляли папиллярные карциномы.

Со временем, прошедшим после аварии, увеличивался возраст облученных, а также существенно изменялись морфологические характеристики папиллярных карцином в сторону постепенного снижения процента карцином солидного строения с 24,4 % в 1990–1995 гг. до 5,7 % в 2006–2009 гг. ( $p < 0,01$  согласно тесту  $\chi^2$ ) и увеличения процента карцином типичного папиллярного и смешанного строения: с 12,0 % в 1990–1995 гг. до 34,0 % в 2006–2009 гг. и с 25,5 % в 1990–1995 гг. до 43,9 % в 2006–2009 гг. соответственно ( $p < 0,05$ ). С увеличением латентного периода менялась также комбинация структурных компонентов при смешанном варианте папиллярной карциномы: процент опухолей солидно-фолликулярного строения существенно снизился (с 72,7 % в 1990–1995 гг. до 25,4 % в 2006–2009 гг.,  $p < 0,01$ ), в то время как процент опухолей папиллярно-фолликулярного строения повысился (с 10,9 % в 1990–1995 гг. до 43,8 % в 2006–2009 гг.,  $p < 0,01$ ).

Анализ инвазионных свойств папиллярных карцином установил две основные зависимости: возрастную и временную.

Согласно возрастной зависимости, признаки экстрагистреоидной инвазии, наличие регионарных и отдаленных метастазов последовательно достоверно снижались от детей 4–14 лет до взрослых 19–40 лет на время операции.

По временной зависимости при сочетании всех случаев от больных 4–40 лет определялось снижение указанных выше показателей с увеличением латентного периода (время, прошедшее от аварии на ЧАЭС до операции). Особого внимания заслуживают данные об уменьшении процента больных с наличием отдаленных метастазов с 23,0 % в 1990–1995 гг. до 1,8 % в 2006–2009 гг. ( $p < 0,001$ ).

Кроме того, установлено увеличение процента инкапсулированных опухолей с 7,4 % в 1990–1995 гг. до 29,4 % в 2006–2009 гг. ( $p < 0,001$ ) и «маленьких» карцином размером до 10 мм: с 4,1 % в 1990–1995 гг. до 29,4 % в 2006–2009 гг. ( $p < 0,001$ ).

Таким образом, можно подытожить, что показатели заболеваемости раком щитовидной железы на 100 тысяч детей и подростков (по возрасту на момент аварии) были самыми высокими в 2006–2008 годах и стабилизировались в 2009 году. Между тем, сохранение существенной разницы в уровне заболеваемости между наиболее и наименее пострадавшими регионами страны (2,5 раза у детей и 1,9 раза у подростков) свидетельствует о том, что в Украине и через 24 года после Чернобыльской катастрофы сохранялось влияние радиационного фактора на заболеваемость раком щитовидной железы среди лиц группы повышенного риска.

Полученные данные также свидетельствуют о том, что с увеличением времени после Чернобыльской катастрофы и возраста больных на время операции, преобладающие среди тиреоидных раков папиллярные карциномы подверглись существенным морфологическим изменениям, которые отражают уменьшение агрессивности течения заболевания, что

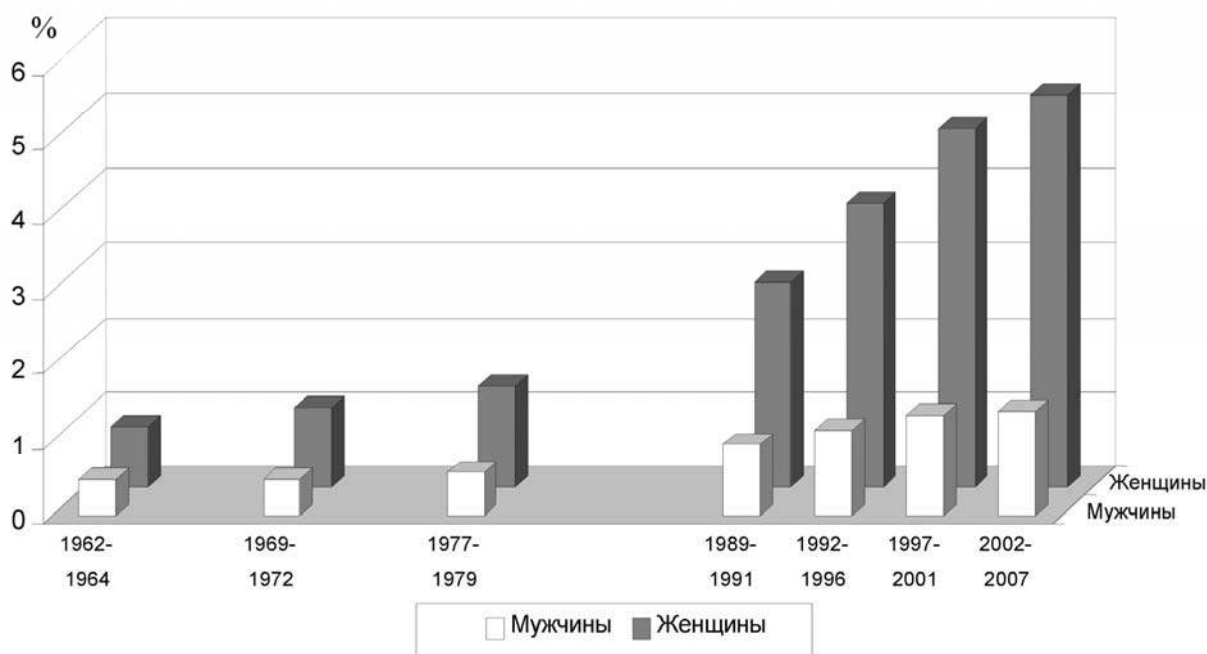
подтверждается существенным снижением процента случаев с признаками экстратиреоидного распространения, наличием регионарных и отдаленных метастазов.

Постепенное накопление случаев среди лиц, рожденных после Чернобыльской аварии, при адекватном сравнении соответствующих возрастных групп, с каждым годом прибавляет доказательств, подтверждающих радиационную природу РЩЖ у детей и подростков, облученных в результате Чернобыльской катастрофы.

### 3.2.5. Эпидемиологические исследования состояния здоровья населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях

#### Стохастические эффекты

Ввиду радиационной природы роста заболеваемости РЩЖ в отдаленный период после аварии на ЧАЭС следует дать более исчерпывающую характеристику этого явления. В Украине в целом этот рост у мужской части населения был вдвое, а у женской – втрое больше, чем ожидаемый спонтанный уровень (рис. 3.44).

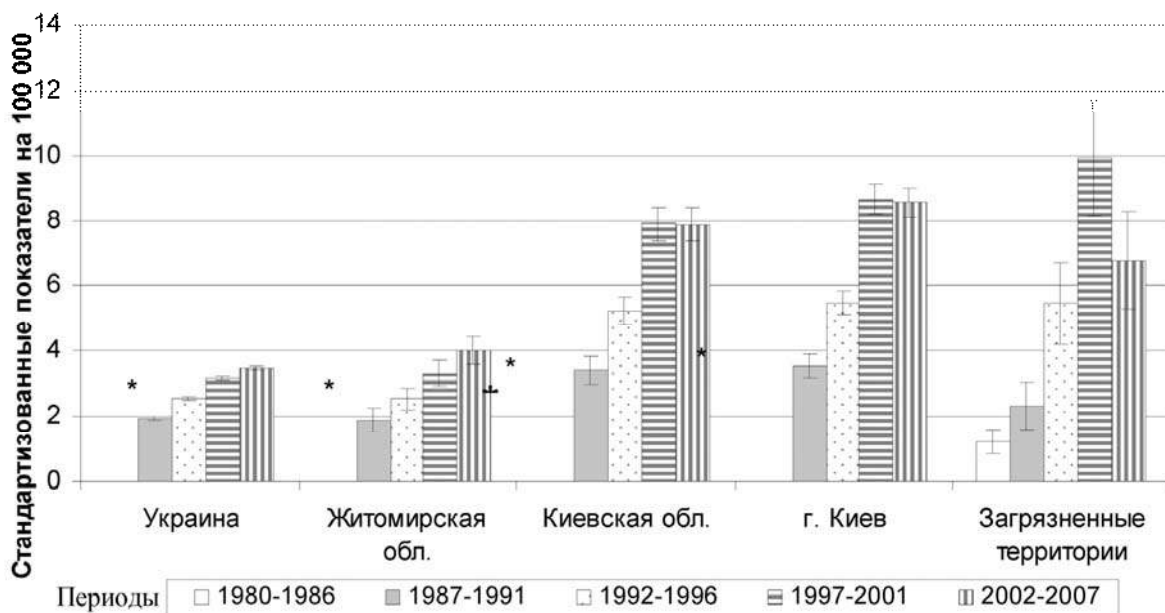


**Рис. 3.44.** Стандартизированные по возрасту среднегодовые показатели заболеваемости раком щитовидной железы в Украине на 100 000 населения по отдельным временным периодам (мужчины и женщины; данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

Следующий рис. 3.45 отражает динамику заболеваемости РЩЖ на наиболее загрязненных радионуклидами территориях.

У жителей этих территорий в доаварийный период (1980–1986 гг.) показатели заболеваемости РЩЖ составляли 1,2 на 100 000 жителей. В послеаварийные годы отмечено стремительное увеличение частоты этой патологии: в 1987–1991 гг. – в 2 раза, в 1992–1996 гг. – в 4,5 раза, в 1997–2001 гг. – в 8,3 раза. Некоторое уменьшение этого показателя в 2002–2007 гг. по сравнению с предыдущим периодом (на 34,1 %), видимо, связано с целым комплексом факторов – таких, например, как миграция из этих территорий групп населения, имеющих высокий риск развития этой патологии (молодые семьи с детьми). Следует также указать на возможное окончание периода пребывания под радиационным риском молодой облученной возрастной группы.





**Рис. 3.45.** Заболеваемость раком щитовидной железы населения Украины, Житомирской, Киевской областей, г. Киева и наиболее загрязненных радионуклидами территорий на протяжении 1980–2007 гг. (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

**Примечание** \*: только 1989–1991 гг.

**Таблица 3.30.**

*Заболеваемость раком щитовидной железы (МКБ-10 С.73) основных групп населения Украины, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)*

| Группа пострадавших и период наблюдения                              | Количество заболевших |             | Стандартизированный показатель заболеваемости (SIR %) | 95% доверительный интервал |
|--|-----------------------|-------------|---|----------------------------|
|  | ожидаемое             | фактическое |   |                            |
| Эвакуированные из зоны отчуждения (2000–2007 гг.)                    | 52,3                  | 231         | 441,7   | 384,7–498,6                |
| Жители наиболее радиоактивно загрязненных территорий (2002–2007 гг.) | 71                    | 96          | 135,2   | 108,2–162,3                |

**Таблица 3.31.**

*Заболеваемость злокачественными новообразованиями (МКБ-10 С.00-С.96) основных групп населения Украины, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)*

| Группа пострадавших и период наблюдения                              | Количество заболевших |             | Стандартизированный показатель заболеваемости SIR (%) | 95% доверительный интервал |
|--|-----------------------|-------------|---|----------------------------|
|  | ожидаемое             | фактическое |   |                            |
| Эвакуированные из зоны отчуждения (2000–2007 гг.)                    | 3318                  | 2718        | 81,9  | 78,9–85,0                  |
| Жители наиболее радиоактивно загрязненных территорий (2002–2007 гг.) | 4753                  | 3678        | 77,4  | 74,9–79,9                  |

Среди пострадавших в результате аварии на ЧАЭС отмечен существенный рост заболеваемости РЩЖ по сравнению с показателями по стране в целом: у эвакуированных – в 4,4 раза, жителей наиболее радиоактивно загрязненных территорий – в 1,35 раза, что связано с облучением этого органа за счет радиоактивного йода (табл. 3.30).

По результатам анализа долгосрочного мониторинга других форм злокачественных новообразований в группах пострадавшего населения не установлено превышения национальных показателей. У эвакуированных и жителей наиболее радиоактивно загрязненных территорий (РЗТ) эти показатели были существенно ниже, чем по Украине в целом (табл. 3.31). Вместе с тем, существует риск негативных тенденций в уровне заболеваемости онкологическими заболеваниями в более отдаленный период наблюдения.

**Таблица 3.32.**

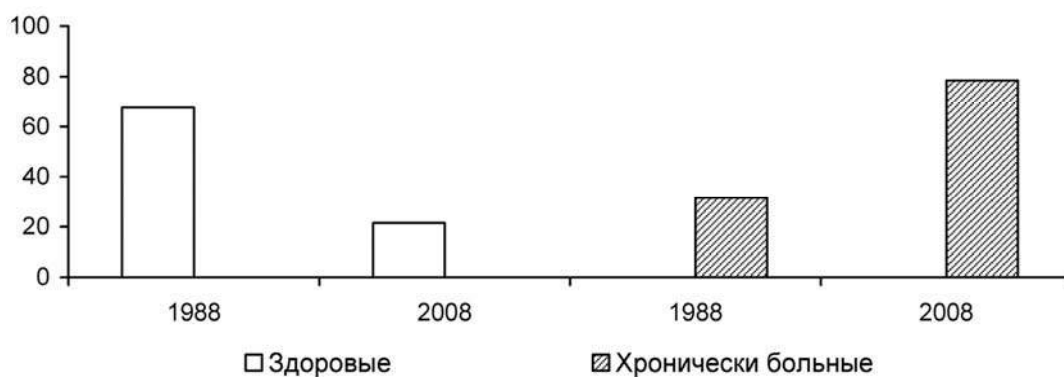
*Заболеваемость раком молочной железы (МКБ-10 C.50)  
групп женского населения Украины, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС  
(данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)*

| Группа пострадавших<br>и период наблюдения                                     | Количество заболевших |             | Стандартизированный<br>показатель<br>заболеваемости SIR<br>(%) | 95%<br>доверительный<br>интервал. |
|--|-----------------------|-------------|--|-----------------------------------|
|  | ожидаемое             | фактическое |  |                                   |
| Эвакуированные из зоны<br>отчуждения (2000–2007 гг.)                           | 344                   | 238         | 69,2   | 60,4–78,0                         |
| Жительницы наиболее<br>радиоактивно загрязненных<br>территорий (2002–2007 гг.) | 460,5                 | 295         | 64,1   | 56,8–71,4                         |

Показатели заболеваемости раком молочной железы у эвакуированных и проживающих на РЗТ были ниже национального уровня, несмотря на постоянную тенденцию к росту абсолютного числа случаев (табл. 3.32). Следует отметить, что эти категории пострадавших в доаварийный период проживали на территориях с относительно низким уровнем заболеваемости раком молочной железы.

#### **Неопухолевая заболеваемость**

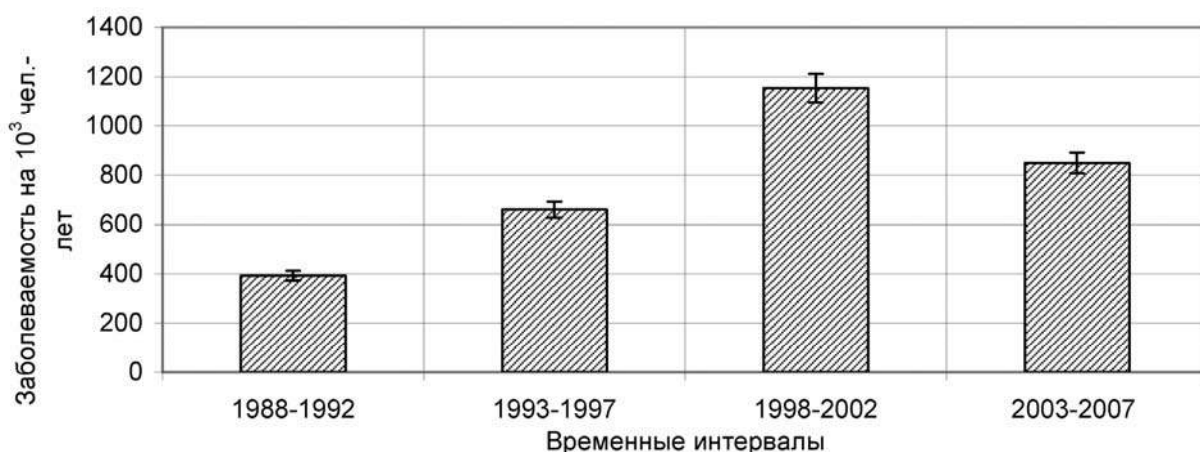
По данным научных исследований, выполненных в течение 25 лет после аварии на Чернобыльской АЭС, состояние здоровья эвакуированного населения в послеевакуационном периоде значительно ухудшилось. Ведущим фактором потери трудоспособности и смертности выступает неопухолевая заболеваемость. По данным ГРУ, за счет развития неопухолевых болезней с 1988 по 2008 гг. количество здоровых среди эвакуированных уменьшилось с 67,7 % до 21,5 %, с хроническими заболеваниями – увеличилось с 31,5 % до 78,5 % (рис. 3.46).



**Рис. 3.46.** Интегральные показатели здоровья (%) взрослого эвакуированного населения за 1988 и 2008 гг. (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

Эпидемиологический анализ изменений неопухолевой заболеваемости по пятилетним периодам наблюдения (рис. 3.47) показал, что самый высокий уровень заболеваний был зарегистрирован в 1998–2002 гг.

Постепенное снижение большинства показателей заболеваемости с 1988 по 2007 гг. может быть связано с реализацией у эвакуированных болезней, впервые выявленных на предыдущих этапах, и смертности определенной части когорты. Одновременно рост отдельных заболеваний в динамике свидетельствует о том, что развитие неопухолевых заболеваний у данного контингента пострадавших продолжается, прежде всего это касается эвакуированных, которые на момент аварии были детьми и подростками. Не исключается влияние на развитие неопухолевых болезней также «малых» доз облучения (отдаленные по времени эффекты малых доз ионизирующего излучения) и комплекса нерадиационных факторов.



*Рис. 3.47. Динамика неопухолевой заболеваемости взрослого эвакуированного населения по пятилетним периодам наблюдения (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).*

В период 1988–2007 гг. существенные изменения неопухолевой заболеваемости эвакуированных зарегистрированы по отдельным классам и нозологическим формам.

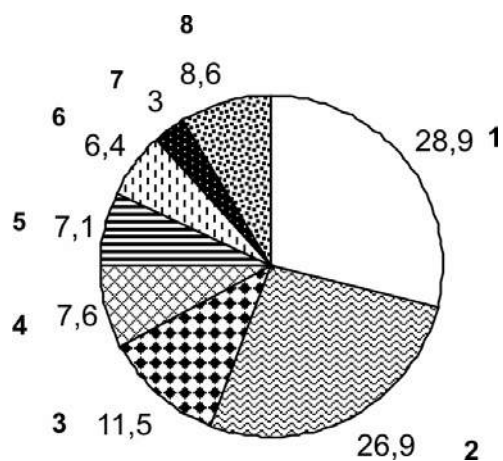
В 2003–2007 гг. по сравнению со всеми предыдущими этапами зафиксирован достоверно более высокий уровень заболеваемости нетоксичным узловым зобом. Статистически выше против первого и второго этапов показатели заболеваемости приобретенным гипотиреозом, болезнями органов пищеварения, в частности, печени, желчевыводящих путей и поджелудочной железы. Заболеваемость тиреоидитом, болезнями нервной системы и органов чувств, в частности, вегето-сосудистой дистонией, цереброваскулярными болезнями, болезнями органов дыхания, язвой желудка и 12-перстной кишки, мочеполовой и костно-мышечной систем достоверно превышает только уровень первого этапа. Для других заболеваний зарегистрированы статистически более низкие уровни.

Такие же изменения наблюдались в структуре неопухолевой заболеваемости (рис. 3.48).

В 1988 г. наибольший удельный вес последовательно приходился на болезни органов кровообращения, дыхания, пищеварения, нервной системы и органов чувств, костно-мышечной, эндокринной, мочеполовой систем. Их общий вклад в структуру составил 91,4 %.

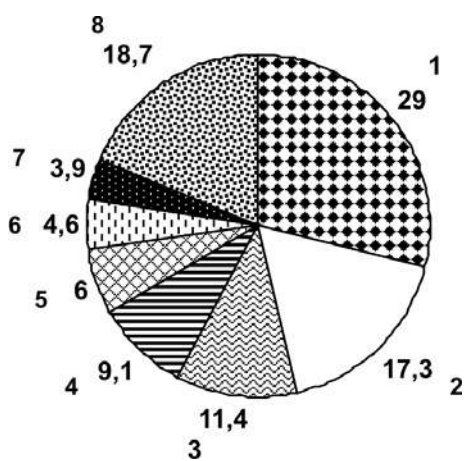
В 2007 г. указанная патология также имела наибольший удельный вес, но изменилось ее место в структуре. Уменьшился вклад болезней системы кровообращения и они переместились в структуре на второе ранговое место. Первое место принадлежало болезням органов пищеварения. Уменьшился удельный вес болезней органов дыхания, но вырос – заболеваний нервной системы и органов чувств, несколько – эндокринной и мочеполовой систем.

Гендерные различия в динамике показателей распространенности и заболеваемости неопухолевых болезней заключаются в том, что показатели распространенности болезней среди женщин превышали соответствующие показатели мужчин на 20,0 %, заболеваемости – на 30,9 % (рис. 3.49).



1988 г.

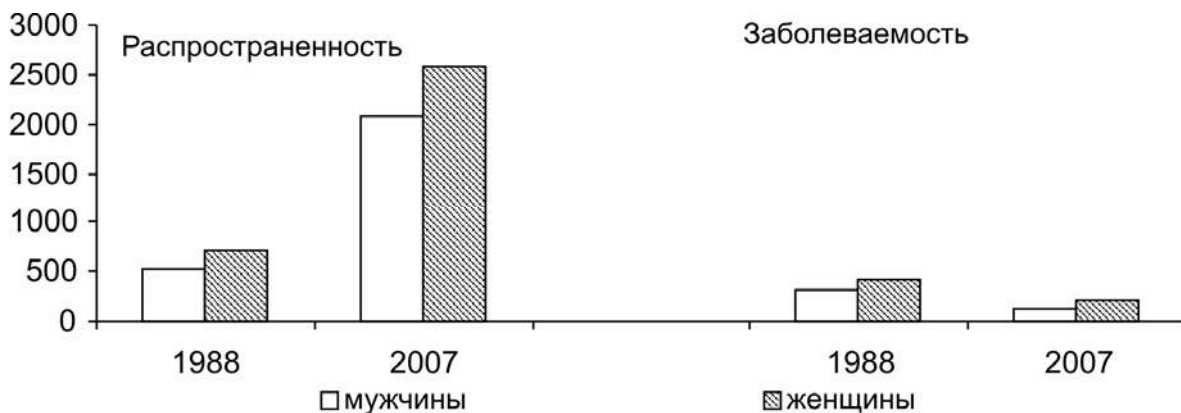
- 1 болезни системы кровообращения;
- 2 болезни органов дыхания;
- 3 болезни органов пищеварения;
- 4 болезни нервной системы и органов чувств;
- 5 болезни костно-мышечной системы;
- 6 болезни эндокринной системы;
- 7 болезни мочеполовой системы;
- 8 другие болезни



2007 г.

- 1 болезни органов пищеварения;
- 2 болезни системы кровообращения;
- 3 болезни органов дыхания;
- 4 болезни костно-мышечной системы;
- 5 болезни нервной системы и органов чувств;
- 6 болезни эндокринной системы;
- 7 болезни мочеполовой системы;
- 8 другие болезни

**Рис. 3.48.** Структура неопухолевой заболеваемости (%) взрослого эвакуированного населения за 1988 и 2007 гг. (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).



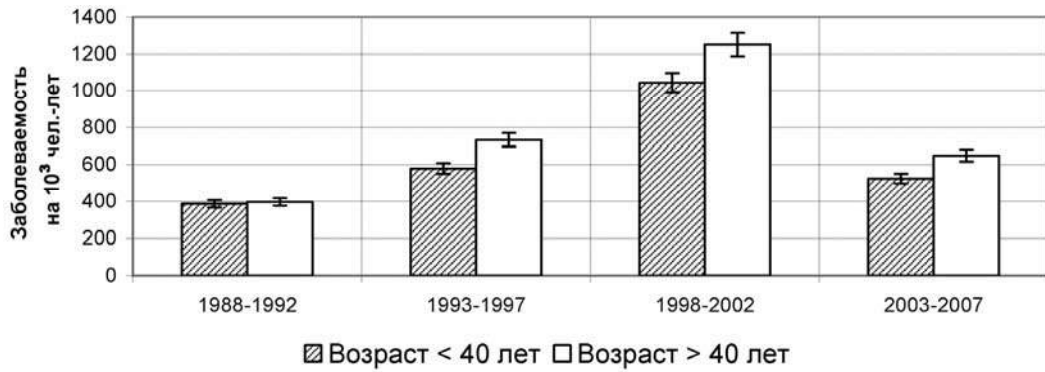
**Рис. 3.49.** Заболеваемость и распространенность неопухолевых болезней среди взрослого эвакуированного населения в зависимости от пола за 1988 и 2007 гг. (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

По показателям распространенности наибольшая разница обнаружена в уровне болезней эндокринной системы, в частности, щитовидной железы (в 1,6 раза). У женщин зарегистрированы более чем в 2 раза высокие показатели нетоксического узлового зоба, тиреотоксикоза с зобом и без него, приобретенного гипотиреоза, тиреоидита. У женщин также выше уровень сахарного диабета (в 1,8 раза), болезней мочеполовой системы (в 2,1 раза). Уровень катаракты у женщин выше в 1,7 раза, цереброваскулярных болезней – в 1,5 раза. Однако заболеваемость язвой желудка и 12-перстной кишки выше у мужчин.

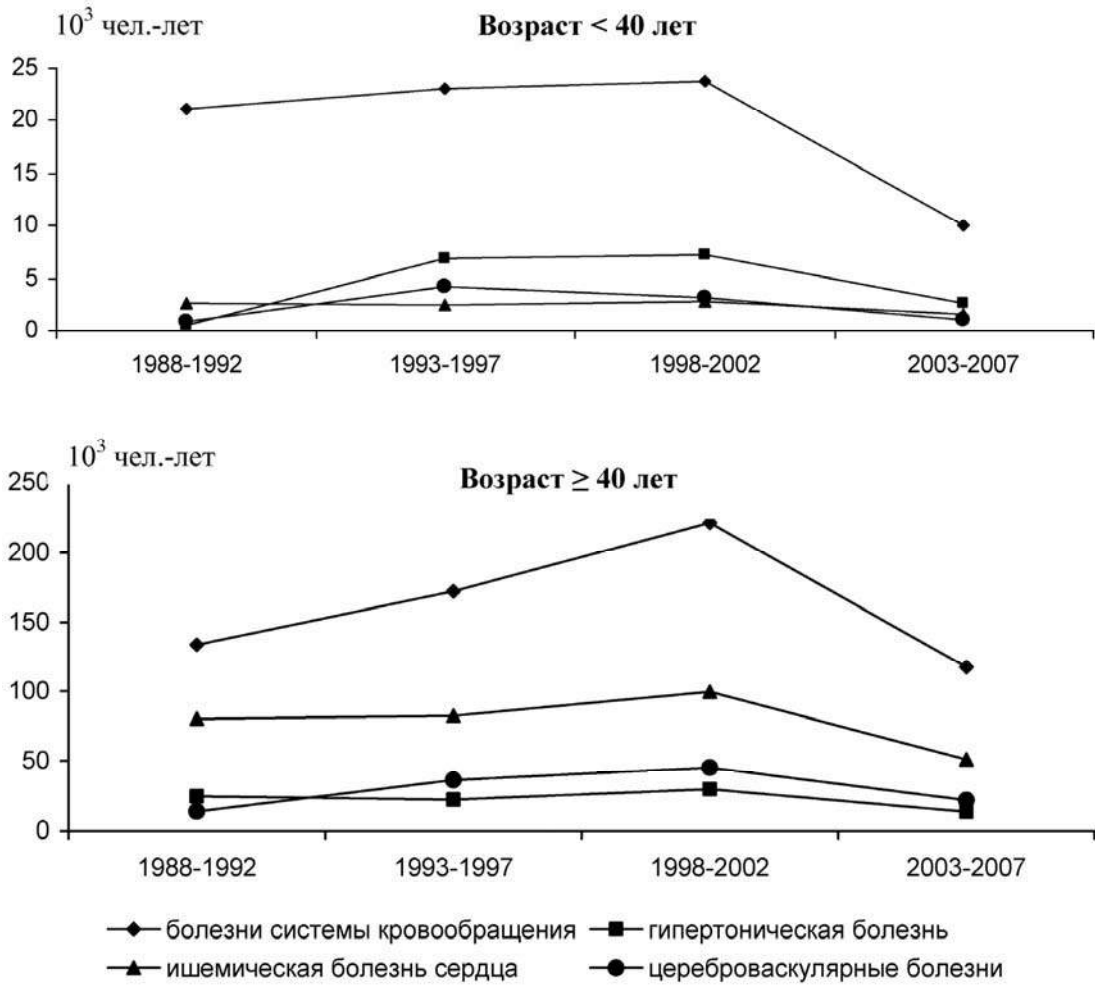
По показателям впервые выявленных болезней опять-таки наибольшее превышение у женщин наблюдается в уровне болезней щитовидной железы (в 2 раза), в том числе по приобретенному гипотиреозу – в 3,3 раза, тиреотоксикозу – в 3,6 раза, нетоксичному узловому

зобу – в 2,8 раза. Более чем в 2 раза выше уровень катаракты, цереброваскулярных болезней, заболеваний печени, желчевыводящих путей, поджелудочной железы, мочеполовой системы.

На всех этапах уровень неопухолевых заболеваний выше у лиц 40 лет и старше по сравнению с более молодым контингентом (рис. 3.50).



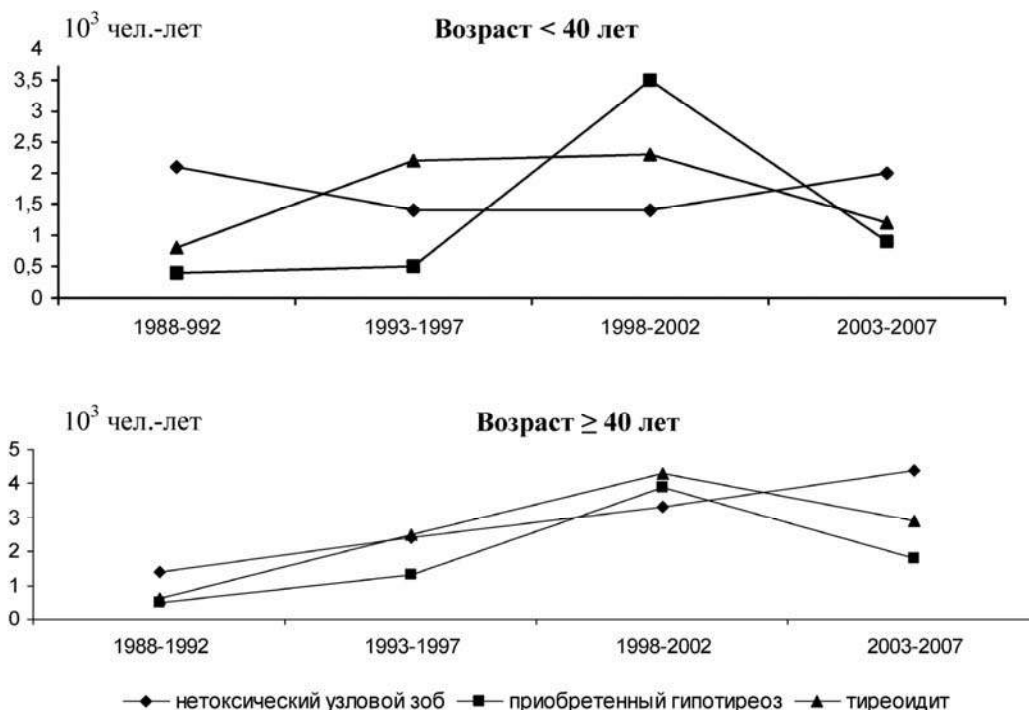
**Рис. 3.50.** Динамика неопухолевой заболеваемости взрослого эвакуированного населения в зависимости от возраста по пятилетним периодам наблюдения (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).



**Рис. 3.51.** Динамика сердечно-сосудистой заболеваемости взрослого эвакуированного населения по пятилетним периодам наблюдения в зависимости от возраста (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

Особенно большая разница наблюдается в уровне болезней сердечно-сосудистой системы, в частности, ишемической болезни сердца и цереброваскулярной патологии (рис. 3.51).

Значительные различия зарегистрированы в динамике отдельных форм заболеваний ЩЖ. Начиная с 1993–1997 гг. показатели нетоксического узлового зоба, приобретенного гипотиреоза, тиреоидита выше у лиц старше 40 лет (рис. 3.52).



**Рис. 3.52.** Динамика отдельных форм заболеваний щитовидной железы взрослого эвакуированного населения по пятилетним периодам наблюдения в зависимости от возраста (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

**Таблица 3.33.**

Относительные риски развития отдельных неопухолевых болезней у взрослого эвакуированного населения в период 1989–2005 гг. в зависимости от доз облучения щитовидной железы (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)

| Классы и нозологические формы болезней                        | МКБ-9   | Показатели относительного риска по дозам облучения |                      |
|---|---------|--|----------------------|
|   |         | 0,3 – < 2,0 Гр                                     | ≥ 2,0 Гр             |
| Болезни органов кровообращения                                | 390–459 | 1,89*<br>(1,64–2,18)                               | 2,91*<br>(2,51–3,37) |
| – ишемическая болезнь сердца                                  | 410–414 | 3,22*<br>(2,50–4,15)                               | 4,38*<br>(3,37–5,68) |
| – цереброваскулярные болезни                                  | 430–438 | 2,00*<br>(1,41–2,86)                               | 4,83*<br>(3,46–6,73) |
| Болезни органов пищеварения                                   | 520–579 | 1,02<br>(0,86–1,22)                                | 1,40*<br>(1,15–1,71) |
| – болезни печени, желчевыводящих путей и поджелудочной железы | 571–577 | 1,06<br>(0,82–1,35)                                | 1,34*<br>(1,01–1,79) |
| Болезни костно-мышечной системы                               | 710–739 | 1,22*<br>(1,01–1,49)                               | 2,69*<br>(2,21–3,26) |
| Психические нарушения   | 290–319 | 1,10<br>(0,65–1,88)                                | 1,82*<br>(1,02–3,26) |

Примечание. \* –  $p < 0,05$

У взрослого эвакуированного населения установлены достоверные дозозависимые эффекты развития отдельных неопухолевых болезней при облучении ЩЖ и внешнем облучении всего тела. При облучении ЩЖ дозами 0,3 – <2,0 Гр достоверную связь с дозой демонстрируют болезни органов кровообращения, в частности, ишемическая болезнь сердца и цереброваскулярная патология, заболевания костно-мышечной системы. С увеличением доз на ЩЖ до 2,0 Гр и выше риск названных болезней растет, регистрируется также достоверный риск формирования психических расстройств и болезней органов пищеварения (табл. 3.33).

**Таблица 3.34.**

*Относительные риски (RR) развития неопухолевых заболеваний по отдельным нозологическим формам у взрослого эвакуированного населения в период 2003–2007 гг. в зависимости от дозы внешнего облучения всего тела (дозовая субкогорта сравнения <0,05 Гр; данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)*

| Нозологические группы, формы болезней  | МКБ-9           | Показатели относительного риска (RR) и доверительного интервала (CI) при дозах облучения (Гр) |                                   |                                   |                                   |
|--|-----------------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|  |                 | 0,05–0,099  | 0,1–0,199                         | 0,2–0,249                         | 0,25–0,32                         |
|  |                 | RR (CI)   | RR (CI)                           | RR (CI)                           | RR (CI)                           |
| Болезни щитовидной железы              | 240–246         | 1,07<br>(0,78; 1,48)  | 1,10<br>(0,86; 1,41)              | 0,92<br>(0,71; 1,18)              | 1,37 <sup>x</sup><br>(1,06; 1,77) |
| – приобретенный гипотиреоз             | 244             | 1,05<br>(0,38; 2,89)  | 0,69<br>(0,30; 1,59)              | 0,94<br>(0,43; 2,07)              | 1,14<br>(0,50; 2,63)              |
| – тиреоидит                            | 245             | 0,46<br>(0,16; 1,29)  | 0,81<br>(0,43; 1,53)              | 0,92<br>(0,50; 1,72)              | 1,49 <sup>x</sup><br>(1,09; 2,79) |
| – сахарный диабет                      | 250             | 0,57<br>(0,26; 1,25)  | 0,65<br>(0,38; 1,25)              | 0,41<br>(0,23; 0,74)              | 1,28 <sup>x</sup><br>(1,05; 2,19) |
| – вегето-сосудистая дистония (ВСД)     | 337             | 2,04 <sup>x</sup><br>(1,12; 3,71)   | 4,44 <sup>x</sup><br>(2,72; 7,25) | 1,45<br>(0,86; 2,43)              | 1,17<br>(0,66; 2,06)              |
| – катаракта                            | 366             | 1,73<br>(0,74; 4,04)  | 2,74 <sup>x</sup><br>(1,38; 5,45) | 1,58<br>(0,78; 3,21)              | 2,94 <sup>x</sup><br>(1,45; 5,96) |
| – гипертоническая болезнь              | 401–405         | 0,89<br>(0,64; 1,24)  | 1,35 <sup>x</sup><br>(1,07; 1,72) | 1,01<br>(0,79; 1,29)              | 1,20<br>(0,93; 1,55)              |
| – ишемическая болезнь сердца           | 412–414         | 1,30<br>(0,97; 1,74)  | 1,24<br>(0,98; 1,57)              | 1,19<br>(0,94; 1,51)              | 1,27 <sup>x</sup><br>(1,01; 1,63) |
| – цереброваскулярные болезни           | 437–438         | 1,45<br>(0,97; 2,16)  | 1,75 <sup>x</sup><br>(1,27; 2,42) | 1,56 <sup>x</sup><br>(1,13; 2,16) | 1,94 <sup>x</sup><br>(1,39; 2,71) |
| – гастрит, дуоденит                    | 535             | 1,52 <sup>x</sup><br>(1,01; 2,28)   | 1,15<br>(0,82; 1,62)              | 1,52 <sup>x</sup><br>(1,09; 2,12) | 1,66 <sup>x</sup><br>(1,17; 2,35) |
| – болезни печени, желчевыводящих путей | 571–576         | 1,12<br>(0,91; 1,39)  | 0,92<br>(0,77; 1,09)              | 1,01<br>(0,85; 1,19)              | 1,27 <sup>x</sup><br>(1,06; 1,51) |
| – болезни поджелудочной железы         | 577             | 0,88<br>(0,62; 1,27)  | 0,84<br>(0,64; 1,11)              | 0,83<br>(0,63; 1,08)              | 1,14 <sup>x</sup><br>(1,06; 1,50) |
| – болезни мочеполовой системы          | 580–599         | 1,37<br>(0,87; 2,17)  | 1,44 <sup>x</sup><br>(1,00; 2,08) | 1,69 <sup>x</sup><br>(1,18; 2,43) | 1,90 <sup>x</sup><br>(1,30; 2,77) |
| – болезни предстательной железы        | 600–602         | 1,30<br>(0,73; 2,32)  | 1,12<br>(0,70; 1,79)              | 1,52<br>(0,97; 2,40)              | 2,03 <sup>x</sup><br>(1,28; 3,24) |
| – остеопатии, хондропатии              | 733.0,<br>733.1 | 1,10<br>(0,82; 1,78)  | 1,17<br>(0,93; 1,47)              | 1,09<br>(0,86; 1,37)              | 1,39 <sup>x</sup><br>(1,09; 1,77) |

**Примечание.** \* – p<0,05

Дозы внешнего облучения всего тела достоверно влияли на развитие неопухолевой заболеваемости эвакуированных. По результатам риск-анализа выявлен рост относительных рисков (RR) развития отдельных неопухолевых болезней и увеличение их количества с достоверно подтвержденным риском при повышении уровня доз облучения. Максимальный риск для большинства заболеваний установлен в дозовом интервале 0,25–0,32 Гр (табл. 3.34).



По сравнению с контролем, наименьшее количество болезней со статистически подтвержденным риском зарегистрировано в дозовой субкогорте 0,05–0,099 Гр. При повышении уровня доз до 0,1–0,249 Гр количество болезней с достоверным RR увеличивается за счет таких нозологических форм, как катаракта, гипертоническая болезнь, цереброваскулярная патология, болезни мочеполовой системы.

Наибольшее количество неопухолевых заболеваний с достоверно подтвержденной связью с дозой установлено в дозовой субкогорте 0,25–0,32 Гр. Статистически достоверный RR определен для болезней ЩЖ, катаракты, ишемической болезни сердца, цереброваскулярной патологии, гастрита, дуоденита, болезней печени и желчевыводящих путей, поджелудочной железы, болезней мочеполовой системы, предстательной железы, остеопатий, хондропатий. С ростом величины дозы повышается величина RR или недостоверный риск становится достоверным.

Результаты расчета эксцессов (излишков) относительных и абсолютных рисков на единицу дозы также свидетельствуют о достоверной дозовой зависимости развития отдельных неопухолевых болезней у взрослого эвакуированного населения.

Самый высокий достоверно подтвержденный эксцесс абсолютного риска при максимальных для эвакуированных дозах (0,25–0,32 Гр) установлен для ишемической болезни сердца, гипертонической болезни, болезней печени и желчевыводящих путей, костно-мышечной системы. Наряду с этим, высоким является также избыток абсолютного риска для болезней эндокринной системы, в т.ч. ЩЖ, мочеполовой системы, остеопатий и хондропатий.

Результаты расчета эксцессов относительного риска на единицу дозы также свидетельствуют о достоверной дозовой зависимости развития отдельных неопухолевых болезней у взрослого эвакуированного населения. Самым высоким оказался эксцесс относительного риска развития катаракты. Довольно высоки также излишки относительных рисков для сахарного диабета, тиреоидита, цереброваскулярных болезней, мочевыделительной системы, предстательной железы.

Исследованиями ГУ «НЦРМ АМН Украины» доказано, что радиационное воздействие вызывает ускоренное развитие зависимых от возраста заболеваний глаза – инволюционной катаракты, макулодистрофии и ангиопатии сетчатки. При этом доза облучения выступает как синергический возрасту фактор. Относительный риск инволюционной катаракты составляет 1,139 (1,057; 1,228) на 1 год пребывания под риском, 2,895 ( $d \cdot \sqrt{(2,529; 3,313)}$ ) на 1 год календарного возраста, 1,681 (1,033; 2,735) на 1 t, где d-доза в гр, t – время нахождения под риском, годы. Относительный риск макулодистрофии – 1,727 (1,498; 1,727) на 1 год календарного возраста, 6,453 ( $d \cdot t$ ), где d-доза в Гр, t – время нахождения под риском,  $\sqrt{(3,115; 13,37)}$ , годы. Впервые показано, что заболеваемость ангиопатией сетчатки зависит от дозы облучения, относительный риск заболеть в группе облученных в дозе 30 – 70 сГр по сравнению с облученными в дозе до 0,3 Гр составляет 1,65 (1,02; 2,67) при  $\chi^2 = 4,15$ ;  $p = 0,041$ .

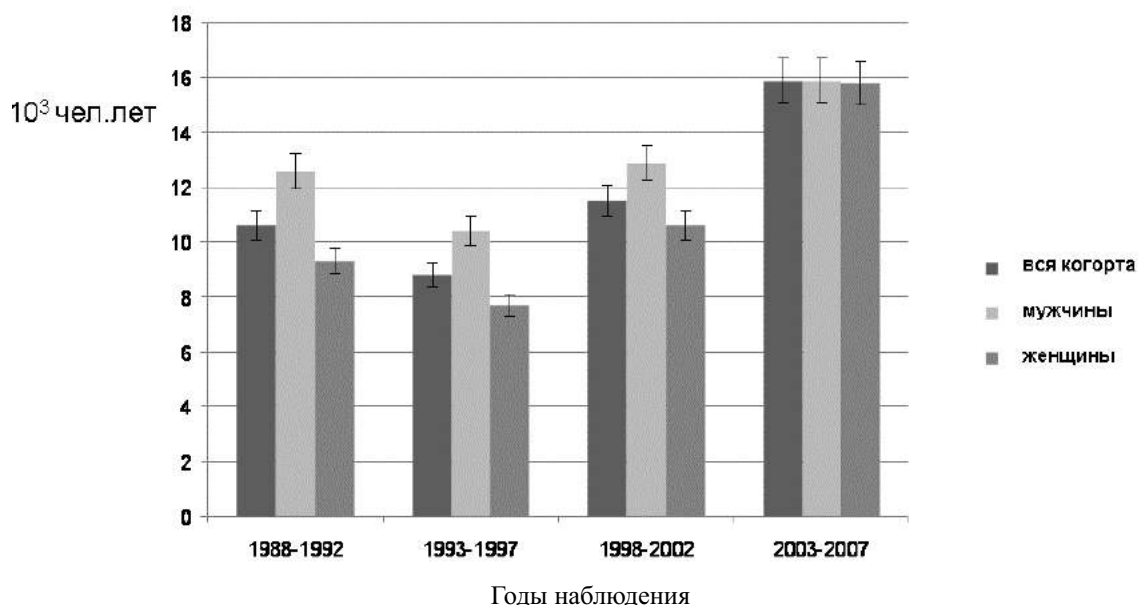
### ***Неопухолевая смертность***

Результаты эпидемиологического исследования смертности от неопухолевых болезней у взрослого эвакуированного населения в период 1988–2007 гг. показали постепенный ее рост. Высокий уровень показателей выявлен на этапе 2003–2007 гг. (рис. 3.53). При этом частота смертности у лиц мужского и женского пола практически сравнялась.

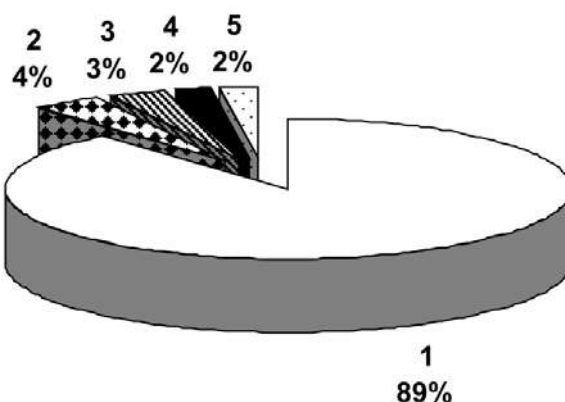
На протяжении всех периодов исследования в структуре смертности ведущей была сердечно-сосудистая заболеваемость. Ее вклад в разные годы составлял от 45 до 83 %. В 2007 г. процент сердечно-сосудистой патологии возрос до 89 % (рис. 3.54).

Определенное место в структуре смертности эвакуированных занимают также болезни нервной системы и органов чувств, дыхания и пищеварения. Вклад болезней органов дыхания в

разные годы колеблется от 1,3 % до 12,5%, пищеварения – от 0,7 до 8,1%, нервной системы и органов чувств – от 0,2 % до 4,0%.



**Рис. 3.53.** Динамика смертности от неопухолевых болезней взрослого эвакуированного населения по пятилетним периодам наблюдения (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).



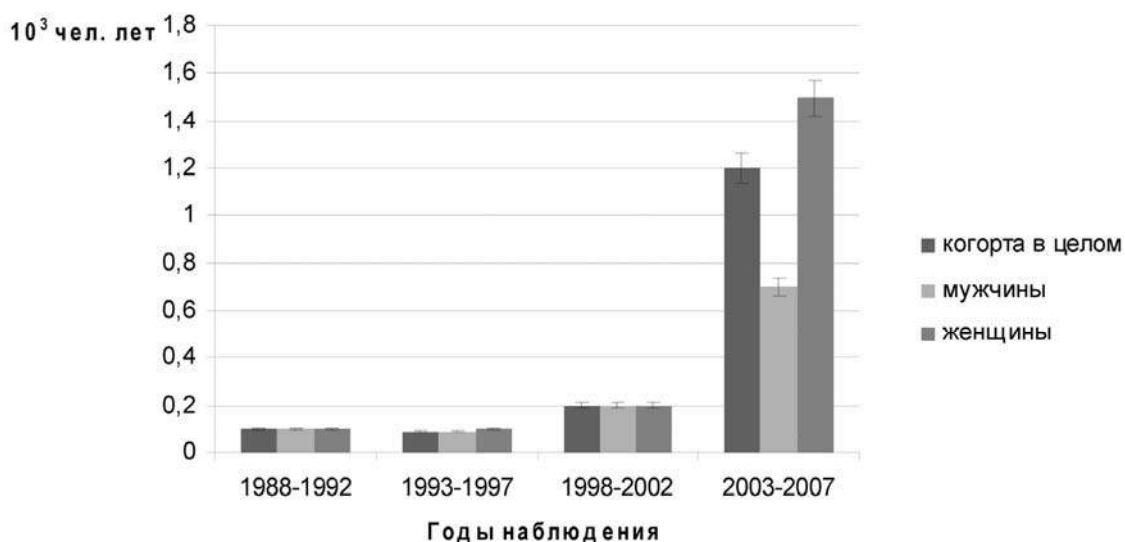
**Рис. 3.54.** Структура смертности (%) от неопухолевых болезней взрослого эвакуированного населения в 2007 г. (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)

1 – болезни системы кровообращения, 2 – болезни органов пищеварения, 3 – болезни нервной системы и органов чувств, 4 – болезни органов дыхания, 5 – другие болезни.

Среди болезней органов кровообращения первое место занимает ишемическая болезнь сердца (39,5%). При этом в 2007 г. смертность от ишемической болезни сердца у мужчин наблюдалась в 66 % случаев, у женщин – в 60,3 %. Гипертонической болезни принадлежало 11 %, цереброваскулярной патологии – 3,4%.

Сердечно-сосудистой заболеваемости, в частности, ишемической болезни сердца принадлежит доминирующая роль в формировании причин смертности, при этом смертность эвакуированных от болезней органов кровообращения в целом ( $11,8 \pm 0,22$  на  $10^3$  чел.-лет) на этапе 2003-2007 гг. превышает начальный уровень 1988-1992 гг. ( $6,9 \pm 0,2$  на  $10^3$  чел.-лет) почти в 2 раза.

А уровень смертности от гипертонической болезни в течение первых трех периодов почти одинаков, и значительно повышается на этапе 2003-2007 гг. (рис. 3.55).



**Рис. 3.55.** Динамика смертности от гипертонической болезни взрослого эвакуированного населения по пятилетним периодам наблюдения (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

Отмечено также достоверное повышение уровня смертности от болезней нервной системы и органов чувств, органов дыхания, в основном за счет хронического бронхита с эмфиземой и болезней органов пищеварения, преимущественно за счет болезней печени, желчевыводящих путей и поджелудочной железы. Смертность от болезней эндокринной системы преимущественно обуславливалась сахарным диабетом.

Показатели смертности от болезней мочеполовой, костно-мышечной системы, кожи и подкожной клетчатки, психических расстройств были минимальными на протяжении всего периода исследования.

Анализ смертности по полу обнаружил высокий уровень показателей у мужчин. Однако на этапе 2003–2007 гг. общая смертность мужчин и женщин сравнялась (см. рис. 3.53).

Установлена достоверная зависимость формирования смертности от возраста. У лиц младше 40-летнего возраста на всех этапах замечены значительно более низкие показатели по сравнению со старшими по возрасту. Однако постепенное их повышение зарегистрировано в обоих когортах. Самый высокий уровень зафиксирован в 2003–2007 гг.

Наибольшая разница в показателях смертности выявлена по болезням системы кровообращения. У лиц 40 лет и старше смертность от данного класса болезней, а также гипертонической болезни и ишемической болезни сердца в 2003–2007 гг. достоверно выше против всех предыдущих этапов. Смертность от цереброваскулярной патологии почти одинакова во все периоды исследования (рис. 3.56).

У лиц младших по возрасту достоверное повышение показателей смертности отмечено лишь от гипертонической болезни. Уровень смертности от ишемической болезни сердца и цереброваскулярной патологии близкий по значениям на всех этапах исследования.

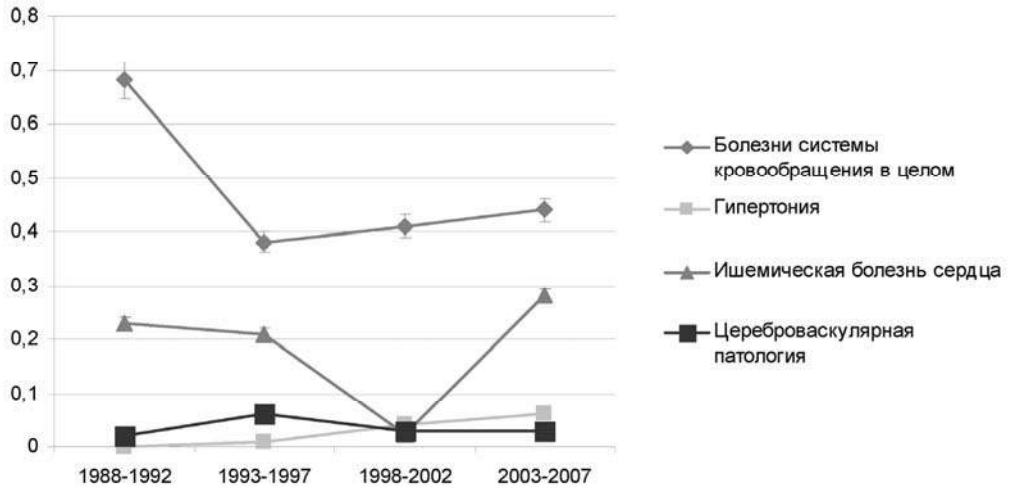
В обеих возрастных когортах достоверное повышение уровня смертности установлено также от болезней нервной системы и органов чувств, дыхания, пищеварения (рис. 3.57), однако, при более высоком уровне показателей у лиц 40 лет и старше.

Кроме того, у старших по возрасту отмечено достоверное повышение смертности от язвы желудка и 12-перстной кишки, у младших по возрасту – от бронхиальной астмы.

В 1993–1997 гг. и 2003–2007 гг. в обеих возрастных когортах зафиксирована смертность от болезней ЦЖ, причем в 1993–1997 гг. высшими оказались показатели у лиц старших по возрасту ( $0,11 \pm 0,03$  против  $0,04 \pm 0,02$ ), в 2003–2007 гг. – до 40-летнего возраста ( $0,02 \pm 0,01$  против  $0,007 \pm 0,005$ ). Смертность обусловлена тиреотоксикозом с зубом и без него.

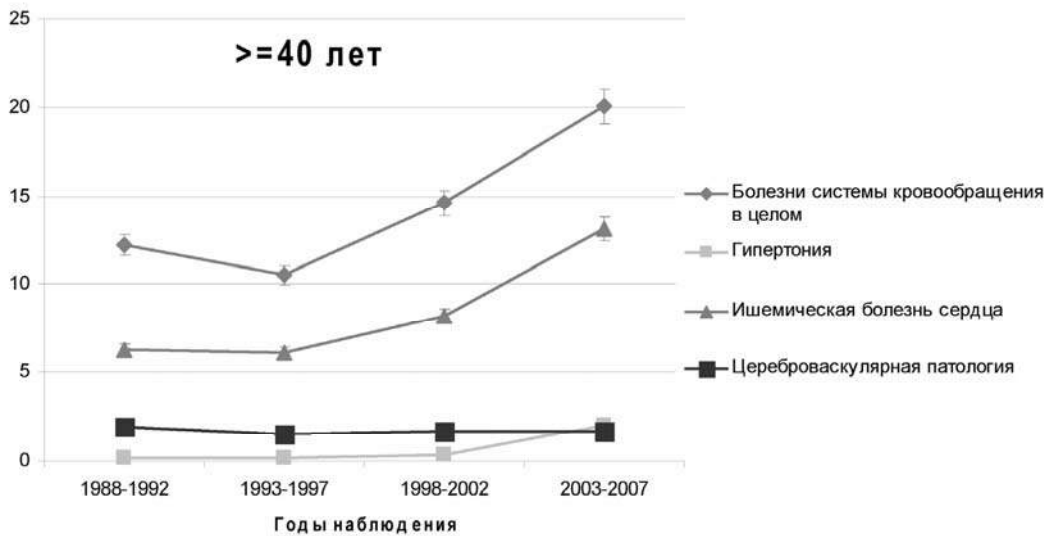
10<sup>3</sup> чел.-лет

< 40 лет



10<sup>3</sup> чел.-лет

>=40 лет



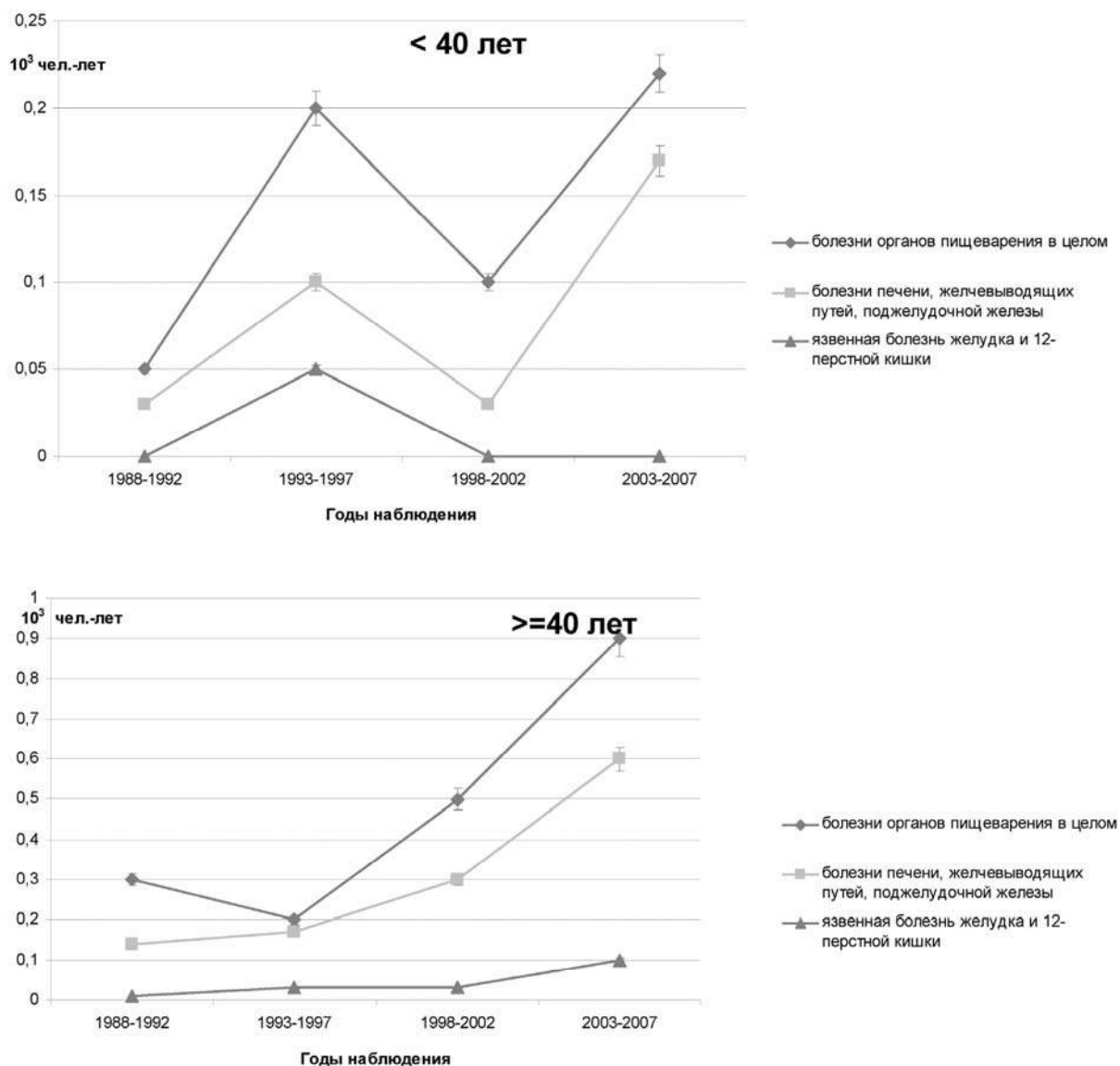
**Рис. 3.56.** Динамика смертности от болезней системы кровообращения взрослого эвакуированного населения по пятилетним периодам наблюдения в зависимости от возраста (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

При исследовании зависимости рисков смертности от неопухолевых болезней от внешнего облучения всего тела установлена достоверная зависимость формирования смертности от отдельных нозологических форм. По расчетам абсолютных, относительных рисков и их эксцессов наиболее тесная связь установлена для заболеваний органов кровообращения, в частности, ишемической болезни сердца, органов пищеварения, мочеполовой системы (в частности, болезнью предстательной железы). При этом максимальные величины абсолютных и относительных рисков смертности от ишемической болезни сердца регистрируются в дозовом интервале 0,2–0,249 Гр.

При определении эксцессов абсолютных рисков на единицу дозы (ЕАР на 103 человеко-лет, Гр) статистически достоверные излишки зарегистрированы для болезней системы кровообращения, в частности, ишемической болезни сердца и болезней органов пищеварения (табл. 3.35).

В дозовом интервале 0,25–0,32 Гр избыток абсолютного риска смертности от болезней органов кровообращения – максимальный. Почти такого же уровня ЕАР смертности достигает

отдельно для ишемической болезни сердца. Экссесс абсолютного риска смертности от болезней органов пищеварения в 2 раза меньше.



**Рис. 3.57.** Динамика смертности от болезней органов пищеварения взрослого эвакуированного населения по пятилетним периодам наблюдения в зависимости от возраста (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

**Таблица 3.35.**

Экссессы абсолютных рисков формирования смертности по отдельным классам и нозологическим формам у взрослого эвакуированного населения за 2003–2007 гг. при дозах внешнего облучения всего тела 0,25–0,32 Гр (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)

| Наименование заболеваний       | МКБ-9   | Экссесс абсолютного риска, EAR на 10 <sup>3</sup> человеко-лет, Гр |
|--------------------------------|---------|--|
| Болезни системы кровообращения | 390–459 | 6,0 (3,5; 10,5)  |
| – ишемическая болезнь сердца   | 412–414 | 5,8 (2,8; 12,0)  |
| Болезни органов пищеварения    | 520–579 | 2,9 (1,9; 9,0)   |

Расчетами эксцессов относительных рисков на единицу дозы ( $ERR \text{ Гр}^{-1}$ ) установлены достоверные излишки смертности для болезней эндокринной системы, ишемической болезни сердца, гастрита и дуоденита, болезней мочеполовой системы, предстательной железы (табл. 3.36).

**Таблица 3.36.**

*Эксцессы относительных рисков формирования смертности по отдельным классам и нозологическим формам у взрослого эвакуированного населения за 2003–2007 гг. при дозах внешнего облучения всего тела 0,25–0,32 Гр (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»)*

| Наименование заболеваний          | МКБ-9   | Эксцесс относительного риска, $ERR \text{ Гр}^{-1}$ |
|-----------------------------------|---------|---|
| Болезни эндокринной системы       | 240–279 | 1,50 (1,21; 1,85)                                   |
| Ишемическая болезнь сердца        | 412–414 | 3,12 (2,23; 4,38)                                   |
| Гастрит, дуоденит                 | 535     | 2,19 (1,54; 3,12)                                   |
| Болезни мочевыделительной системы | 581–599 | 2,99 (2,04; 4,37)                                   |
| Болезни предстательной железы     | 600–608 | 3,42 (2,14; 5,47)                                   |

Как видно, самый высокий избыток относительного риска на единицу дозы установлен для ишемической болезни сердца, заболеваний предстательной железы и мочеполовой системы. Эксцесс формирования смертности от заболеваний эндокринной системы почти в 2 раза ниже.

Представленные результаты оценки дозозависимых эффектов развития неопухолевой заболеваемости и смертности от неопухолевых болезней у взрослого эвакуированного населения не являются окончательными, поскольку требуют дополнительных исследований, направленных на определение комплексного влияния так называемых факторов смешивания – возраста, вредных привычек, вредных условий труда, нарушений питания, двигательной активности, психосоциального стресса и т.д.

Одновременно можно утверждать, что облучение ЩЖ дозами, превышающими 0,3 Гр (особенно 2,0 Гр и выше), а также внешнее облучение всего тела дозами выше 0,05 Гр (особенно 0,25 Гр) способствуют развитию дозозависимых эффектов по отдельным неопухолевым заболеваниям. Полученные данные согласуются с результатами исследований, выполненных в других странах мира (Российской Федерации, Белоруссии, Японии) на радиационно облученных контингентах [3–5].

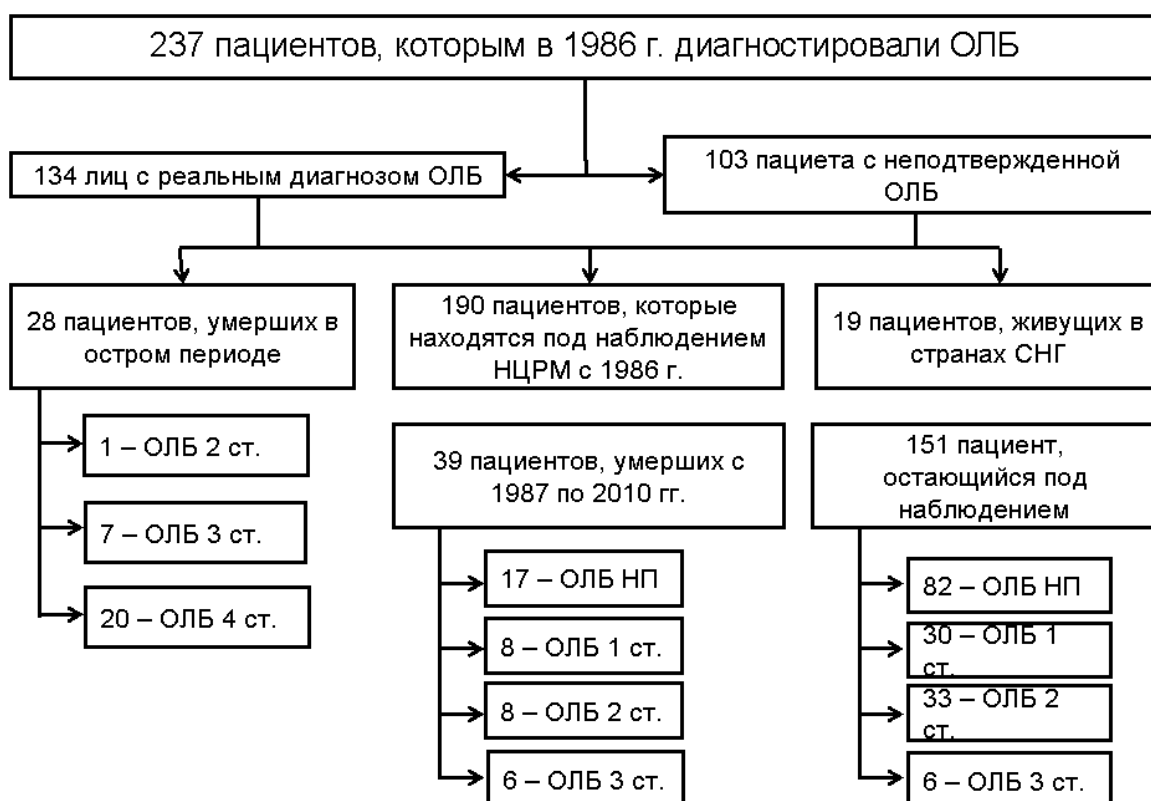
### **3.3. Ранние и отдаленные эффекты, связанные с действием облучения**

#### **3.3.1. Острая лучевая болезнь**

В 1986 г. диагноз острой лучевой болезни (ОЛБ) был установлен 237 лицам. После тщательного ретроспективного анализа (в 1989 г.) реальное количество пострадавших с таким диагнозом уменьшилось до 134 человек. Из них 28 пациентов умерли в течение первых трех месяцев после аварии. После аварии за 25 лет наблюдения умерло 39 человек, которые жили в Украине (рис. 3.58).

За 25 лет изучено функциональное состояние основных органов и систем организма, метаболических процессов и гомеостаза у данной категории лиц; дана комплексная оценка состояния их здоровья, умственной и физической работоспособности, а также определены факторы риска.

Всего (без деления ОЛБ на подтвержденную и неподтвержденную) частыми причинами смерти были онкологические заболевания (15 случаев) и смерть от сердечно-сосудистых осложнений (12 случаев). Среди других причин летальности отмечены цирроз печени, туберкулез легких ( в быстро прогрессирующих формах), энцефалит, жировая эмболия после перелома ноги, несчастные случаи, травма (табл. 3.37).



*Рис. 3.58. Динамика количества лиц, подвергшихся острой лучевой болезни в результате аварии на Чернобыльской АЭС (ОЛБ – острая лучевая болезнь; ОЛБ НП – неподтвержденная острая лучевая болезнь, по данным ГУ «НЦРМ АМН Украины»).*

**Таблица 3.37.**

*Причины смерти пациентов с диагнозом ОЛБ, находящихся под наблюдением НЦРМ*

| Причины смерти                                       | Количество умерших со степенью ОЛБ |   |   |   | Всего |
|--|------------------------------------|---|---|---|-------|
|  | 0                                  | 1 | 2 | 3 |       |
| Сердечно-сосудистые заболевания                      | 5                                  | 3 | 2 | 2 | 12    |
| Онкологические и онкогематологические заболевания    | 8                                  | 2 | 3 | 2 | 15    |
| Соматические и неврологические заболевания, инфекции | 2                                  | 1 | 3 | 1 | 7     |
| Травмы и аварии                                      | 2                                  | 2 |   | 1 | 5     |
| Всего  | 17                                 | 8 | 8 | 6 | 39    |

Перенесшие ОЛБ и оставшиеся живыми страдают хроническими заболеваниями внутренних органов и систем (от 5–7 до 10–12 диагнозов одновременно). В первые пять лет после аварии наблюдался резкий рост заболеваний сердечно-сосудистой, пищеварительной, гепатобилиарной и нервной систем организма. В последующие 20 лет прирост был значительно меньше, однако через 25 лет после аварии доля лиц с соматической патологией составляла 85–100 % (рис. 3.59).

Онкологические заболевания отмечались различной локализацией солидных опухолей (табл. 3.38). В первые 10 лет после аварии реализовались пять случаев злокачественных заболеваний крови, а в последующие 15 лет произошло развитие солидных опухолей. При этом возраст 53% пациентов, умерших от злокачественных опухолей и сердечно-сосудистых заболеваний, был ниже средней продолжительности жизни населения Украины.



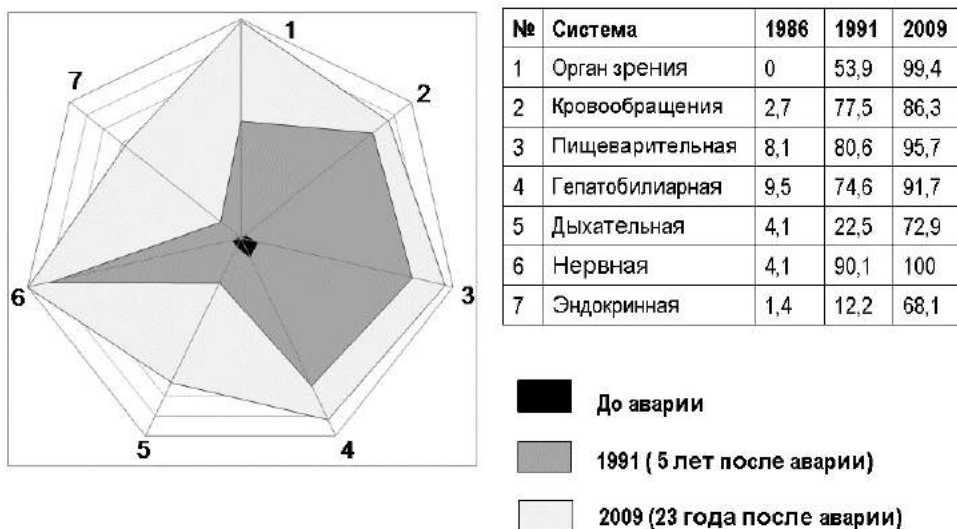


Рис. 3.59. Частота неопухолевой патологии у лиц, перенесших острую лучевую болезнь (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

Таблица 3.38.

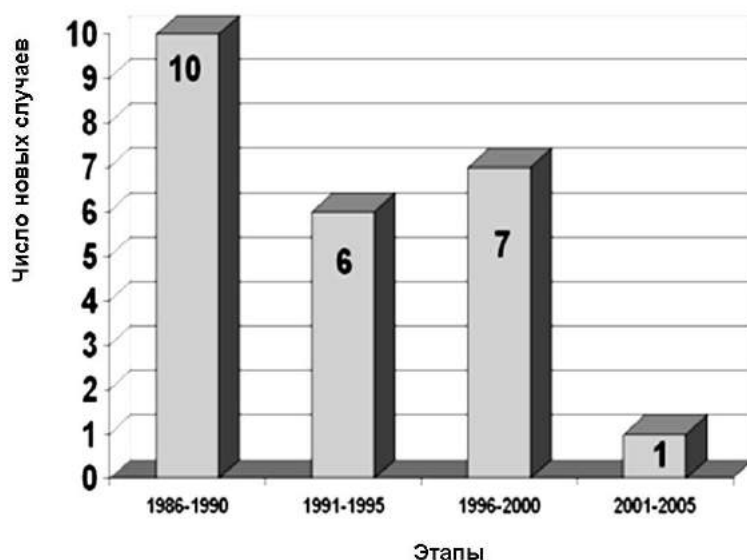
Случаи онкологических и онкогематологических заболеваний у лиц, перенесших ОЛБ

| Заболевание                       | Число случаев | Общее количество |         |
|-----------------------------------|---------------|------------------|---------|
|                                   |               | случаев          | смертей |
| Миелодиспластический синдром      | 3             | 5                | 5       |
| Острая миеломонобластная лейкемия | 1             |                  |         |
| Гипоплазия кроветворения          | 1             |                  |         |
| Рак толстой кишки                 | 3             | 16               | 10      |
| Рак желудка                       | 2             |                  |         |
| Рак щитовидной железы             | 2             |                  |         |
| Рак почки                         | 1             |                  |         |
| Рак гортани                       | 1             |                  |         |
| Рак легких                        | 1             |                  |         |
| Рак предстательной железы         | 1             |                  |         |
| Невринома нижней челюсти          | 1             |                  |         |
| Саркома мягких тканей бедра       | 1             |                  |         |
| Базалиома головы                  | 1             |                  |         |
| Рак мочевого пузыря               | 1             |                  |         |
| Рак гайморовой пазухи             | 1             |                  |         |

У 24 пациентов в послеаварийные годы развились типичные радиационные катаракты: у 10 человек с ОЛБ 3 ст. тяжести, у 8 человек с ОЛБ 2 ст., у 3 лиц с ОЛБ 1 ст. и у 3 лиц с неподтвержденной ОЛБ (ОЛБ НП). Практически все случаи лучевых катаракт (96 %) реализовались в течение первых 15 лет после облучения (рис. 3.60). Изучение патологии хрусталика показало, что лучевые катаракты относятся скорее к стохастическим эффектам облучения, чем к детерминированным.

Распространенность радиационной катаракты в отдаленном периоде после облучения возрастает в зависимости от логарифма дозы и времени нахождения под риском.

Динамическое наблюдение за состоянием системы гемопоэза реконвалесцентов ОЛБ в диапазоне доз от 1 до 3 Гр в раннем и отдаленном послеаварийных периодах показало, что в костном мозге и периферической крови происходит постепенная нормализация количественных показателей при сохранении многочисленных качественных нарушений в клеточных элементах на уровне ядра и цитоплазмы (рис. 3.61–3.64).



*Рис. 3.60. Количество новых случаев лучевой катаракты на этапах наблюдения.*

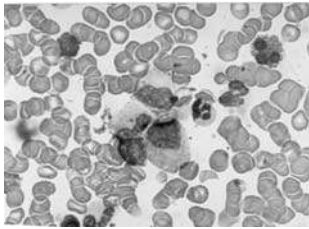
Степень нарушений в ядре клеток является прогностическим критерием поражения, вызванного действием ионизирующего облучения. Эти материалы коррелируют с основными законами радиобиологии и свидетельствуют о том, что чем выше доза облучения, тем больше задержка клеточного цикла в связи с гибелью не только стволовых клеток костного мозга, но и части коммитированных клеток и, частично, клеток интерфазной гибели.

В молодых клетках, способных к митотическому делению, отмечаются изменения в структуре хроматина в виде пластинчатоподобной массы, а в клетках, утративших способность к делению, регистрируется гиперконденсация хроматина, часто с образованием 1–3 локальных электронно-прозрачных зон. Такие признаки присущи клеткам при апоптозе. У части гранулоцитов в цитоплазме оказывались первичные и вторичные гранулы, но чаще встречались дегранулированные клетки с вакуолизированной цитоплазмой. Кое-где вакуоли даже деформировали ядро гранулоцитов (рис. 3.65–3.67).

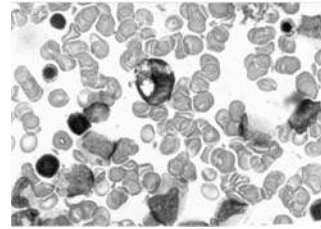
В костном мозге встречаются островки эритропоэза, которые отличаются от нормы малочисленностью эритроидных элементов вокруг макрофага. Происходили изменения в мегакариоцитарном звене гемопоэза, которые выражались нарушениями вызревания тромбоцитов, вакуолизацией и потерей мукополисахаридов.

Сроки восстановительных процессов костного мозга составляют 1–3 года, и прослеживание их в динамике продолжает вызывать повышенный интерес ученых. О переходе к восстановлению свидетельствует появление повышенного числа молодых клеточных генераций в костном мозге и чередования в трепанобиоптатах костного мозга гипо-и гиперпластических участков. Такие процессы регенерации костного мозга, учитывая комплексный анализ морфофункциональных показателей, могут развиваться по нескольким направлениям, а именно: а) по пути полного восстановления с нормализацией состава периферической крови, б) по гипопластическому пути из остаточной цитопении и в) угнетение костного мозга с развитием панцитопении и формирование онкогематологической патологии в будущем.

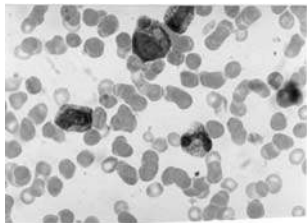
В послеаварийном периоде у реконвалесцентов ОЛБ и лиц с неподтвержденной ОЛБ наблюдались различные гематологические синдромы, в основном связанные со снижением содержания зрелых клеток периферической крови. Частота цитопении у реконвалесцентов 1–3 степени ОЛБ была выше, чем в группе с неподтвержденной ОЛБ (рис. 3.68).



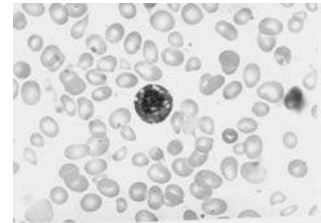
**Рис.3.61.** Микрофотография цитологического препарата костного мозга больного Ст-ОЛБ. Гипогранулярный миелоцит, гипогранулярные палочкоядерные нейтрофильные гранулоциты, вакуолизированный промиелоцит, дегрануляция эозинофильного гранулоцита.  
Окраска по Романовскому-Гимза.  $\times 1000$ .



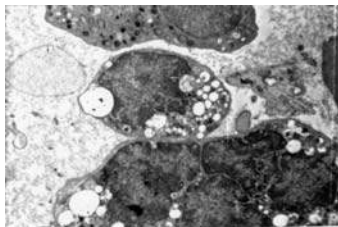
**Рис. 3.62.** Микрофотография цитологического препарата костного мозга больного Ст-ОЛБ. Вакуолизированный эозинофильный миелоцит.  
Окраска по Романовскому-Гимза.  $\times 1000$ .



**Рис. 3.63.** Микрофотография цитологического препарата костного мозга больного Ч-ОЛБ. Токсигенная зернистость миелоцитов, метамиелоцита и палочкоядерного нейтрофильного гранулоцита. Частичная дегрануляция участка цитоплазмы палочкоядерных нейтрофильных гранулоцитов.  
Окраска по Романовскому-Гимза.  $\times 1000$ .



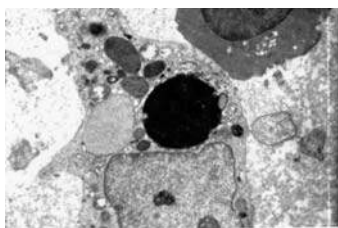
**Рис. 3.64.** Микрофотография цитологического препарата костного мозга больного Сид.-ОЛБ. Вакуолизация цитоплазмы полихроматофильного нормобласта.  
Окраска по Романовскому-Гимза.  $\times 1000$ .



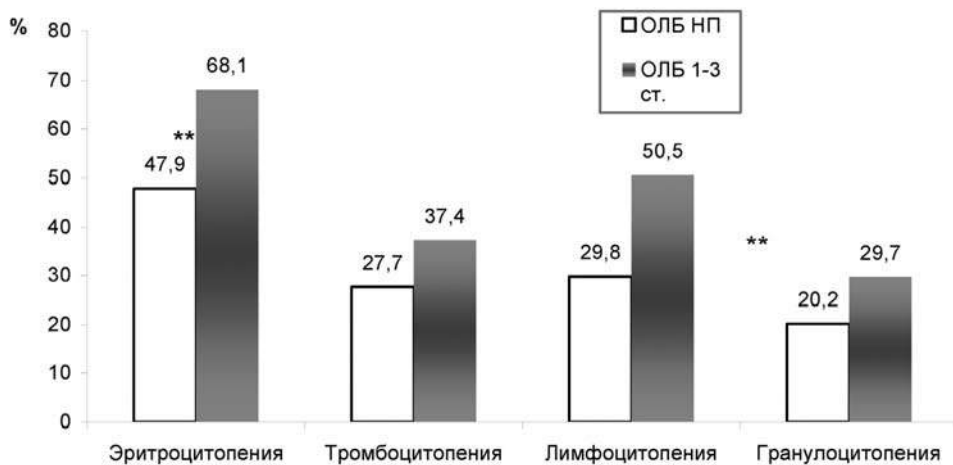
**Рис. 3.65.** Электронная микрофотография больного М-ва. Группы нейтрофильных гранулоцитов. Вакуолизация цитоплазмы. Частичная деформация ядер.  
Увеличение  $\times 15000$ .



**Рис. 3.66.** Электронная микрофотография больного М-ва. Участок нейтрофильных гранулоцитов. Дегенеративные изменения ядра и цитоплазмы. Большие ядрышки в ядре нейтрофила. Увеличение  $\times 7500$ .

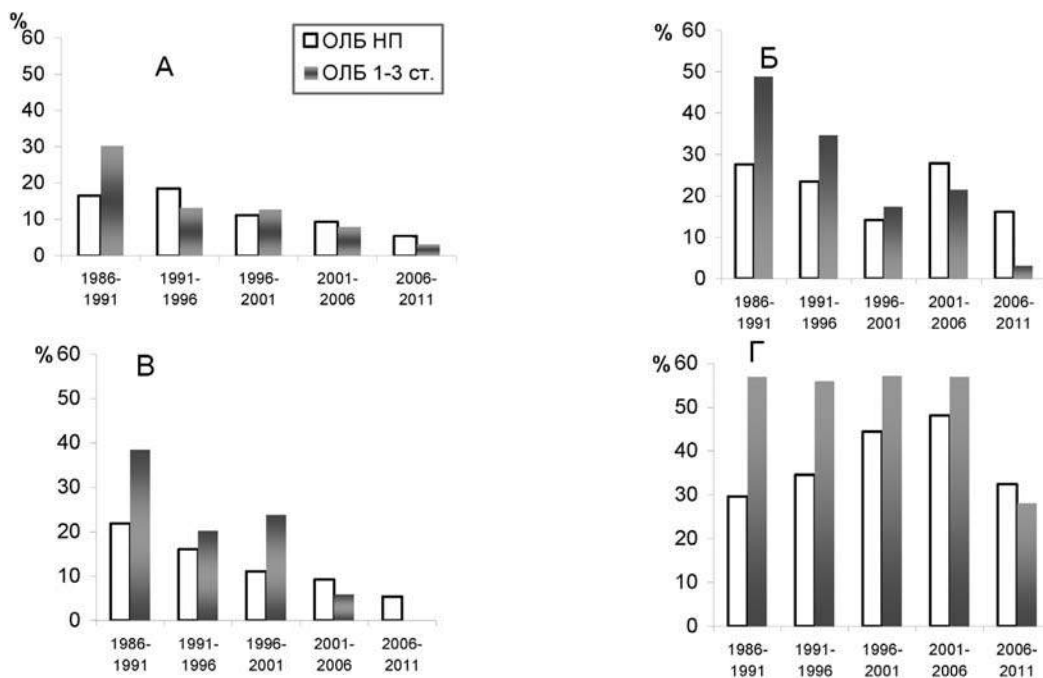


**Рис. 3.67.** Электронная микрофотография больного М-ва. Островок эритропоэза, с макрофагом контактирует только одна эритропоэтическая клетка.  
Увеличение  $\times 15000$ .



**Рис. 3.68.** Частота гематологических синдромов в отдаленном периоде после облучения у реконвалесцентов ОЛБ и пациентов с ОЛБ НП (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

\*\* – Различия достоверны,  $p < 0,01$



**Рис. 3.69.** Частота гранулоцитопении (А), лимфоцитопении (Б), тромбоцитопении (В) и эритроцитопении (Г) на этапах наблюдения реконвалесцентов ОЛБ и пациентов с ОЛБ НП (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

Высокие показатели частоты цитопении в первые 5 лет после облучения изменились тенденцией к снижению в последующие годы. За 25 лет частота всех гематологических синдромов у реконвалесцентов ОЛБ была достоверно выше, чем у ОЛБ НП (рис. 3.69).

В сотрудничестве с учеными Германии создана международная компьютерная база данных по результатам обследования лиц, облученных в результате аварии на ЧАЭС и при других радиационных инцидентах. База данных содержит 2390 историй болезней реконвалесцентов ОЛБ и лиц с неподтвержденной ОЛБ.

### 3.3.2. Радиационные катаракты и другая патология глаза

До Чернобыльской катастрофы считалось, что радиационная катаракта возникает при дозовых нагрузках не менее 2 Гр. Но уже в 1990 г. появились сообщения о появлении катаракты при меньших дозах. Прогноз 1992 г., который предусматривал пик развития специфической радиационной катаракты в 1997 г., полностью оправдался в двух независимых исследованиях радиационной катаракты у пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы – исследовании на основе клинико-эпидемиологического регистра (КЭР) НЦРМ и международном исследовании UACOS.

На данный момент известно 223 случая радиационной катаракты с типичной клинической картиной. В исследовании UACOS первые результаты свидетельствовали о возможном наличии порога, но на значительно более низком уровне, чем 2 Гр, для некоторых возрастных групп примерно 0,1 Гр. Порог зависит от формы катаракты и не может быть выше 0,7 Гр. Анализ результатов исследования на основе КЭР показал, что типичные радиационные катаракты возникают и при дозах, меньших 0,1 Гр. Абсолютный риск радиационной катаракты в зависимости от дозы после пребывания под риском в течение 5 лет показан на рис. 3.70.

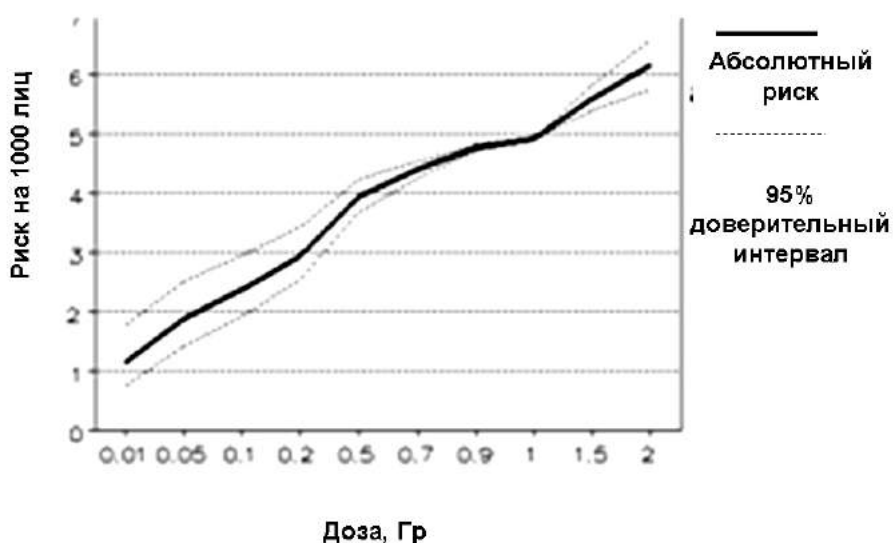


Рис. 3.70. Абсолютный риск радиационной катаракты в зависимости от дозы после пребывания под риском в течение 5 лет.

Моделирование рисков радиационной катаракты позволило установить, что радиационно обусловленный аддитивно-относительный риск радиационной катаракты составляет 3,451 (1,347; 5,555) на 1 Гр,  $p < 0,05$ . На развитие катаракты также влияла продолжительность радиационного воздействия. Порог дозы для радиационной катаракты в этом исследовании не зафиксирован, латентный период может превышать 22 года. Данные исследования и математического моделирования свидетельствуют в пользу взгляда на радиационную катаракту как на стохастический эффект радиационного облучения.

Результаты международного «Питсбургского проекта» и проведенного параллельно с ним Иванковского длительного исследования показали, что начальные изменения хрусталика возникают у детского населения уже при очень низких уровнях дозовой нагрузки, обусловленной радиационной контаминацией почв.

У пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы описаны две новые формы радиационной ретинопатии – «синдром каштана» (различается ранний и поздний) и «синдром лучевой решетки».

Выявлены также новые радиогенные эффекты, которые имеют признаки детерминированных.

Функционирование глаза как комплекса рецепторов сопровождается генерацией постоянного потенциала сетчатки. Радиационное облучение нарушает генерацию этого потенциала, пороговой дозой является 200 мЗв [5].

Радиационное облучение вызывает дозозависимое снижение способности к аккомодации. Пороговой для этого эффекта является доза 150 мЗв [6, 7].

### 3.3.3. Иммунологические эффекты

Исследования состояния иммунной системы, которые были начаты в НЦРМ в 1987 г., опирались на имеющийся опыт мировой радиобиологии. Изучение влияния на иммунную систему человека ионизирующей радиации в малых дозах наталкивается на ряд трудностей, связанных с необходимостью выделения эффекта облучения при комплексном воздействии нескольких неблагоприятных факторов окружающей среды, зависимостью патологических изменений от соотношения изотопного спектра, длительности облучения и путей поступления радионуклидов, особенностей тканевой, органной и индивидуальной радиочувствительности.

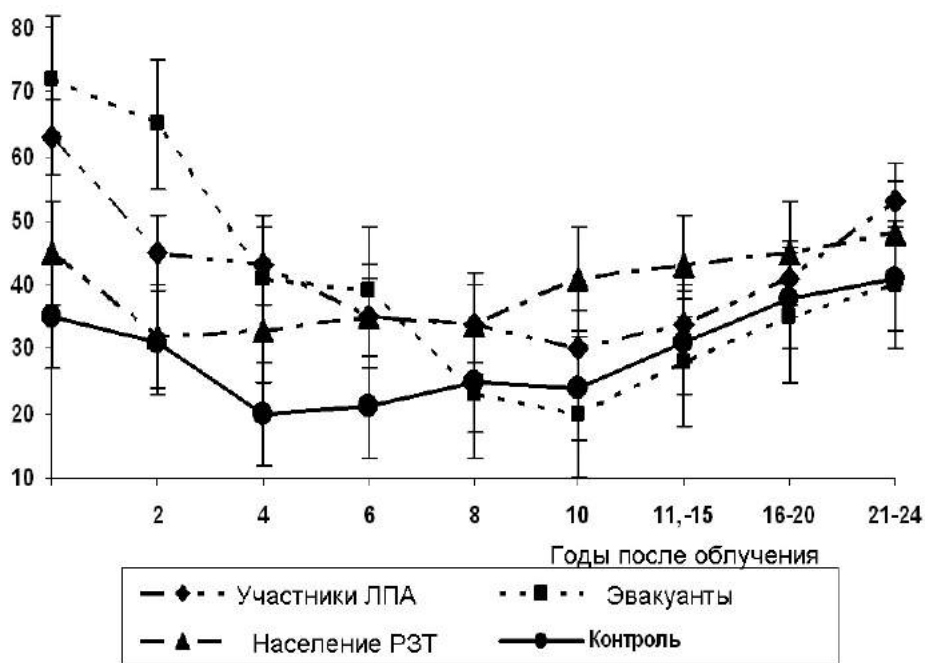


Рис. 3.71. Частота вторичной иммунологической недостаточности у пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС.

Исследования частоты нарушений иммунной функции (рис. 3.71) у более 165 000 пострадавших различных категорий в отдаленном периоде после аварии свидетельствуют о вероятном росте, который в наибольшей степени выражен у УЛПА.

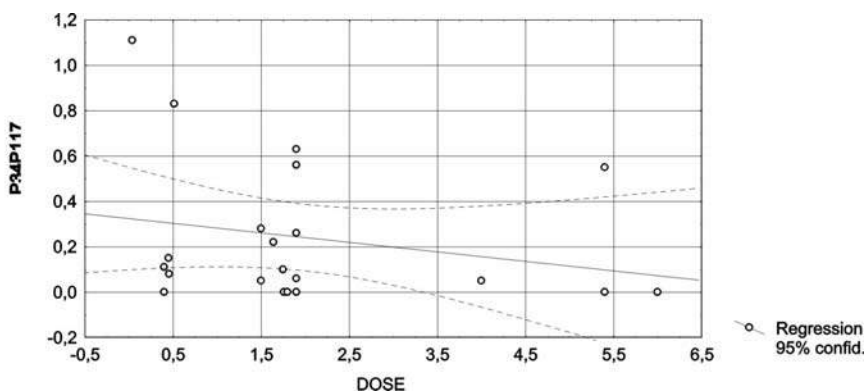
Изменения в иммунной системе реконвалесцентов ОЛБ, которые наблюдались через 5 лет после облучения, характеризовались как радиационно индуцированный комбинированный иммунодефицит с угнетением функции Т- и В-звеньев и недостаточностью механизмов неспецифической резистентности. Через 10 лет у 32 % пациентов появились компенсаторные изменения в системе иммунитета. У 37 % реконвалесцентов ОЛБ обнаружили дисрегуляторные изменения. Проявления дефицита клеточного иммунитета находили у 31 % больных. Через 15–25 лет после облучения выявлено нарушение дифференциации примитивных клеток-

предшественников с повышенным их выходом в периферическую кровь и пониженный уровень экспрессии CD123w-антигена (рецептор IL-3) (рис. 3.72).



**Рис. 3.72.** Изменения в иммунной системе больных, пострадавших от острой лучевой болезни в течение послеварийного периода.

У больных, пострадавших от острой лучевой болезни, в отдаленном периоде зарегистрировано восстановление некоторых популяций иммунокомпетентных клеток – Т-лимфоцитов, в том числе цитотоксических Т-клеток, В-лимфоцитов и наиболее филогенетически старой популяции – естественных киллерных клеток. Сохраняются зависимые от дозы облучения нарушения субпопуляций и их функциональной активности, свидетельствующие о наличии определенного истощения компенсаторных резервов клеточных субпопуляций. Для общей популяции CD34<sup>+</sup> клеток коэффициент корреляции достигает вероятных – 0,48. Этот вывод подтверждается результатами анализа ранних клеточных предшественников, приведенными на рис. 3.73.



**Рис. 3.73.** Гистограммы зависимости числа ранних CD34<sup>+</sup>117<sup>+</sup> клеток-предшественников от дозы облучения через 20 лет после острой лучевой болезни.



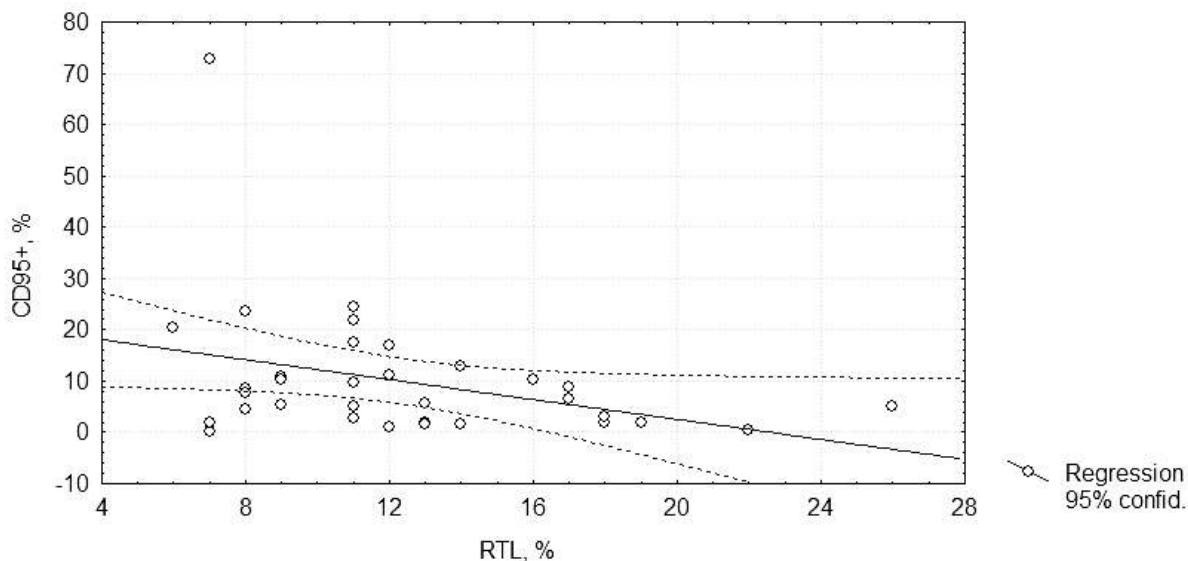
Изучение эффектов отдаленного периода в диапазоне низких и средних доз облучения наталкивается на ряд трудностей, связанных с наличием соматических и психосоматических заболеваний.

На формирование иммунологических эффектов в интервале низких доз влияют следующие основные факторы:

- радиационноиндуцированные нелетальные повреждения клеток (пролиферация функционально неполноценных потомков);
- распространение эффекта за счет гуморальных факторов;
- модификация иммунного ответа (нейроиммунные факторы, липидный метаболизм, сопутствующая патология);
- системные адаптивные реакции (переход клеток к радиорезистентным фазам цикла; дозозависимое ступенчатое включение продукции незрелых клеток и неспецифической активации).

Полученные результаты свидетельствуют об изменениях в ответе лейкоцитов, и в частности лимфоцитов, на неспецифические митогены, микробные и тканевые антигены у УЛПА на ЧАЭС с хронической соматической патологией отдаленного периода – хроническим обструктивным заболеванием легких, хроническими гепатитами и дисциркуляторной энцефалопатией. В формировании определенных эффектов установлено участие изменений экспрессии поверхностных активационных антигенов лимфоцитов – CD25, CD71, и в меньшей степени – HLA-DR. В зависимости от имеющейся патологии установлено как снижение, так и повышение реактивности. К наиболее вероятным механизмам таких изменений следует отнести сохранение нерепарированных радиационно-обусловленных повреждений, а также цепочку вторичных эффектов, таких как активационно-индуцированный апоптоз антиген-реактивных клеток и неспецифическая иммуносупрессия.

Установлена достоверно меньшая длина теломер в группах УЛПА и персонала 30-километровой зоны, а также обратную зависимость между длиной теломер, входением клеток в ранние стадии апоптоза и групповым радиационным анамнезом (рис. 3.74).



**Рис. 3.74.** Диаграмма рассеяния с регрессионной прямой показателя относительной длины теломер и процента CD95<sup>+</sup> клеток. По оси абсцисс: RTL – относительная длина теломер (%), по оси ординат – количество CD95<sup>+</sup> клеток (%).

При этом у облученных сохраняется достаточно высокая фракция клеток, экспрессирующих антиапоптотический белок bcl-2, а действие *in vitro* индуктора апоптоза верапамила не вызывает существенных изменений средних показателей этой фракции, что свидетельствует о возможной гетерогенности клеточных популяций по длине теломеров и входу в апоптоз.

Под воздействием облучения или действия кислородных радикалов, возможен рост экспрессии генов цитомегаловируса (ЦМВ), что может быть основной причиной повышенной ЦМВ-серопозитивности и повторной реактивации ЦМВ среди УЛПА на ЧАЭС и реконвалесцентов ОЛБ. Рост состояния инфективности ЦМВ был также связан с повышением частоты соматических заболеваний, особенно хронических гастритов, бронхитов, и различных типов артритов среди ЦМВ<sup>+</sup> пациентов.

Показано существование значительной гомологии между IgHV генами в лимфоидных клетках больных ХЛЛ с антивирусными и антимикробными антителами. Вирусные и бактериальные инфекции в синергизме с аутоантигенами или апоптотическими клетками могут запускать ХЛЛ. Выявление того, что у пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы больных ХЛЛ иммуноглобулины гомологичны антителам, реагирующим с вирусными и бактериальными компонентами, является свидетельством возможного вклада инфекций в патогенез ХЛЛ даже почти через четверть века после ядерной аварии.

Исследования на протяжении 24 лет указывают на наличие при облучении в низких дозах системных клеточных реакций, которые определяются как в раннем периоде восстановления иммунной системы, так и в отдаленном периоде. Результаты исследования пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы дополняют экспериментальные радиобиологические данные и согласуются с ними, что свидетельствует о ведущем значении радиационного фактора в формировании иммунологических эффектов.

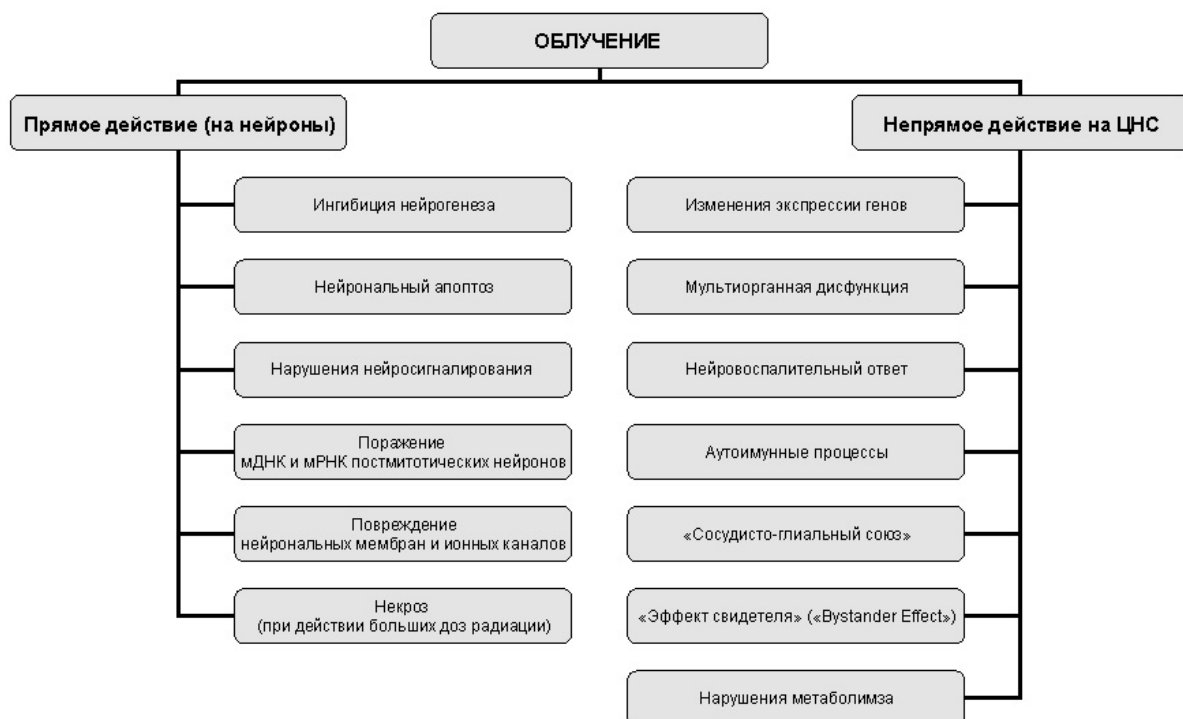
### **3.4. Влияние комплекса факторов Чернобыльской катастрофы на здоровье населения**

#### ***3.4.1. Нейропсихические эффекты***

Длительные нейропсихиатрические последствия Чернобыльской катастрофы признаны миром [8], хотя причины их происхождения продолжают дискутироваться. Недавно полученные многочисленные новые данные о патогенезе церебральных эффектов даже малых доз схематически приведены на рисунке 3.75: нарушение нейрогенеза в гиппокампе взрослых, изменения в профиле экспрессии генов, нейровоспалительные реакции, альтерация нейросигнализации, апоптотическая клеточная гибель, смерть клеток и их повреждения вследствие вторичных поражений и др. Эти нарушения вместе с давно и хорошо известным «сосудисто-глиальным союзом», вероятно, и объясняют механизмы радиочувствительности головного мозга.

Современные данные о дозовых зависимостях радиocereбральных эффектов обобщены в таблице 3.39.

Выявлены дозозависимые когнитивные и нейрофизиологические нарушения после пренатального облучения вследствие Чернобыльской катастрофы на сроках гестации более 8 недель при дозах свыше 20 мЗв в плод и более 300 мЗв на щитовидную железу *in utero*, а на 16-25-й неделе – более 10 мЗв и более 200 мЗв соответственно. Облучение в детстве связано с дозозависимым когнитивным снижением во взрослом возрасте и нервно-психическими расстройствами, в том числе шизофренией, в дальнейшей жизни. Отдаленное церебральное радиационное поражение наблюдали уже после воздействия 0,1–1,3 Гр на головной мозг в детстве. Облученные внутриутробно и на 0-1 годах жизни требуют активного наблюдения в связи с повышенным риском развития различных нейропсихиатрических заболеваний.



**Рис. 3.75.** Патогенез радиационного поражения головного мозга при облучении в дозах до 5 Зв.

**Таблица 3.39.**

*Дозовые зависимости радиоцеребральных эффектов*

| Доза   | Эффект   |
|--|--|
| <b>ВЗРОСЛЫЕ (общее облучение)</b>  |  |
| 50–100 Гр  | Радиационное поражение головного мозга (ортодоксально)   |
| >2–4 Зв  | Радиационные неврологические проявления (А.К. Гуськова, И.Н. Шакирова, 1989; А.К. Гуськова, 2007)  |
| >1 Зв  | Нейрофизиологические и нейровизуализационные радиационные биомаркеры и пострadiационная энцефалопатия [ГУ «НЦРМ АМН Украины»]  |
| >0,3 Зв  | Нейропсихические, нейрофизиологические, нейроиммунные, нейропсихологические и нейровизуализационные дозозависимые эффекты [ГУ «НЦРМ АМН Украины»]<br>Пострадиационный когнитивный дефицит [ГУ «НЦРМ АМН Украины»]<br>Экссесс дозозависимого увеличения смертности от заболеваний системы кровообращения (McGeoghegan et al., 2008) |
| >0,15–0,5 Зв   | Эпидемиологические данные по радиационным рискам цереброваскулярной патологии (Ivanov et al., 2006; ГУ «НЦРМ АМН Украины»; Shimizu et al., 1999, 2010; Preston et al., 2003)   |
| <b>ДЕТИ (облучение головы)</b>   |  |
| >1,3–1,5 Гр  | Отдаленные церебральные эффекты (Ron et al., 1982; Yaar et al., 1982)  |
| >1,3–1,5 Гр  | Опухоли мозга (Sadetzki et al., 2005)  |
| >1,3–1,5 Гр  | Шизофрения (Gross, 2004)   |
| >0,1 Гр  | Когнитивный дефицит (Hall et al., 2004)  |
| <b>IN UTERO</b>  |  |
| 0,06–0,31 Гр внешнего облучения плода  | На 8–15-х неделях гестации – умственная отсталость (Otake et al., 1996)  |
| 0,28–0,87 Гр внешнего облучения плода  | На 16–25-х неделях гестации – умственная отсталость (Otake et al., 1996)   |
| Доза на плод >20 мЗв и щитовидную железу <i>in utero</i> >300 мЗв (авария на ядерном реакторе)   | На 8-й и поздних неделях гестации – нейрофизиологические и когнитивные дозозависимые эффекты [ГУ «НЦРМ АМН Украины»]   |
| Доза на плод > 10 мЗв и щитовидную железу <i>in utero</i> > 200 мЗв (авария на ядерном реакторе) | На 16–25-й неделях гестации – нейрофизиологические и когнитивные дозозависимые эффекты [ГУ «НЦРМ АМН Украины»]   |

Радиационно-ассоциированные эффекты у взрослых установлены при дозах более 0,15–0,25 Зв. Дозозависимые нейропсихиатрические, нейрофизиологические, нейропсихологические и нейровизуализационные отклонения выявлены после облучения в дозах более 0,3 Зв, а нейрофизиологические и нейровизуализационные маркеры – при дозах свыше 1,0 Зв. Пострадиационные поражения головного мозга в основном локализованы в лобно-височных участках доминантного полушария и вовлекают как белое, так и серое вещество головного мозга. После облучения в дозах свыше 0,3–1,0 Зв характерны такие структурно-функциональные церебральные нарушения: атрофия коры лобных и височных долей, изменения субкортикальных структур и проводящих путей, особенно в доминантной гемисфере. Облучение во взрослом возрасте является фактором риска синдрома хронической усталости как предиспозиции развития нейродегенерации, когнитивного дефицита и других нейропсихиатрических расстройств, ускоренного старения ЦНС, а также новой моделью развития шизофрении.

Официальные (регистровые) данные о психических расстройствах недооценивают реальную картину примерно на порядок из-за пассивного наблюдения и нежелания психически больных обращаться за медицинской помощью. В недавно обнародованном наиболее доказательном психиатрическом эпидемиологическом исследовании УЛПА с использованием структурированного международного психиатрического интервью (Composite International Diagnostic Interview, WHO-CIDI) было установлено, что согласно «эффекту здорового ликвидатора» (отбора психически здоровых лиц для работ по ЛПА), УЛПА до аварии имели значительно меньшую распространенность тревожных расстройств и злоупотребления алкоголем (табл. 3.40).

После аварии у УЛПА на ЧАЭС обнаружена значимо повышенная распространенность депрессии (18,0% и 13,1% в контроле) и суицидальной идеации (9,2% и 4,1%). Однако это не касалось злоупотребления алкоголем и периодического эксплозивного расстройства. В течение последнего года перед интервью у УЛПА была повышена распространенность депрессии (14,9% и 7,1%), PTSD (4,1% и 1,0%), а также головной боли (69,2% и 12,4%) (рис. 3.76, 3.77).

**Таблица 3.40.**

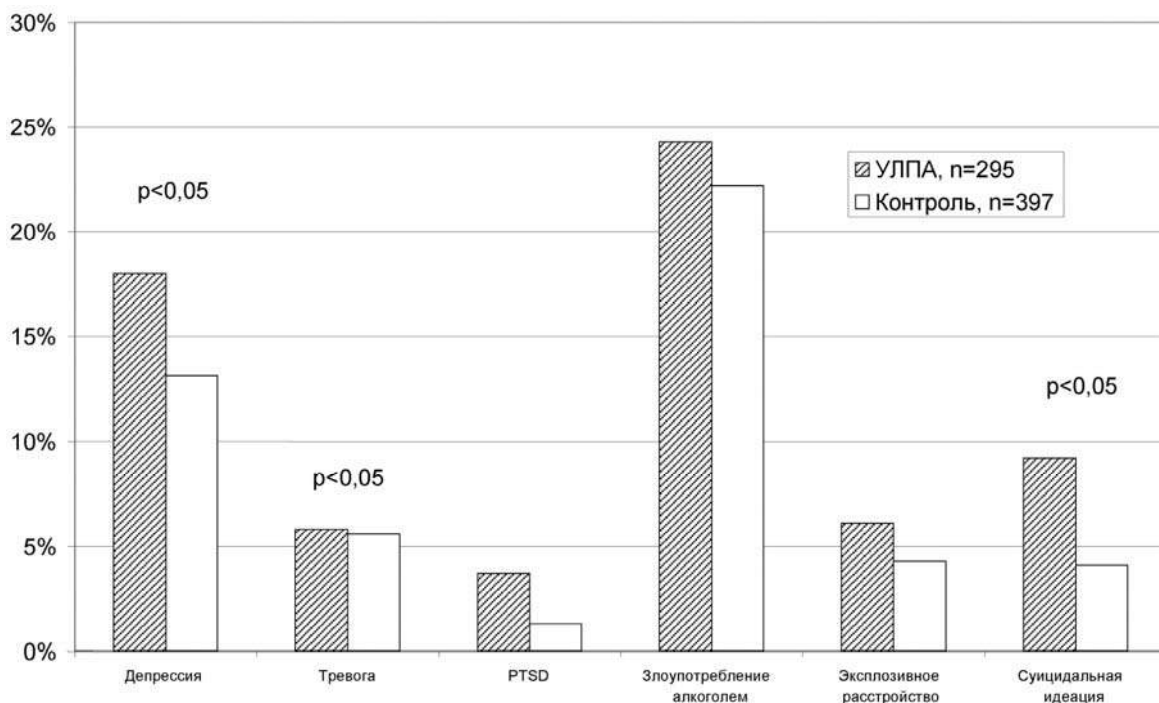
*Психическое здоровье до Чернобыльской катастрофы: «эффект здорового ликвидатора»  
(адаптировано по Loganovsky, Havenaar, Tintle, Guey, Kotov, Bromet, 2008)*

| Расстройства   | УЛПА<br>n=295 | Контроль<br>n=397 |
|--|---------------|-------------------|
| Расстройства настроения  | 11 (3,7 %)    | 27 (6,8 %)        |
| Тревожное расстройство, за исключением посттравматического стрессового расстройства (PTSD) | 5 (1,7 %)     | 23 (5,8 %)        |
| PTSD   | 4 (1,4 %)     | 1 (0,8 %)         |
| Злоупотребление алкоголем  | 25 (8,6 %)    | 62 (15,6 %)       |
| Периодическое эксплозивное расстройство  | 11 (3,8 %)    | 14 (3,5 %)        |
| Суицидальная идеация   | 5 (1,7 %)     | 8 (2,0 %)         |

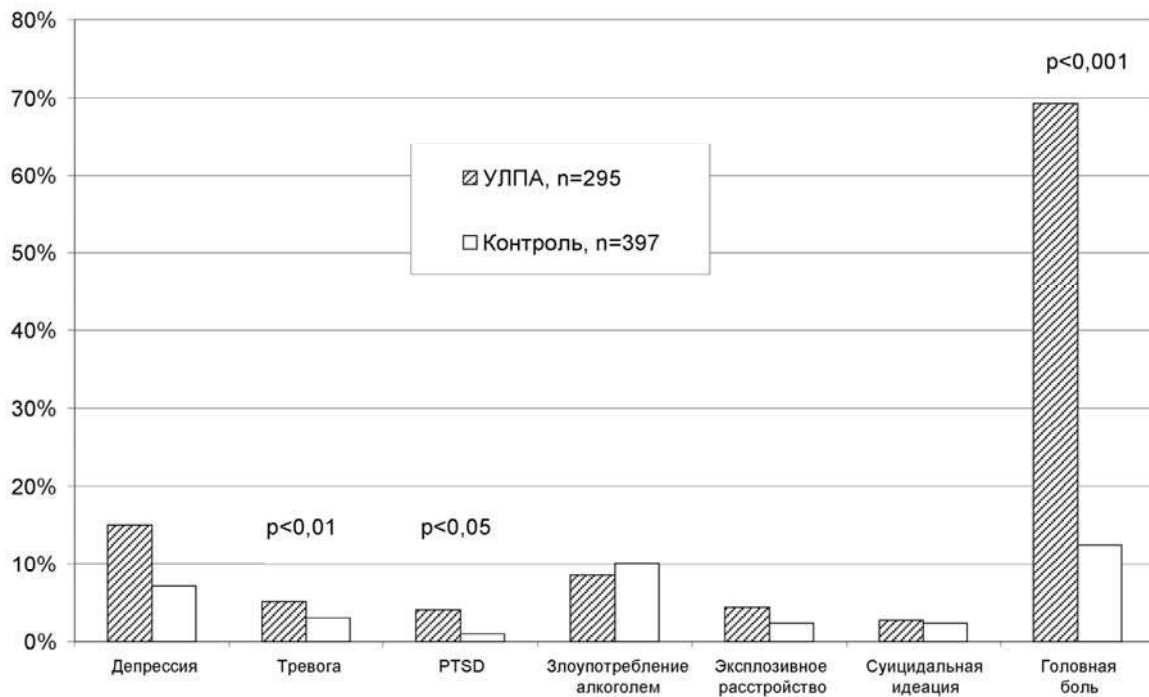
**Примечание:** После коррекции по возрасту на 1986 г., УЛПА и контроль различались лишь по тревожным расстройствам – скорректированное отношение шансов (Adjusted Odds Ratio) AOR = 0,3; 95% ДИ 0,1, 0,9; P = 0,03 ) и злоупотреблением алкоголем (AOR = 0,6; 95% ДИ 0,3, 0,9; P = 0,02)

УЛПА с депрессией и PTSD потеряли больше дней трудоспособности, чем пациенты с теми же расстройствами контрольной группы. Степень влияния катастрофы ассоциирована с тяжестью соматических симптомов и PTSD. Таким образом, у УЛПА обнаружены долгосрочные неблагоприятные последствия Чернобыльской катастрофы в отношении психического здоровья.

На основании анализа данных КЭР НЦРМ получены клиничко-эпидемиологические доказательства роста частоты психических расстройств (органические, депрессивные и др.) и цереброваскулярной патологии у УЛПА с наличием радиационных рисков при дозах > 0,25–0,5 Зв.



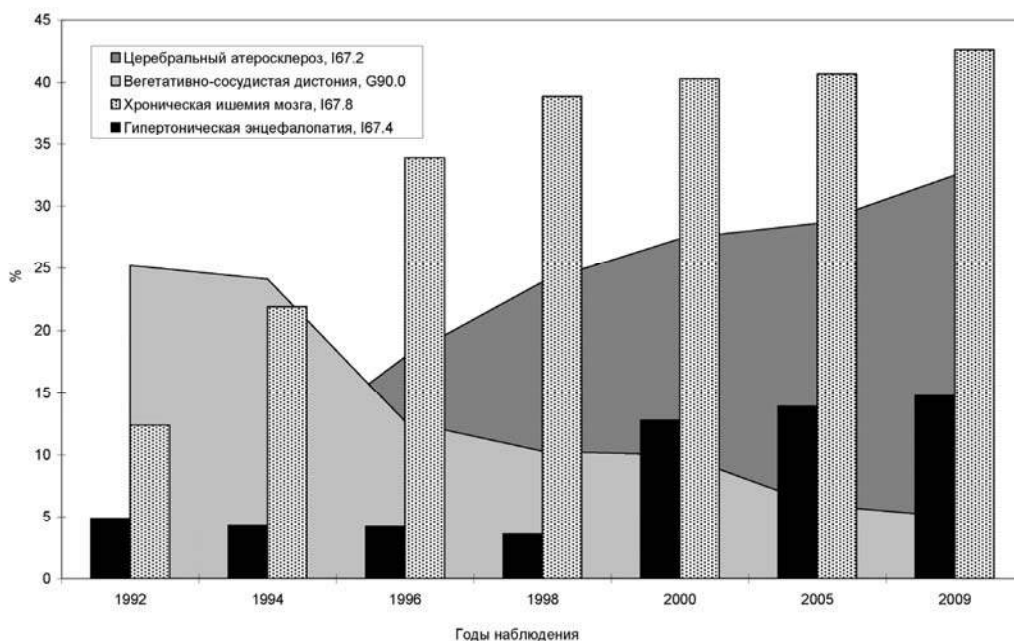
**Рис. 3.76.** Распространенность психических расстройств у УЛПА на ЧАЭС (всего с 1986 г.).  
 Адаптировано по Loganovsky, Havenaar, Tintle, Guey, Kotov, Bromet, 2008 [9].  
 Вероятность различий определена на основании скорректированного отношения шансов (Adjusted Odds Ratio) с учетом возраста в 1986 г. и дебюта расстройства до Чернобыльской катастрофы.



**Рис. 3.77.** Распространенность психических расстройств у УЛПА на ЧАЭС (за последние 12 мес.).  
 Адаптировано по Loganovsky, Havenaar, Tintle, Guey, Kotov, Bromet, 2008 [9]. Вероятность различий определена на основании скорректированного отношения шансов (Adjusted Odds Ratio) с учетом возраста в 1986 г. и дебюта расстройства до Чернобыльской катастрофы.

В отличие от распространенных ошибочных представлений о чрезмерном использовании диагноза «вегетативно-сосудистая дистония» как «маркера» пребывания под воздействием радиации, этот диагноз в первые годы после Чернобыльской катастрофы был установлен лишь около четверти УЛПА, находящихся в системе КЭР. Как видно из рисунка 3.78, диагностирование вегетативно-сосудистой дистонии в течение послеаварийных лет существенно уменьшилось и в настоящее время достигает лишь около 5% от репрезентативной выборки УЛПА.

Постепенно после аварии среди УЛПА произошел значительный рост распространенности цереброваскулярной патологии – прежде всего, хронической ишемии головного мозга (I67.8), церебрального атеросклероза (I67.2) и, в меньшей степени, гипертонической энцефалопатии (I67.4).

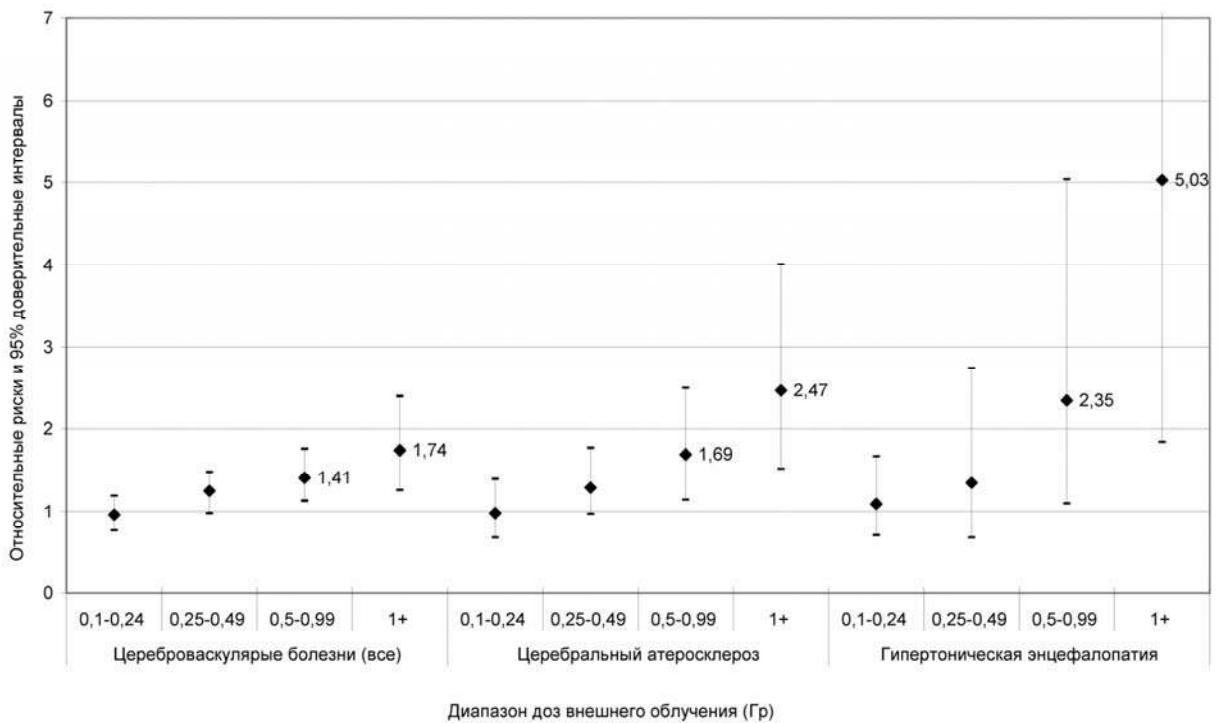


**Рис. 3.78.** Динамика цереброваскулярной патологии в когорте УЛПА, состоящих на учете в системе клинико-эпидемиологического регистра ГУ «НЦРМ АМН Украины».

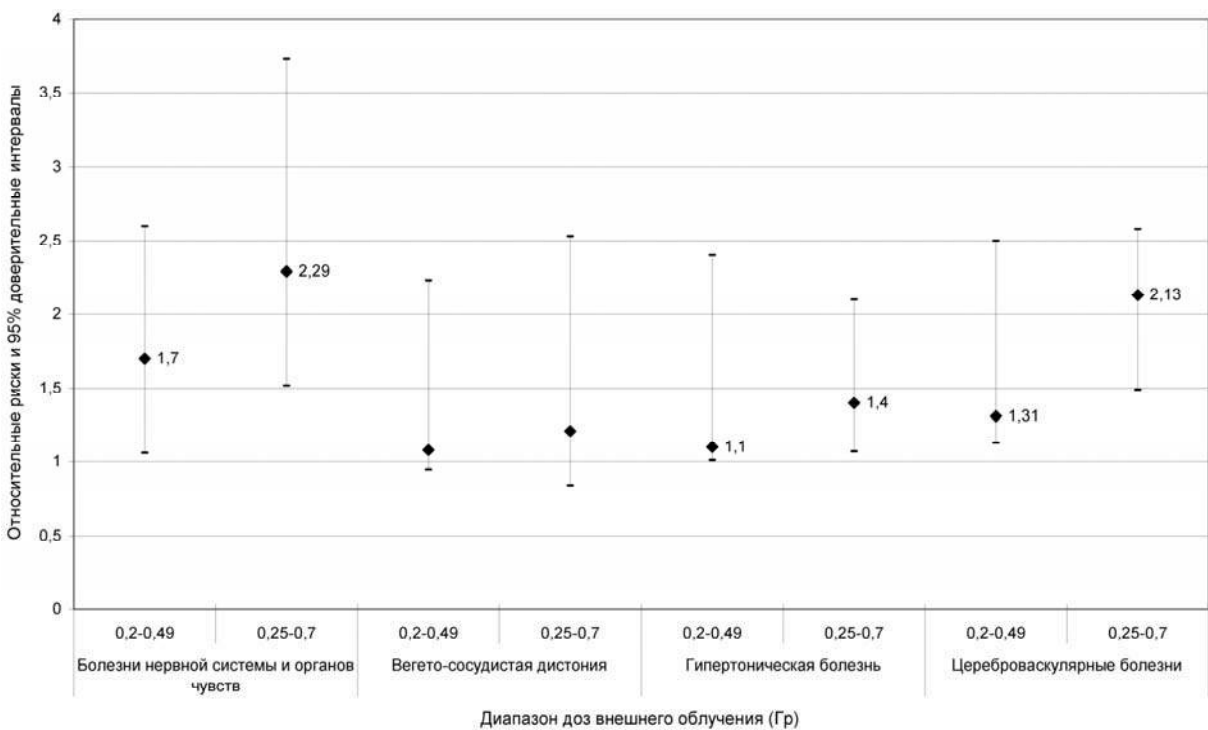
Текущая оценка (2008–2010 гг.) состояния психического здоровья рандомизированных выборок из репрезентативных когорт УЛПА и эвакуированных из зоны отчуждения, которые находятся на учете в КЭР, подтвердила наличие длительных психиатрических последствий Чернобыльской катастрофы. У УЛПА и эвакуированных значительно больше психических и поведенческих расстройств вообще, сосудистой деменции, психических и поведенческих расстройств вследствие употребления алкоголя, дистимии и PTSD. У УЛПА увеличена частота органического депрессивного расстройства, органического тревожного расстройства, органического эмоционально лабильного (астенического) расстройства и органического расстройства личности.

Нейропсихиатрические последствия Чернобыльской катастрофы являются этиологически гетерогенными в результате совокупного действия радиационных и нерадиационных факторов катастрофы, прежде всего стресса, а также социальных изменений и традиционных факторов риска. Одновременно установлено дозозависимое увеличение цереброваскулярной патологии у УЛПА 1986–1987 гг., в частности церебрального атеросклероза и особенно гипертонической энцефалопатии (рис. 3.79).

Установлен рост и другой нейропсихиатрической патологии у УЛПА 1986–1987 гг., в частности, дозозависимое увеличение частоты головокружения и вестибулярных расстройств. По данным ГРУ, также установлено дозозависимое увеличение заболеваний нервной системы и органов чувств, вегето-сосудистой дистонии, гипертонической болезни и цереброваскулярной патологии у УЛПА 1986–1987 гг. (рис. 3.80).



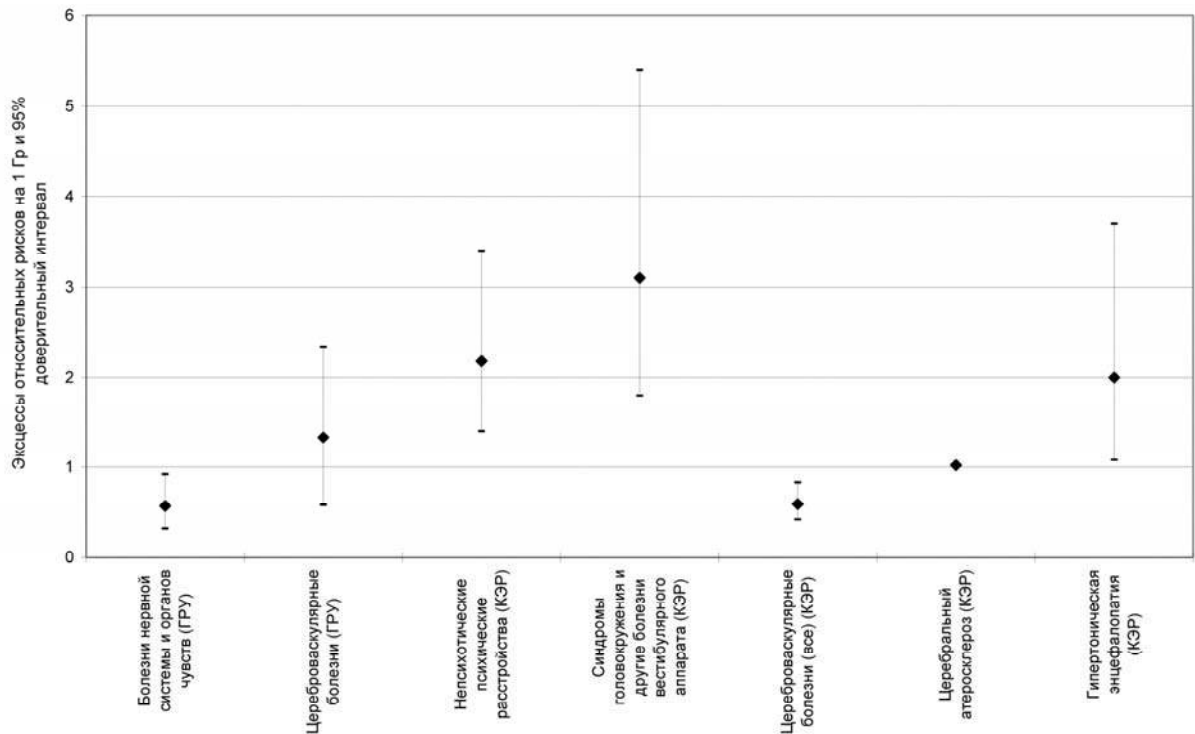
**Рис. 3.79.** Относительные риски развития цереброваскулярной патологии у УЛПА 1986–1987 гг. мужского пола с различными дозами внешнего облучения. Контроль – УЛПА с дозами <0,05 Гр (данные КЭР, 1992–2004 гг.). Адаптировано по Красникова Л.И., Бузунов В.А., 2008 [10]. Приведены значения вероятных относительных рисков.



**Рис. 3.80.** Относительные риски развития нейropsychиатрической патологии у УЛПА 1986–1987 гг. мужского пола с различными дозами внешнего облучения. Контроль – УЛПА с дозами <0,05 Гр (данные ГРУ, 1986-2001 гг.). Адаптировано по В. А. Бузунов, Л. И. Красникова, Е. А. Пирогова и др. [11]. Приведены значения вероятных относительных рисков.



По данным ГРУ и КЭР, установлены эксцессы в отношении риска (ERR) на 1 Гр для нейропсихиатрических болезней у УЛПА 1986–1987 гг. (рис. 3.81).



**Рис. 3.81.** Эксцессы относительных рисков развития нейропсихиатрических патологий на 1 Гр у УЛПА 1986-1987 гг. мужского пола с различными дозами внешнего облучения (данные ГРУ, 1986-2001 гг. и КЭР, 1992-2004 гг.).

Адаптировано с В. А. Бузунов, Л. И. Красникова, Е. А. Пирогова и др. [11]

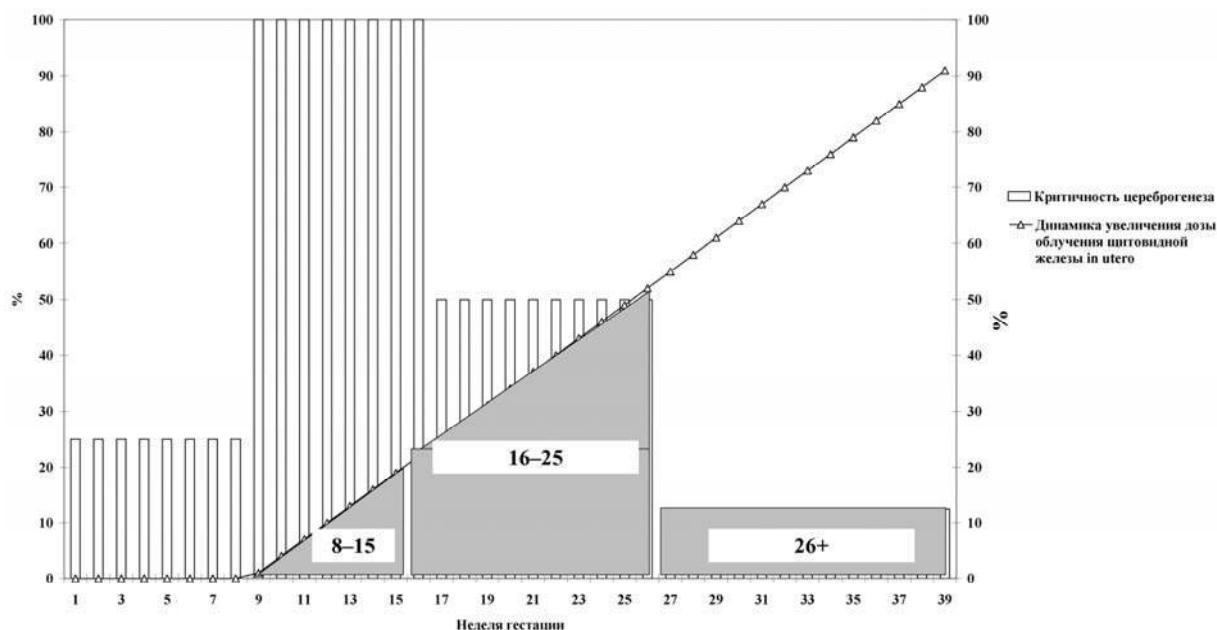
У взрослых эвакуированных при дозах облучения щитовидной железы свыше 0,3 Гр существует риск возникновения цереброваскулярной патологии, а при облучении железы в дозах более 2 Гр – риск психических расстройств.

Синдром зависимости от алкоголя распространен среди 26,8% УЛПА 1986–1987 гг. (в популяции 15,6%,  $p < 0,001$ ), а еще 17,2% УЛПА злоупотребляют алкоголем. Т.е. психические и поведенческие расстройства, обусловленные употреблением алкоголя, выявлены у 44 % УЛПА. Установлена связь между экспозицией к комплексу факторов Чернобыльской катастрофы и развитием синдрома зависимости от алкоголя, который возникает вторично, вследствие существующих психических расстройств у УЛПА.

У пренатально облученных детей выявлено больше заболеваний нервной системы и психических расстройств. Они имели более низкий общий коэффициент интеллектуальности (IQ) за счет низкого вербального IQ и повышенную частоту дисгармоничного интеллекта по сравнению с группой необлученных ровесников. Когда эта дисгармония превышала 25 баллов, она коррелировала с дозой облучения плода. У матерей обеих групп не было расхождений в вербальном интеллекте, однако эвакуированные пережили гораздо больше стрессовых событий и имели больше депрессивных расстройств, PTSD, соматоформных расстройств, тревоги и бессонницы, социальной дисфункции, чем матери из Киева.

Несмотря на относительно малые дозы внешнего облучения плода в условиях радиационной аварии на ядерном реакторе с выбросом в окружающую среду радионуклидов йода, повреждение головного мозга возможно не только на наиболее критическом периоде

цереброгенеза (8–15-я недели гестации) но и в более поздние сроки беременности, когда дозы облучения щитовидной железы *in utero* самые высокие (рис. 3.82).



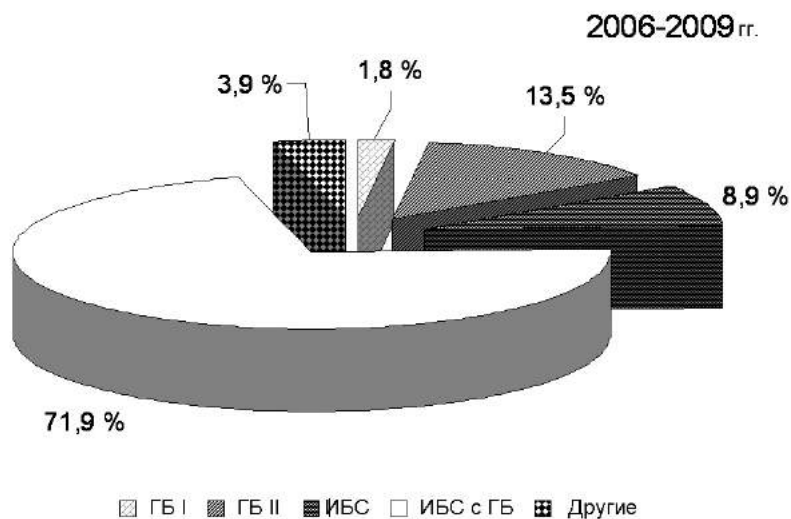
**Рис. 3.82.** Условное изображение взаимоотношений критических периодов цереброгенеза и динамики роста дозы облучения щитовидной железы *in utero* по модели ICRP-88 у внутриутробно облученных детей вследствие Чернобыльской катастрофы (площадь серых фигур соответствует степени уязвимости головного мозга к облучению радиойодом) (адаптировано по Loganovsky et al., 2008 [ 12]).

На основании всесторонних нейропсихиатрических исследований с надежным индивидуальным дозиметрическим сопровождением получены данные о нарушении развития доминантного (левого) полушария головного мозга после внутриутробного облучения вследствие Чернобыльской катастрофы. При отсутствии эксцесса тяжелой умственной отсталости лица, подвергшиеся облучению *in utero*, имели больше нейропсихиатрических расстройств, неврологических признаков поражения левого полушария мозга, низкие показатели общего и вербального IQ, дисгармоничное развитие интеллекта за счет снижения вербального IQ, дезорганизованные паттерны ЭЭГ, эксцесс латерализованных к левой лобно-височной области дельта- и бета-спектральной мощности биоэлектрической активности головного мозга с депрессией тета- и альфа-мощности, а также межполушарную инверсию обработки визуальной информации. Нарушения психического здоровья матерей, стресс, а также пренатальное облучение обусловили вклад в эти эффекты наряду с традиционными факторами риска.

Основные нейропсихиатрические уроки Чернобыльской катастрофы определены в рамках программы НАТО «Наука ради мира и безопасности»: негативные психологические последствия (радиационная тревога и панические реакции) и психосоматические расстройства; «виктимизация» с «паническим бегством к болезни», инвалидизацией и социальной инактивностью; неадекватность социальной защиты; социально-психологическая и радиологическая проблематичность переселения; особенности «пострадиационного PTSD» с ипохондрической фиксацией на будущее (тревога из-за возможной онкопатологии, врожденные аномалии у детей и др.); эффекты на развивающийся мозг; долговременные нарушения психического здоровья у взрослых; потенциальные радиocereбральные эффекты, суициды.

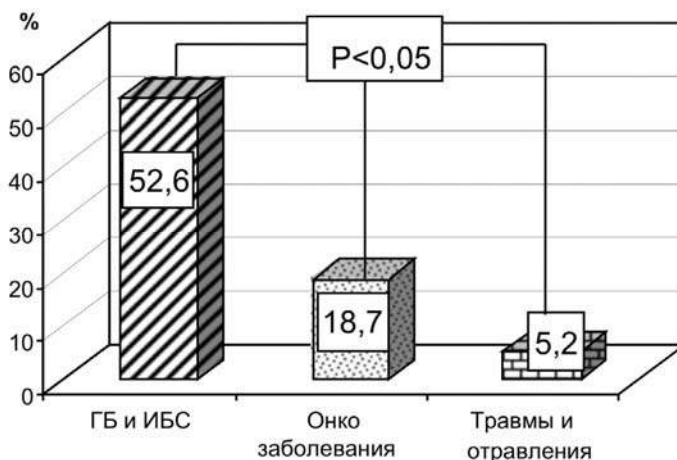
### 3.4.2. Сердечно-сосудистые заболевания

На мировом уровне признано, что в результате наиболее масштабной атомной аварии на Чернобыльской АЭС приоритетную роль в состоянии здоровья пострадавших всех категорий играют болезни системы кровообращения (БСК). Изучение зависимости между дозой облучения и патогенетическими, клиническими особенностями, заболеваемостью и смертностью от БСК остается одним из главных научных направлений. По данным научного кардиологического регистра, на 18 669 УЛПА, среди БСК преобладают гипертоническая и ишемическая болезни сердца. Их удельный вес в структуре госпитализации возрос в 4 раза (рис. 3.83). Наиболее критическую категорию составляют УЛПА 1986 г.



**Рис. 3.83.** Удельный вес ишемической болезни сердца (ИБС) и гипертонической болезни (ГБ) в структуре причин госпитализации УЛПА по состоянию на 2009 г. (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

По данным анализа патологоанатомических исследований 988 умерших УЛПА, гипертоническая болезнь (ГБ) вместе с ишемической болезнью сердца (ИБС) обуславливают большую смертность, чем все онкологические болезни, вместе взятые (рис.3.84).



**Рис. 3.84.** Структура смертности участников ликвидации последствий аварии (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

### 3.4.3. Бронхолегочная патология

Результаты долгосрочного (1996–2009 гг.) пульмонологического обследования 16 133 УЛПА 1986–1987 гг. в поликлинике радиационного регистра НЦРМ АМН Украины свидетельствуют о достоверном неуклонном росте заболеваемости болезнями органов дыхания.

В группе из 7 665 из числа больных хроническим обструктивным заболеванием легких (ХОЗЛ) УЛПА на ЧАЭС 1986–1987 гг. мужского пола с дозами облучения выше 250 мЗв обнаружены вероятные относительные риски заболевания ХОЗЛ, связь хронического бронхита с облучением была дозозависимой (рис. 3.85).

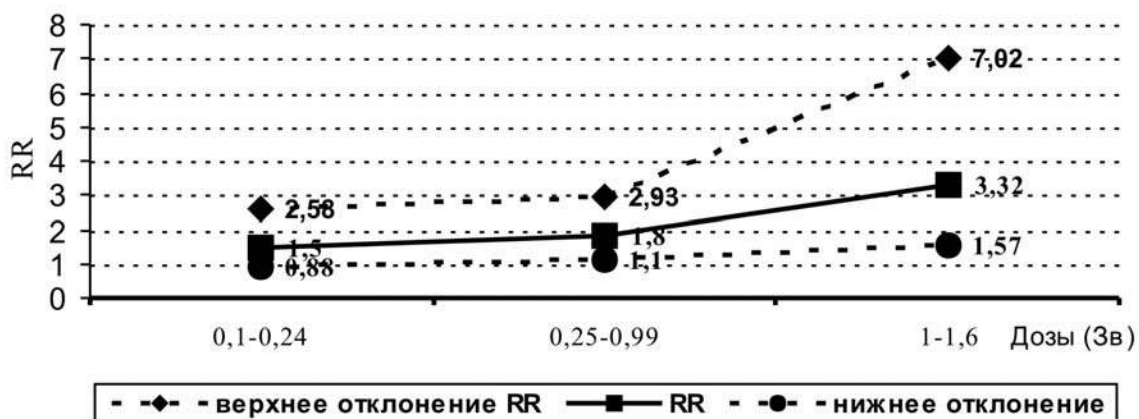


Рис. 3.85. Относительные риски (RR) и 95% доверительный интервал заболеваемости ХОЗЛ у участников ЛПА на ЧАЭС 1986-1987 гг. (данные ГУ «НЦРМ АМН Украины»).

Течение ХОЗЛ у УЛПА характеризуется быстрым развитием фибропластических изменений в легких и слизистой оболочке бронхов с прогрессирующей деформацией последних, гипореактивностью обострений и нарушениями бронхиальной секреции; сопровождается недостаточностью воспалительного ответа в слизистых оболочках бронхов с перераспределением клеток в Т-системе лимфоцитов. ХОЗЛ у УЛПА является составной полиорганной патологии, которая вызвана нарушениями в интеграционных системах обеспечения гомеостаза.

Характер дисрегенерационных изменений бронхиального эпителия у УЛПА, в частности выраженная патология камбиальных элементов и присутствие клеток с измененным фенотипом, дает основания считать очерченный контингент группой повышенного риска по развитию эндобронхиальных новообразований. В случаях ХОЗЛ установлена комбинация нормальной экспрессии EGFR, HER2 и тенденция к повышению экспрессии Ki-67 при низком уровне количества Ctk<sup>+</sup>, Vim<sup>+</sup> и BER-EP4<sup>+</sup> клеток. При раке легких характерны высокие уровни показателей экспрессии Ki-67<sup>+</sup> и HER2<sup>+</sup> эпителиальных клеток в сочетании с низким количеством EGFR<sup>+</sup>, Ctk<sup>+</sup> Vim<sup>+</sup> BER-EP4<sup>+</sup>, CD25<sup>+</sup> и HLA-DR<sup>+</sup> клеток.

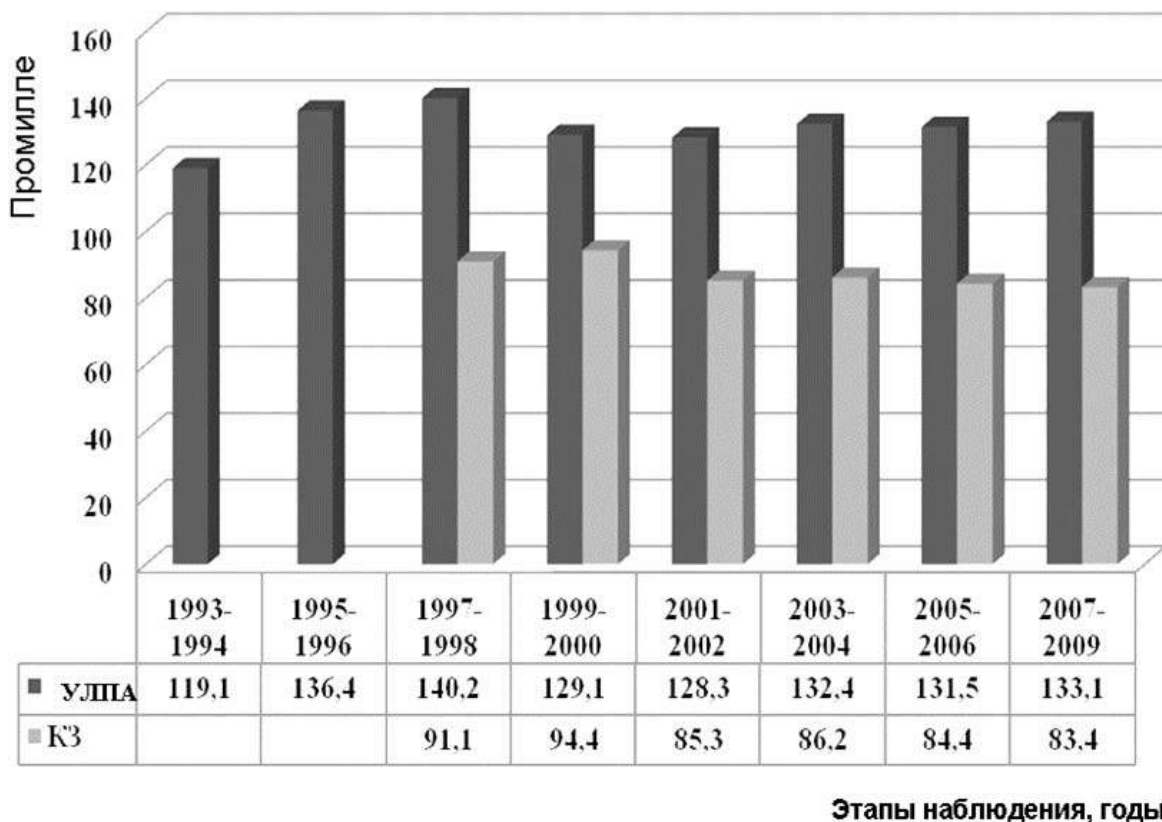
### 3.4.4. Патология желудочно-кишечного тракта

Заболевания системы пищеварения занимают 2-3 место среди неопухолевых болезней у лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы. Когортные исследования заболеваемости, инвалидности и смертности УЛПА на ЧАЭС свидетельствуют об устойчивых отрицательных изменениях в состоянии здоровья – через 24 года болезни органов пищеварения заняли ведущее место (31,1%) в структуре неопухолевой заболеваемости, в формировании высоких показателей инвалидности – треть (10,3%).

Желудочно-кишечный тракт в условиях Чернобыльской аварии относится к основным тканям-мишеням действия повреждающих факторов лучевой и нелучевой природы. Мониторинг состояния органов пищеварения у УЛПА показал, что наиболее распространенными являются эрозивно-язвенная патология желудка и двенадцатиперстной кишки и заболевания печени.

По данным КЭР, эрозивно-язвенная патология желудка и двенадцатиперстной кишки у УЛПА в послеварийные годы выросла с 119,1 ‰ в 1993–1994 гг. до 133,1 ‰ в 2007–2009 гг. и превышает показатели официальных статистических документов (68,3 ‰ – 96,6 ‰) (рис. 3.86).

Эпидемиологическое исследование «случай–контроль» выявило высокий риск развития эрозивно-язвенной патологии у УЛПА на ЧАЭС с поглощенной дозой >25 сГр (OR = 4,67 при CI 2,84–7,71) в широком возрастном диапазоне (20–59 лет).



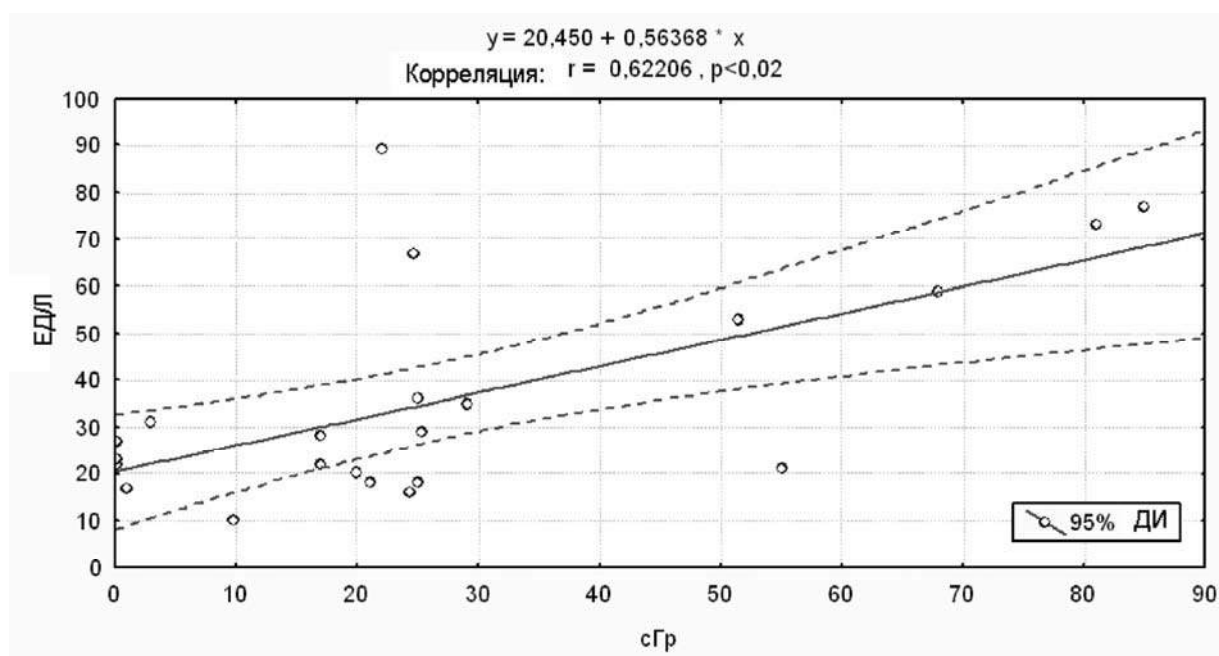
**Рис. 3.86.** Заболеваемость эрозивно-язвенной патологией желудка и двенадцатиперстной кишки у УЛПА на ЧАЭС и жителей 4-й зоны радиационного загрязнения (КЗ) на этапах наблюдения.

Ионизирующее излучение и другие негативные факторы аварии на ЧАЭС влияют на организацию всех структурных компонентов слизистой оболочки желудка у УЛПА разного возраста. Эти изменения могут быть охарактеризованы как индуцированный патоморфоз, характеризующийся атипичным клиническим течением с преобладанием астено-вегетативного синдрома, ассоциацией с *Helicobacter pylori*, измененной секреторной функцией и вегетативной регуляцией, наличием сопутствующей патологии. Показатели базальной концентрации кортизола, адренкортикотропного гормона и гастрин находились в прямой корреляционной зависимости с уровнем поглощенных доз более 25 сГр, что свидетельствует о нарушении местной саморегуляции гастродуоденальной зоны с преобладанием гастринового механизма кислотообразования

В отдаленном периоде после аварии (2004–2009 гг.) у УЛПА с эрозивно-язвенной патологией желудка и двенадцатиперстной кишки выявлены выраженные атрофические изменения слизистой оболочки желудка, что обуславливает высокий процент гипо- и анацидных

состояний. Снижение уровня гастрина и кислотности желудочного сока происходит по мере увеличения дозы, начиная с 25 сГр; низкие значения этих показателей регистрировались у облученных в диапазоне 50,0–99,9 сГр. Выявлены изменения структуры личности, характеризующиеся высоким уровнем тревожности, наличием психоэмоционального стресса и недостаточностью нервно-психических механизмов, которые снимают тревогу.

Начиная со второго десятилетия после аварии отмечается увеличение количества выявленных случаев хронического гепатита и цирроза печени. В период 1992–2009 гг. среди 2881 пациента КЭР, больных хроническим гепатитом, выявлено 70 случаев цирроза печени. Наиболее многочисленной нозологической группой в структуре хронических диффузных заболеваний печени оказались неалкогольный стеатогепатоз (50,0 %) и стеатогепатит (36,6 %). Изменения функционального состояния печени были более значительными у УЛПА с большими дозами облучения. Выявлена прямая корреляция между уровнем поглощенной дозы облучения и активностью гамма-глутамилтранспептидазы ( $r = 0,6, p < 0,02$ ), аланинаминотрансферазы ( $r = 0,39, p < 0,02$ ), концентрацией глюкозы ( $r = 0,5, p < 0,03$ ) в сыворотке крови (рис. 3.87).



**Рис. 3.87.** Регрессионно-корреляционный анализ между уровнем поглощенной дозы облучения и активностью гамма-глутамилтранспептидазы сыворотки крови у УЛПА с неалкогольным стеатогепатитом и стеатогепатозом.

Анализ биохимических показателей функционального состояния печени УЛПА в зависимости от полученной дозы облучения показал достоверное увеличение активности аспарагинаминотрансферазы ( $p < 0,001$ ), аланинаминотрансферазы ( $p < 0,05$ ), уменьшение уровня билирубина ( $p < 0,05$ ) и бета-липопротеидов ( $p < 0,001$ ) у УЛПА с поглощенными дозами  $> 50$  сГр, по сравнению с УЛПА, получившими дозы  $< 5$  сГр. Вопреки устойчивым представлениям о доброкачественном течении неалкогольного стеатогепатита, у УЛПА наблюдается прогрессивное развитие этой патологии. Длительное персистирующее течение увеличивает вероятность развития фиброза печени и его финальной стадии – цирроза в отдаленный период после аварии на ЧАЭС.

Учитывая патогенетические особенности заболеваний органов пищеварительной системы были разработаны подходы к лечению этой патологии у участников УЛПА на ЧАЭС.

### 3.4.5. Гематологические эффекты

Результаты мониторинга гемопоэтической системы УЛПА продемонстрировали, что в раннем послеварийном периоде (1986–1990 гг.) у 25 % обследованных в периферической крови отмечалось снижение числа лейкоцитов (лейкопения), у 12 % – лейкоцитоз, у 9,5 % лиц фиксировалось повышение содержания эритроцитов и уровня гемоглобина, у 9 % – тромбоцитоз, у 14,5 % – лимфоцитоз и у 10,5 % – моноцитоз. В более отдаленные периоды (1991–2000 гг.) наблюдения после аварии определялись: лейкоцитоз и лейкопения у 24 % и 19,7 % обследованных, у 7,6 % – тромбоцитопения, у 2,4 % – тромбоцитоз. В 15 % случаев встречались би- и панцитопения. На 2009 год сохраняется стабильный процент пациентов с лейкопенией, тромбоцитопенией и анемией и несколько увеличилось число лиц с лимфоцитозом (рис. 3.88).

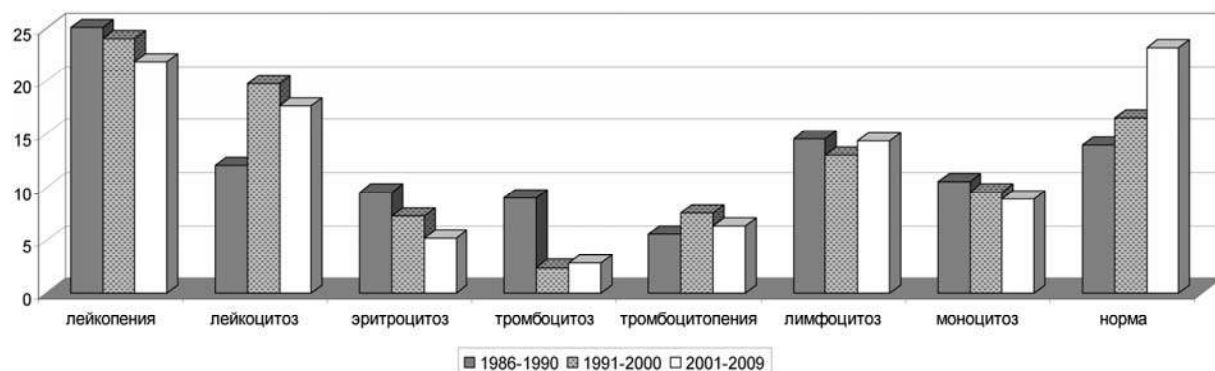


Рис. 3.88. Структура гематологических нарушений у участников ЛПА в динамике наблюдения.

Для всего периода наблюдения при относительной нормализации количественных показателей характерными были качественные нарушения в ядре и цитоплазме клеточных элементов гемопоэза в виде гипосегментированных нейтрофилов, вакуолизации цитоплазмы гранулоцитов и лимфоцитов, цитоплазматические выросты, токсогенная зернистость. Регистрировались мегакариоциты с увеличением числа «старых» клеток, наличием тромбоцитов гигантской формы, клеток с полиморфной зернистостью, а у части обследованных – агрегаты тромбоцитов, скопление микро- и макроформ (рис. 3.89–3.91).

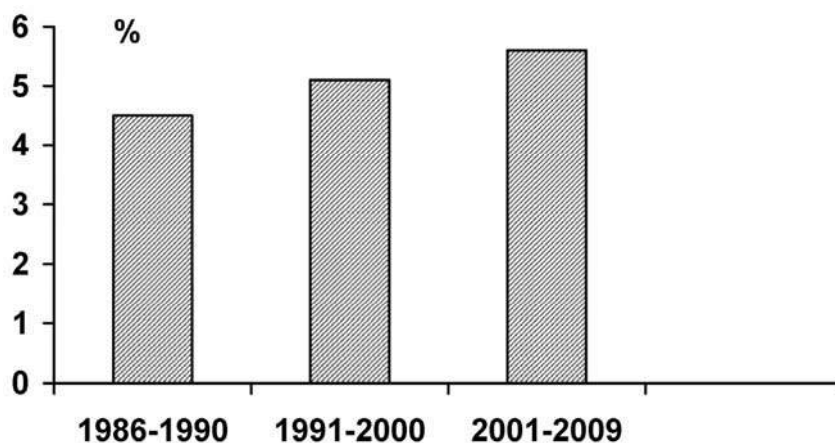
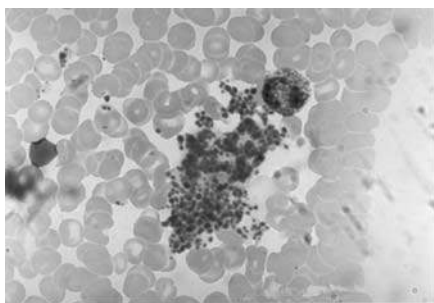
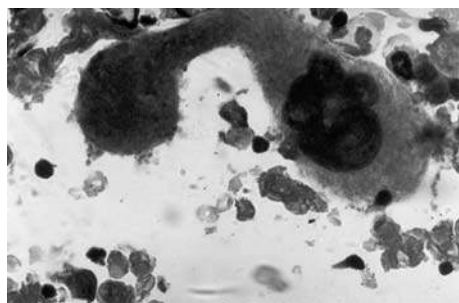


Рис. 3.89. Соотношение качественных нарушений в гемопоэтических клетках среди УЛПА по периодам наблюдения.





*Рис. 3.90. Скопление тромбоцитов.*



*Рис. 3.91. Аномальный мегакариоцит с частичной отшнуровкой тромбоцитов.*

Таким образом, не только облучение, но и весь комплекс факторов, связанных с Чернобыльской катастрофой, влияет на состояние здоровья населения, требуя дополнительных медицинских мероприятий, направленных на противодействие этому влиянию.

## **4. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ: ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И СОВРЕМЕННЫЕ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНЫХ ПУТЕЙ РАЗВИТИЯ ПОСТРАДАВШИХ ТЕРРИТОРИЙ**

### **4.1. Оценка экономических расходов и потерь, связанных с Чернобыльской катастрофой**

Чернобыльская катастрофа нанесла серьезные убытки экономике и социальной сфере как в бывшем СССР, так и за его пределами. Особенно масштабно авария разрушила нормальную жизнедеятельность, окружающую среду и производство во многих регионах УССР, БССР и РСФСР, а ее последствия продолжают деструктивно влиять на все сферы жизни Украины, Беларуси и Российской Федерации:

снизилось производство электроэнергии для потребностей экономики и населения; существенные убытки нанесены сельскохозяйственным и промышленным объектам; пострадали лесные массивы и водное хозяйство (ограничилось использование 5120 км<sup>2</sup> сельхозугодий и 4920 км<sup>2</sup> лесов);

значительные средства были израсходованы на эвакуацию 116 тыс. человек, строительство жилья для эвакуированных в 1986 году, а также в 1986–1987 гг.; введены в строй почти 15 тыс. квартир, общежитий для более тысячи пострадавших, 23 тыс. зданий, 800 заведений социокультурной сферы;

значительные средства были направлены сразу после аварии на защиту населения от влияния радиации и минимизацию угрозы для жизни и здоровья людей;

огромные объемы финансовых и технических ресурсов бывшего СССР были направлены в пострадавшие области на возобновление жизнедеятельности, производства, дезактивацию окружающей среды, социальную поддержку населения, которое осталось проживать на загрязненных территориях, обеспечение его чистыми продуктами и медицинским обслуживанием;

пострадавшему населению частично компенсировали материальные убытки, связанные с эвакуацией, – за потери личного имущества, посевов зерновых культур, жилья и тому подобное;

предприятиям всех видов и колхозам компенсировали потери финансовых, материальных и технических ресурсов с целью возобновления деятельности и обеспечения занятости эвакуированных.

Преодоление последствий ЧК продолжается и поныне, отвлекая значительные ресурсы из государственного бюджета [1–3].

#### ***4.1.1. Оценка потерь экономики СССР, связанных с Чернобыльской катастрофой***

За период 1986–1989 гг., по данным Министерства финансов СССР, общая сумма прямых убытков и расходов из всех источников финансирования составила 9 млрд. 200 млн. руб. (около 12,6 млрд. долларов США – согласно валютному курсу тех лет).

В 1990 году затраты из Государственного бюджета СССР на мероприятия по ликвидации последствий ЧК составили 3 млрд. 324 млн. руб. Кроме этого, из республиканских бюджетов РСФСР, УССР и БССР потрачен 1 млрд. руб. Итого – 4 млрд. 324 млн. руб. (5 млрд. 944 млн. дол. США).

Следующий, 1991 г. – год распада СССР, как известно, был особенным. Хотя СССР и выделил 10 млрд. и 300 млн. руб. на ликвидационные мероприятия, они были использованы лишь частично, а под конец 1991 г. – исключительно из государственных бюджетов Украины, Беларуси и Российской Федерации.

На ликвидацию последствий ЧК потрачены средства «Фонда помощи ликвидации последствий аварии на ЧАЭС» (счет № 904920) в объеме 544 млн. руб., который накапливался из бюджетных источников СССР, УССР и БССР, фондов Госстраха и добровольных взносов физических и юридических субъектов. Поступления из разных источников в иностранных валютах в 1988–1989 гг. составили 2,97 млн. руб., в том числе 2,2 млн. руб. – в конвертируемых валютах.

#### **4.1.2. Оценка суммарных экономических потерь Украины** **Суммарные экономические потери имеют несколько составляющих**

##### **Прямые убытки**

Они включают убытки от потерь объектов инфраструктуры, размещенных на прилегающей к ЧАЭС территории и в 30-км Зоне отчуждения с городами Припять и Чернобыль. Оценка стоимости прямых убытков от потерь материальных объектов народного хозяйства (объектов экономики) в результате аварии на ЧАЭС в Зоне отчуждения составляет 1 млрд. 10,6 млн. руб., или 339 млн. дол. США (таблица 4.1).

**Таблица 4.1.**

*Убытки от потерь материальных объектов народного хозяйства (объектов экономики)  
в Зоне отчуждения на территории Украины, которые выведены из эксплуатации  
в результате аварии на ЧАЭС в 1986 году*

| Наименование материального объекта, потерянного в результате Чернобыльской катастрофы | Основные производственные фонды и материальные оборотные средства |                 |          |       |
|---|---|-----------------|----------|-------|
|   | Год оценки  | Стоимость, млн. |          |       |
|   |   | Рубли           | Дол. США |       |
| Объекты и расходы на основное строительство ЧАЭС (III очередь)                        | 1986*   | 99,0            | 136,1    |       |
| Четвертый блок ЧАЭС   | 1964**  | 201,0           | 223,3    |       |
| Объект «Чернобыль-2»  | 1984***   | 97,7            | 137,0    |       |
| Предприятия разного профиля (11)  | 1986  | 149,0           | 205,1    |       |
| Автомобильные дороги с твердым покрытием (353 км)                                     | 1986  | 60,6            | 83,3     |       |
| Колхозы и совхозы (16)  | 1986  | 98,4            | 135,2    |       |
| Межхозяйственные предприятия (3)  | 1986  | 18,7            | 25,7     |       |
| Объекты и сети водопровода, канализации, освещения и теплоснабжения                   | 1986  | 12,0            | 16,5     |       |
| Жилищный фонд   | Государственный (402)   | 1986            | 209,8    | 288,3 |
|   | Частный (2278)  | 1986            | 7,1      | 9,8   |
|   | Сельские дворы (9050)   | 1986            | 28,2     | 38,8  |
| Объекты социальной инфраструктуры (150)   | 1986  | 29,1            | 40,0     |       |
| Всего   | –   | 1010,6          | 1339,0   |       |

\* Курс на апрель 1986 года: 1 дол. США – 72,75 коп.

\*\* Курс на 1964 год: 1 дол. США – 90 коп.

\*\*\* Курс на октябрь 1984 года: 1 дол. США – 71,3 коп.

Кроме существенных убытков от потерь материальных объектов в Зоне отчуждения, необходимо отметить также следующие виды убытков:

убытки от потери техники и средств механизации, которые применялись при ликвидации последствий аварии, были загрязнены и захоронены на площадке-отстойнике «Россоха» и пункте захоронения радиоактивных отходов «Свекловица» – 33,5 млн. руб., или 46,0 млн. дол. США;

потери, связанные с переселением пострадавших и потерей основных фондов в следующий за 1986 годом период, в частности:

стоимость потерянного жилья и частной собственности за пределами Зоны отчуждения – 0,2 млрд. руб. (в ценах 1984 года), или 0,28 млрд. дол. США;

стоимость потерь основных производственных фондов за пределами Зоны отчуждения – около 0,4 млрд. руб. (в ценах в 1984 г.), или 0,56 млрд. дол. США.

Следовательно, суммарные прямые потери в Зоне отчуждения составляют 1 млрд. 385 млн. дол. США (табл. 4.2):

**Таблица 4.2.**

*Суммарные потери в Зоне отчуждения*

| <b>Виды потерь</b>                                | <b>Рубли, млн.</b> | <b>Доллары США, млн.</b> |
|---|--------------------|--------------------------|
| Потери материальных объектов                      | 1010,6             | 1339,0                   |
| Захороненная техника<br>(механизмы и мероприятия) | 33,5               | 46,0                     |
| Всего   | 1044,1             | 1385,0                   |

Суммарные прямые потери материальных объектов и объектов экономики вне пределов Зоны отчуждения составляют 0,6 млрд. руб., или 0,84 млрд. дол. США.

Вместе 0,601 млрд. руб., или 0,841 млрд. дол. США.

Вместе прямые убытки составили:  $(1,385+0,84)= 2$  млрд.225 млн. дол. США.

#### **Оценка прямых расходов**

Стоимость аварийных и поставарийных мероприятий установлена, исходя из общих объемов финансирования на следующие виды работ: социальная защита пострадавших; специальная медицинская помощь; научные исследования; радиационный контроль; экологическое оздоровление окружающей среды; реабилитация и захоронение РАО; капитальные вложения; работы в Зоне отчуждения и другие расходы.

Расчеты расходов по приведенной структуре определяют общую сумму прямых расходов за период 1986 – 2010 гг. в объеме 30500 млн. дол. США.

Кроме этого, для выполнения Комплексной Общегосударственной программы снятия Чернобыльской АЭС с эксплуатации и превращения объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему на 2006–2010 гг. со сроком реализации приблизительно в 100 лет из Госбюджета Украины предусмотрено финансирование всех необходимых работ стоимостью около 3,5 млрд. грн., или 470 млн. дол. США (1 дол. = 7,5 грн. в среднем за эти годы).

#### **Анализ косвенных потерь**

Хозяйственная деятельность была прекращена полностью на землях с плотностью загрязнения выше 555 кБк/м<sup>2</sup> (15 Ки/км<sup>2</sup>) и частично – с плотностью загрязнения 185–555 кБк/м<sup>2</sup> (5–15 Ки/км<sup>2</sup>). Восстановление этих земель будет длиться не менее десятков лет. Кроме того, ограничено использование около 5 000 км<sup>2</sup> лесных угодий. Общие потери в лесном хозяйстве и деревообрабатывающей промышленности за 1986–1991 гг. составляют 1,8–2,0 млрд. руб. (в ценах 1984 г.). Сокращение объемов сбора хвойной муки нанесло вред в объеме 15 млн. руб. Экономические потери водного и рыбного хозяйства Украины составили 2,3–3,1 млрд. руб.

Следовательно, ежегодные потери за 1986–1991 гг. от неиспользования загрязненных сельхозугодий, лесных и водных ресурсов ежегодно составляли 1,625 млрд. руб. (общие потери 9,75: 6 лет = 1,625).

Таким образом, за 30 лет после аварии (до 2015 г.) косвенные потери в указанной сфере составят  $1,625 \times 30 = 48,75$  млрд. руб.

Убытки от сокращения производства электроэнергии за этот период составят 20,0 млрд. руб., а убытки от моратория на развитие мощностей действующих АЭС составят 48,0 млрд. руб.

Общая сумма опосредованных потерь до 2015 года составит 116,75 млрд. руб., или в пересчете на доллары США (по ценам 1986 года, 1 дол. США = 0,713 руб.) – 163,74 млрд. дол. США. (табл. 4.3).

**Таблица 4.3.**

*Структура опосредованных потерь Украины от аварии на ЧАЭС до 2015 года*

| <b>Виды убытков</b>   | <b>Млрд. дол. США</b> |
|---|-----------------------|
| От неиспользованных сельхозугодий, лесных и водных ресурсов   | 68,37                 |
| Стоимость недополученной электроэнергии   | 28,05                 |
| Убытки от моратория на введение в действие новых мощностей на действующих объектах атомной энергетики | 67,32                 |
| <b>Всего</b>  | <b>163,74</b>         |

Под конец 2000 г. прекратила работать Чернобыльская АЭС, которая была окончательно остановлена согласно Меморандуму между правительством Украины, правительствами стран «Большой Семерки» и Комиссией Европейского Союза (Канада, Оттава, 20 декабря 1995 г.) и согласно соответствующим решениям Кабинета Министров Украины. Блоки ЧАЭС останавливались в таком порядке: 1-й блок – 30 ноября 1996 г.; 2-й блок – 11 октября 1991 г.; 3-й блок – 15 декабря 2000 г.

Вследствие досрочной остановки Чернобыльская АЭС не выработала свой проектный ресурс, из-за чего было недовыработано 197181600,0 МВт/час электроэнергии. При цене 0,03 евро за 1 кВт/час сумма средств от реализации электроэнергии составила бы около 5,92 млрд. евро.

Принимая во внимание мировой опыт (Ленинградская, Курская и Смоленская АЭС в Российской Федерации), срок эксплуатации блоков 1, 2, 3 ЧАЭС (типа РВПК-1000) возможно было бы продлить еще на 15 лет сверх проектного срока. Это дало бы дополнительную возможность сгенерировать около 275940000,0 мВт/час и получить около 8,28 млрд. евро при цене 0,03 евро за 1 кВт/час.

Таким образом, общая сумма средств от реализации электроэнергии составила бы  $5,92+8,28=14,2$  млрд. евро.

Необходимо учитывать расходы на производство электроэнергии (себестоимость продукции) и расходы на восстановление работы блока №2 вследствие пожара в машинном зале, расходы на замену технологических каналов. Эти расходы составили бы 1,3 млрд. евро при проектном сроке эксплуатации и 1,59 млрд. евро при продлении срока эксплуатации, что вместе составляет  $1,3+2,09=3,39$  млрд. евро.

Таким образом, расходы только за счет недовыработанной электроэнергии от досрочного выведения из эксплуатации ЧАЭС составляют  $14,2-3,39=10,81$  млрд. евро, или 14,51 млрд. дол. США (курс 1 евро  $\approx$  1,34 дол. США).

#### ***Оценка суммарных экономических потерь Украины***

По указанной схеме расчетов (табл. 4.4), общие экономические убытки Украины от аварии на ЧАЭС составляют 198 млрд. 402 млн. дол. США.

Поскольку чрезвычайно сложно учесть все косвенные потери экономики Украины, остались неучтенными, например: (а) потери здоровья, работоспособности и потери в доходах нынешних и следующих поколений пострадавших; (б) будущие расходы на реабилитацию загрязненных территорий и водных объектов; (с) будущие расходы по выведению ЧАЭС из эксплуатации, преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, по захоронению РАО из объекта «Укрытие».

Таблица 4.4.

Структура итоговой стоимости общих потерь Украины  
от аварии на ЧАЭС, состояние на 2010 год

| №     | Статьи потерь  | Млн. дол.<br>США |
|-------|--|------------------|
| 1     | Прямые потери материальных объектов и объектов экономики   |                  |
| 1.1   | – в Зоне отчуждения  | 1 385            |
| 1.2   | – за пределами Зоны отчуждения   | 840              |
| 2     | Прямые расходы на финансирование работ и мероприятий по преодолению последствий аварии   |                  |
| 2.1   | – доля Украины в расходной части Госбюджета СССР (1986–1991 гг.)   | 5 732,5          |
| 2.2   | – расходы независимой Украины (1992 – 2010 гг.), включая расходы на снятие ЧАЭС с эксплуатации и переводение объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему | 12194,94         |
| 3     | Опосредованные потери (за 30-летний период после аварии – до 2015 года) и потери в результате досрочного вывода ЧАЭС из эксплуатации                             | 178250           |
| Всего |  | 198402,44        |

### **Выводы и предложения**

Авария на ЧАЭС убедила, что расходы на обеспечение безопасности ядерных установок существенно меньше, чем расходы на ликвидацию последствий возможных на них аварий.

Чернобыльская катастрофа принесла огромные потери, прежде всего трем пострадавшим странам: Украине, Республике Беларусь и Российской Федерации. Для Украины, например, общие экономические потери составляют около 208 млрд. 45 млн. дол. США. В том числе нанесены огромные косвенные потери (недопроизводство продукции в энергетике, промышленности, сельском, лесном, водном и рыбном хозяйствах и т. п.).

Объемы социально-экономических потерь Украины несопоставимы с реальными экономическими возможностями страны для их ликвидации в ближайшие десятки лет, чем обусловлена настоятельная потребность в международной помощи.

Нагрузка на экономику Украины, вызванная аварией на ЧАЭС и масштабными объемами ликвидационных мероприятий, остается одним из самых тяжелых и самых главных последствий аварии.

## **4.2. Основные социально-экономические и социально-психологические проблемы на радиоактивно загрязненных территориях сегодня**

Чернобыль – это трагедия социальная. Огромной неожиданностью Чернобыля оказался социально-психологический удар по населению. Можно было предвидеть экологические, экономические и медицинские последствия на основе опыта Хиросимы, Челябинска и ядерных полигонов Казахстана. Чернобыль продемонстрировал громадное разрушительное влияние на социально-психологическую сферу огромных масс населения (до шести миллионов человек, если включать фактически пострадавших, но официально не признанных таковыми жителей Киева).

Институт социологии НАН Украины лишь в 1992 году был подключен к исследованиям, когда Украину уже накрыла мощная волна политического и социально-экономического кризиса, которая «смешалась» с Чернобыльским фактором.

Первой волной социологических опросов в 1992 году было охвачено 10 тыс. пострадавших всех категорий, включая ликвидаторов. В последующие годы выборка включала жителей «зоны отчуждения» – 100 человек, 2-я и 3-я зона – по 300 человек; ликвидаторы – 300 человек; «чистая зона» для сравнения – 300 человек. Социальный мониторинг показывает, что социальные последствия ЧК остаются широкомасштабными и, к величайшему сожалению, еще очень далекими от полного разрешения [4–7].

#### 4.2.1. Страхи и уровень здоровья

Страх постепенно проходит. Если в 1992 году чернобыльских последствий боялись 47% людей среди всего населения Украины, то к 2010 году уровень этого страха упал почти втрое – до 16% (табл. 4.5). Также уменьшилась доля граждан Украины, которые считают «чернобыльский фактор» главной причиной ухудшения их здоровья, – с 41 до 15%. Эти две тенденции сильно коррелируют между собой. С уменьшением уровня страха уменьшаются оценки влияния ЧК на здоровье. Такие же тенденции и среди пострадавших от ЧК. Согласно самооценкам, уровень психологического здоровья пострадавших 2-й и 3-й зон в 2 раза выше – 61 балл, чем состояние физического здоровья – 35 баллов (по шкале от 0 – критическое до 100 баллов – очень хорошо). Жители «чистых» районов оценивают состояние психологического и физического здоровья одинаково (45 баллов). Эта особенность сохраняется донныне.

Таблица 4.5.

*Сравнение частей населения Украины, которое оценило уровень состояния собственного здоровья и степень влияния Чернобыльской катастрофы на своё здоровье. Украина. N = 1880. 1992 и 2010 годы, %*

|  |  | 1992 | 2010 | Изменения |
|--|--|------|------|-----------|
| Состояние здоровья                                     | Очень плохое или плохое                                      | 17   | 22   | +5        |
|  | Удовлетворительное   | 53   | 58   | +5        |
|  | Хорошее или очень хорошее                                    | 30   | 20   | -10       |
|  | Всего  | 100  | 100  | -         |
| Влияние Чернобыльской катастрофы на состояние здоровья | Это основной фактор ухудшения здоровья                       | 41   | 15   | -26       |
|  | Ухудшает здоровье, равно как и другие факторы                | 27   | 36   | +9        |
|  | Другие факторы влияют в большей степени, чем «чернобыльский» | 10   | 22   | +12       |
|  | Трудно сказать   | 22   | 27   | +5        |
|  | Всего  | 100  | 100  | –         |
| Боятся последствий Чернобыльской катастрофы            |  | 47   | 16   | -31       |

Источник: Социологический мониторинг ИС НАНУ: Украинское общество. – Киев: Институт социологии, 2010. – С. 45, 55.

Главным критерием, а следовательно, главной целью преодоления последствий Чернобыльской катастрофы должна стать такая реабилитация пострадавших, которая максимизирует уровень социального здоровья, то есть возвращает человека к активной деятельности, способности решения жизненно необходимых проблем, большинство которых направлено в будущее.

#### 4.2.2. Состояние пострадавших – согласно опросам 1992 года

У 60% опрошенных возник страх относительно качества продуктов питания, вырос уровень общей беспомощности [1–2]. Около одной трети (30%) потеряли интерес к жизни, 20% – аппетит (табл. 4.6). Каждый второй человек страдает от плохого настроения, потери активности, для 40% – авария наложила тяжелый отпечаток на всю жизнь. Сообщество пострадавших все глубже погружается в состояние социальной инфантильности. Формируется «сообщество обреченных», которые полагаются в основном на Бога, самих себя, близких родственников и на пожизненную государственную помощь. Девяносто процентов пострадавших сосредоточены на собственном здоровье и на здоровье своих детей и близких. У переселенцев нарушено

социокультурное и ландшафтное пространство, они плохо адаптируются в новых условиях. Многие из них желают вернуться назад, в опасные, но родные места.

**Таблица 4.6.**

*Восприятие пострадавшими последствий ЧК в первые годы после аварии, в 1992 г., %*

|  |                                    | Жители<br>загрязненных<br>территорий | Переселенцы | Жители<br>«чистых»<br>земель |
|--|------------------------------------|--------------------------------------|-------------|------------------------------|
| После аварии<br>ухудшилось:                        | Здоровье                           | 81                                   | 85          | 20                           |
|  | Материальное состояние             | 45                                   | 65          | 35                           |
|  | Отношение к власти                 | 43                                   | 45          | 32                           |
|  | Положение на работе                | 38                                   | 40          | 6                            |
|  | Отношения (климат) в семье         | 42                                   | 30          | 6                            |
|  | Отношение к религии                | 4                                    | 3           | 1                            |
| Прогноз будущего<br>в связи с аварией:             | Все обойдется, это не страшно      | 5                                    | 9           | 17                           |
|  | Надо искать выход из ситуации      | 11                                   | 20          | 28                           |
|  | Лучше не думать                    | 18                                   | 28          | 18                           |
|  | Хуже всего впереди                 | 38                                   | 26          | 21                           |
|  | Мы обречены                        | 22                                   | 15          | 6                            |
| Полностью<br>довольны:                             | Медицинским обследованием          | 1                                    | 5           | 5                            |
|  | Лечением и оздоровлением           | 8                                    | 2           | 12                           |
|  | Обеспечением медикаментами         | 5                                    | 3           | 6                            |
|  | Обеспечением чистыми<br>продуктами | 2                                    | 9           | 16                           |
| На что уповают:                                    | На себя                            | 38                                   | 45          | 57                           |
|  | На Бога                            | 56                                   | 22          | 34                           |
|  | На власть                          | 10                                   | 13          | 5                            |
|  | На науку                           | 6                                    | 4           | 10                           |
|  | На иностранную помощь              | 2                                    | 1           | 4                            |
| Куда в первую<br>очередь направ-<br>лять средства: | На отселение                       | 43                                   | 27          | 12                           |
|  | На медицинское обслуживание        | 11                                   | 31          | 41                           |
|  | Все раздать пострадавшим           | 19                                   | 25          | 19                           |

Самые актуальные факторы жизни: «Будущее детей» – 73%; «Рост цен» – 69% и «Состояние здоровья» – 56%. Четвертый, согласно рейтингу, фактор: «Судьба Украины» (51%) свидетельствует о том, что даже в посткатастрофической ситуации украинцы сохраняют высокую гражданскую позицию. В целом, среди пострадавших преобладают «пессимисты»: 2-я и 3-я зоны – 60% и переселенцы – 41%; «чистые» районы имеют 45% оптимистов и только 27% пессимистов.

В действительности, пострадавшее население и все население Украины пережило двойной стресс – «два Чернобыля». Первый – объективно очевидный: одни были свидетелями, другие узнавали об аварии по слухам и из «вражеских» СМИ; второй – информационный, когда отечественным средствам массовой информации позволили открыто оглашать историю катастрофы. Пострадавшие стали самостоятельно искать адекватные поставарийные модели выживания.

#### **4.2.3. Восемь с половиной лет после аварии**

Второе социологическое исследование в 1994 г. в целом показало, что пассивные социально-психологические ориентации пострадавших в зонах беды стабилизировались [2–3].

*Миграция.* В «зонах беды» часть потенциальных мигрантов составляет 52%, а в «чистых» регионах – 27%.

*Жизненные планы.* Что удивительно, пострадавшие немного активизировались (табл. 4.7). Среди них почти в 2 раза больше граждан, чем среди «чистых», которые хотят заниматься бизнесом, арендовать или покупать землю и переквалифицироваться. В «чистых» регионах, как и



среди пострадавших, насчитывается четверть пассивных, которые «живут, только бы выжить», – 28 и 24%, соответственно.

**Таблица 4.7.**

*Жизненные планы пострадавших и жителей «чистых» районов, 1994 г., %*

| Жизненные планы                           | Зоны беды | «Чистые районы» |
|---|-----------|-----------------|
| Искать дополнительный заработок           | 42        | 55              |
| Ничего не планирую, только бы выжить      | 28        | 24              |
| Заняться бизнесом                         | 21        | 11              |
| Арендовать или покупать земельный участок | 14        | 8               |
| Переквалифицироваться                     | 11        | 6               |

**Примечание:** сумма процентов в столбцах превышает 100 – респонденты выбирали до 3-х ответов.

*Преодоление последствий ЧК.* Состояние пострадавших зависит от того, как преодолеваются последствия Чернобыля. Только 1% пострадавших убеждены, что «Делается все то, что нужно», а 40% считает, что «Кое-что делается». 39% ответили категорически: «Практического ничего не делается». Треть потерпевших, независимо от «зон беды», указывают, что они «Преодолевают все неурядицы».

*Неотложность видов социальной помощи.* На первых местах абсолютно ожидаемые в состоянии социального исключения виды помощи: пособие – 66%; медикаменты – 64%; пища – 51%; одежда – 47%; лечение – 40–47% (табл. 4.8). Среди 10-ти самых неотложных видов помощи на 9-ом месте сугубо психологическая помощь – «Улучшение взаимоотношений в семье» – этого требуют 16% пострадавших, почему-то значительно выше этот показатель среди «чистых» – 23%. Состояние семьи аналитики часто сводят к оценке материального положения. А это, оказывается, далеко не так.

**Таблица 4.8.**

*Степень важности видов социальной помощи, в 1994 г., %*

| Место | Виды социальной помощи            | Зоны беды | «Чистые» районы |
|-------|-----------------------------------|-----------|-----------------|
| 1     | Пособие                           | 66        | 63              |
| 2     | Медикаменты                       | 64        | 62              |
| 3     | Продукты питания                  | 51        | 39              |
| 4     | Одежда                            | 47        | 56              |
| 5     | Лечение детей                     | 47        | 32              |
| 6     | Лечение родственников и близких   | 46        | 38              |
| 7     | Личное лечение                    | 40        | 38              |
| 8     | Организация досуга, отдыха        | 26        | 24              |
| 9     | Улучшение взаимоотношений в семье | 16        | 23              |
| 10    | Изменение местожительства         | 14        | 5               |

*Отношение к питанию.* Почти никто из пострадавших не употребляет только «чистые» продукты. А от 10 до 18% – отчаянные: им «безразлично, что есть».

#### **Выводы**

Пострадавшие, независимо от региона проживания и степени его радиационного загрязнения, почти полностью сосредоточены на проблемах элементарного выживания.

При решении проблем выживания пострадавшие полагаются, в первую очередь, на себя, свою семью и родных – замыкаются в узком семейном кругу. Не доверяют ни общественным организациям, ни власти, за исключением Минчернобыля (сейчас Министерство чрезвычайных ситуаций Украины).

Больше трети пострадавших вовсе не знает или слабо знакомы с Законом «О статусе и социальной защите граждан, которые пострадали в результате Чернобыльской катастрофы». Его статьи считают справедливыми лишь 1% пострадавших.

#### 4.2.4. Десять лет после аварии на ЧАЭС

На протяжении 1992–1997 гг. остается почти постоянной часть пострадавших (около 20%), которые находятся в состоянии социальной и психологической дезадаптации: «Чернобыль изуродовал всю мою жизнь». Среди молодежи таких меньше – 10%. Синдромом «жертвы аварии» особенно поражены женщины и сельские жители. Переживание переселения из 2-й и 3-й зон в сознании пострадавших, по состоянию на март 1997 года, практически снизилось до уровня общенациональных миграционных тенденций [3-4].

Возрождать виды производств пострадавшие желают с такими рейтингами: переработка сельскохозяйственной продукции – 70%; производство потребительских товаров – 68%; народные промыслы – 52% и тому подобное.

Авария на ЧАЭС потребовала решения *проблемы сопоставления техногенных, биогенных и социогенных рисков*. С одной стороны – объективные риски, которые определяются техническими и технологическими характеристиками и естественными факторами. С другой – субъективные риски, которые формируются в сознании и подсознании людей [8–10]. Если отсутствует налаженная система информирования, воспитания и обучения нормам жизнедеятельности, расхождения между объективными и субъективными (социологическими) оценками, то государственные решения становятся неадекватными.

#### 4.2.5. Двадцать лет после ЧК

Диапазон социальных последствий ЧК слишком широкий и глубинный (рис. 4.1). Каждая составляющая проблемы требует незаурядного внимания, больших объемов затрат и соответствующего реагирования государства и общества, чтобы избежать социокультурной деградации. Техногенная катастрофа происходит внезапно. Вызванная ею социокультурная катастрофа нарастает медленно – сообщество пострадавших постепенно, сначала почти незаметно, деградирует в радиационно-изолированных резервациях [11–12]. Более того. Окружающая среда очищается, становится почти безопасной, а социум пострадавших, брошенных на произвол судьбы, продолжает деградировать.

Поньше в социуме пострадавших не удалось вылечить ни медицинскими средствами, ни материальными компенсациями, ни реабилитацией окружающей среды целый ряд социальных «синдромов» катастрофы и ее последствий [12-13]: (а) «*синдром жертвы*» – значительная часть пострадавших считают себя потерпевшими на всю жизнь; (б) «*синдром социального исключения*» – в массовом сознании пострадавших доминируют такие качества, как безынициативность, патернализм, требования «вечной ренты от государства»; (с) «*синдром эвакуации и переселения*» – обусловлен нарушением картины мира пострадавших, слабой адаптацией к новым условиям; (d) «*синдром утраченного здоровья*» – сочетание ухудшения здоровья взрослых и детей с фактом и непреодоленными последствиями катастрофы; (е) «*синдром неуверенности и растерянности*» – парадоксальное возложение потерпевшими решения своих проблем на государство при одновременном почти полном недоверии к власти и признанию реальной опоры на семейное окружение; (f) «*синдром невежества*» – незнание пострадавшими законов и правил жизнедеятельности в поставарийной среде, следовательно, они в повседневности руководствуются субъективными рисками, а не реальной ситуацией. Зато на будущее пострадавшие выбирают такие жизненно важные ориентиры: «Укреплять здоровье детей» – 80%, «Иметь собственное дело» – 55%; «Быть духовно развитыми» – 54%; «Укреплять семью» – 52%; «Укреплять собственное здоровье» – 50%.



*Рис. 4.1. Структура социальных последствий Чернобыльской катастрофы.*

Еще в 1998 году исследовательская группа Центра социальных экспертиз Института социологии НАНУ подала такие предложения:

1. Пересмотреть концепцию переселения пострадавших, поскольку резко уменьшилась часть желающих и усилился дефицит государственных средств.
2. Разработать специальную программу «Возрождение жизни» на территориях, которые очищаются.
3. Концептуально и функционально переориентировать социальную политику относительно пострадавших, понимая ее в таких аспектах: (а) *самообеспечение* – создать комплекс социально-экономических условий, чтобы активный человек имел возможность зарабатывать на полное обеспечение семьи и платить налоги; (б) *реабилитация* – возобновить надлежащее состояние социального здоровья пострадавших, превращая часть из них в активных граждан; (в) *социальные критерии* должны стать обязательными при оценках целесообразности и эффективности любых мероприятий по ликвидации последствий аварий или катастроф; (г) *социальная политика* должна перейти от концепции социальной помощи к концепции социальной реабилитации активных индивидов и сообществ, ориентируясь на такую структуру пострадавших: (1) «самодостаточные» – способны после реабилитации самостоятельно обеспечить себя и свою семью всем необходимым; (2) «полусамодостаточные» – к их самообеспечению нужна еще и часть социальной помощи; (3) «иждивенцы» – могут существовать лишь за счет социальной помощи.

#### **4.2.6. Результаты социологического исследования 2007 г.**

Ситуацию оценили 1200 пострадавших и ликвидаторов [13], а также 121 эксперт.

Результаты исследования, в частности, засвидетельствовали, что почти не создано условий для: (а) обеспечения пострадавших рабочими местами; (б) полной реабилитации безопасной для жизни окружающей среды; (с) полноценной социальной инфраструктуры – образование, медицина, почта, транспорт и тому подобное; (d) эффективных средств ведения хозяйства; (е) собственного семейного бизнеса – лишь 8% потерпевших считают, что такие условия имеются; к тому же наблюдаются: (f) низкий социальный капитал – потенциал взаимопомощи и взаимодействия; (g) низкий уровень контроля общественностью решений органов власти; (h) за помощью к некоторым социальным структурам (преимущественно к местной власти), как и раньше, обращается незначительное количество пострадавших.

Стабильно негативной остается самооценка влияния на здоровье пострадавших последствий Чернобыльской катастрофы: ликвидаторы – 86%; 2-я зона – 77%; 3-я зона – 74%. Качество медицинского обслуживания не устраивает почти всех пострадавших. Огромный контингент пострадавших (почти 90%) имеют потребность в специальных просветительских программах относительно безопасной жизнедеятельности на РЗТ. Существенно повысилась природоохранная активность населения. В 2007 году в ней участвовали почти 70% пострадавших против 45% в 2001 году. Острейшие потребности пострадавших: «Дополнительные рабочие места» – требуют 71%; «Реабилитация безопасной для жизни окружающей среды» – 64%; «Полноценная система услуг» – 62%; «Эффективные средства ведения хозяйства» – 61%; «Условия для развития малого и семейного бизнеса» – 33%.

Эксперты констатируют, что на загрязненных территориях отсутствуют структуры гражданского общества, способные контролировать власть и вместе с ней разрешать актуальные проблемы. Координация взаимодействия разных структур на РЗТ осуществляется преимущественно командно-административными методами – указаниями сверху.

Оценка пострадавшими работ относительно преодоления последствий аварии на ЧАЭС указывает на то, что:

1. Социальная политика должна быть фундаментально пересмотрена с целью возрождения жизни на РЗТ и привлечения к этому делу государственных, негосударственных, бизнесовых и общественных усилий, управленческих и самоорганизационных механизмов.
2. Программа возрождения жизни на РЗТ должна быть переориентирована на активизацию людей и общин, на поиск инновационных шансов жизнедеятельности и поведения на РЗТ.
3. Надо обеспечить эволюционный переход людей от статуса «пострадавший» к статусу «полноценный гражданин Украины».

Предложения: 1. Принятие новых законодательных актов.

2. Развивать все формы социального партнерства и пропагандировать позитивный опыт путем привлечения СМИ и эффективного информирования.

#### **4.2.7. Социально-психологическая реабилитация граждан, которые пострадали в результате Чернобыльской катастрофы**

Негативное влияние отдаленных последствий Чернобыльской катастрофы деформировало традиционные способы жизнедеятельности людей, а социально-экономическая деятельность на РЗТ пришла в упадок. Этот полимодальный жизненный кризис пострадавших заострил целый ряд социальных рисков и вызывает пролонгацию кризиса.

Социальное и психологическое влияние последствий Чернобыля нужно рассматривать так же серьезно, как влияние дозы, полученной населением, потому что психологический стресс способствует росту не только заболеваемости населения, особенно психосоматическими

заболеваниями, но также и уровня смертности. Кроме того, психологические эффекты являются наиболее распространенными и долговременными.

Целеустремленным преодолением социально-психологических последствий Чернобыльской катастрофы занимаются Центры социально-психологической реабилитации и информирования пострадавшего населения, которые были созданы в 1994–2000 годах Министерством по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы при поддержке программ ООН (Бородянка, Боярка, Иванков, Коростень, Славутич).

Главными заданиями этих учреждений являются: (а) предоставление социально-психологической поддержки населению; (б) информационно-аналитическая и просветительская деятельность относительно безопасного проживания на РЗТ; (с) содействие развитию местных общин и социально-экономическому возрождению пострадавших территорий; (d) мониторинг социально-экономического развития региона и предоставления соответствующей помощи.

Специалисты Центров социально-психологической реабилитации населения работают над поисками новых подходов в решении проблем преодоления «синдрома жертвы», негативного восприятия радиоактивно загрязненных территорий относительно возможностей проживания на них, разработкой программ содействия развитию местных общин и социально-экономическому возрождению пострадавших регионов, которые реализуются при поддержке Чернобыльской программы возрождения и развития ПРООН. По этой Программе Центрами предоставляется помощь 27 сельским общинам в четырнадцати районах Черниговской, Житомирской и Киевской областей в населенных пунктах, расположенных на загрязненных радионуклидами территориях, и в местах компактного проживания переселенцев. Сформированный таким образом потенциал самоуправления и участия в местном развитии является гарантом стойкости общин и распространения позитивного опыта.

Важным направлением деятельности Центров является развитие общественной активности молодежи с целью привлечения к социально-политической жизни своего города, воспитания у молодежи лидерских качеств, участия в принятии решений относительно судьбы общества, формирования экологического мировоззрения и здорового образа жизни.

Информационно-аналитическая и просветительская деятельность Центров направлена на выявление главных проблемных вопросов общей экологической ситуации в регионе, социально-экономических процессов, а также потребности в информировании населения относительно безопасного проживания на радиоактивно загрязненных территориях.

Эффективное внедрение проектов и программ Центров, воплощение передовых международных технологий в процессы возрождения и становления стойкого психологического и социального иммунитета пострадавших Центры выполняют в сотрудничестве с международными организациями и программами, привлекая благотворительные средства.

Центры продемонстрировали высокую эффективность работы, оказывая помощь всем возрастным категориям населения, информируя все заинтересованные группы относительно возможностей снижения социальных рисков, распространяя свою деятельность на районы в целом, способствуя созданию в населенных пунктах активных общин, деятельность которых направлена на преодоление самых болезненных проблем в поселениях.

#### *4.2.8. Социальные уроки Чернобыля*

*Урок 1.* Антропологическая, социальная концепция как предупреждения, так и преодоления последствий катастрофы должна занимать центральное место – в центр помещается человек и социальное сообщество – главные ценности общества и человечества в целом. Все, что производится человечеством – от идей, технологий, техники, войн, услуг и тому подобное, – заканчивается социальными последствиями, улучшением или ухудшением жизни людей.

**Урок 2.** Надо принимать во внимание существенные различия, разрывы и несовместимости между субъективными и объективными оценками рисков, учитывая такие уровни: *научный* (оценки специалистов); *юридический* (нормы, стандарты); *управленческий* (ресурсы, возможности, кадры); *информационный* (полнота и своевременность информирования); *повседневное сознание* (понимание и оценки пострадавшими собственного состояния и окружающей ситуации). Только минимизация разрывов между этими уровнями дает самые эффективные результаты адекватных действий в преодолении последствий.

**Урок 3.** Недопустимо доводить почти до полного забвения судьбы сотен тысяч «ликвидаторов», которые ценой собственного здоровья, а то и жизни, локализовали аварию и ее последствия. Недопустимо прибегать к методам преодоления беды колоссальными массами «живой силы». Надо готовить профессиональные контингенты ликвидаторов, переходить к «безлюдной» ликвидации последствий аварий и приводить к разумному минимуму вовлечение волонтеров.

**Урок 4.** Чернобыльский социум пострадавших (2,3 млн. человек) находится в состоянии социальной депрессии и социального исключения. Нарастают патерналистские ориентации на ренту от власти за потерянное здоровье и изуродованные судьбы. Ошибочно возводить социальную политику ликвидации последствий исключительно к социальной помощи. Должны широкомасштабно действовать реабилитационные мероприятия относительно возвращения пострадавших к активной жизнедеятельности.

**Урок 5.** Недопустимо продолжительное время держать сообщества пострадавших в состоянии информационного вакуума. Информирование о состоянии окружающей среды и способах адекватного поведения и жизни должно вестись постоянно, адресно и профилно.

**Урок 6.** Сравнительно с концепцией рисков, которая порождает страх, стрессы и разные «социальные синдромы» у пострадавших, более действенной должна стать концепция шансов – ориентация на поиск и реализацию эффективных моделей поведения и жизнедеятельности в посткатастрофических ситуациях.

**Урок 7.** В концепции шансов ведущей идеей должно стать понятие социального здоровья и разворот сознания в направлении будущего.

**Урок 8.** Надо учитывать, что в период катастрофы и после нее особенно большую роль играют субъективные риски оценки ситуации, которые усугубляются недостаточным информированием. Пострадавшие начинают руководствоваться именно субъективными рисками, которые обычно сильно отличаются от объективных оценок. Полное, своевременное, адресное информирование о рисках и шансах помогает пострадавшим вернуться в пространство реальной ситуации и поведения.

**Урок 9.** Недопустимо держать чернобыльских пострадавших так долго в атмосфере «остановленной жизни». Широкомасштабная программа возрождения и развития человека и поселенческих общин пострадавших должна стать (хотя и с большим опозданием) «дорожной картой» преодоления социальных, социокультурных и социально-экономических последствий катастрофы.

**Урок 10.** Все мероприятия относительно возрождения и развития пострадавших общин и территорий должны учитывать общенациональные тенденции переориентации на активные модели поведения и жизнедеятельности.

**Урок 11.** Для преодоления социальных последствий необходимо консолидировать все виды гносеологического потенциала (умение инновационно мыслить и находить адекватные модели шансов): (а) *локальный* – лидеров и активистов местных общин; (б) *национальный* – междисциплинарные экспертные группы; (с) *международный* – научный, государственный, общественный.

**Урок 12.** Мировое сообщество не имеет права забывать про еще не преодоленные социальные последствия Чернобыля, судьбу 2,3 млн. пострадавших. Как не забыты фашизм и холокост. Украина не способна решить социальные проблемы Чернобыля самостоятельно.

**Урок 13.** Уникальность мониторинга Института социологии НАНУ заключается в том, что, в отличие от традиционного техно-экономического и экологического подхода к анализу последствий техногенных аварий или катастроф, в центр внимания помещается человек и социальное сообщество – главные ценности нации и человечества в целом.

**Урок 14.** Чернобыль положил начало поискам новых поставарийных моделей выживания, как для Украины, так и для всего человечества – кардинальное изменение ценностно-нормативной системы стало архинеотложным.

**Урок 15.** Исключительная приоритетность антропологической концепции подтверждается последними мировыми событиями. Власть США была убеждена, что «проблему Ирака» молниеносно решат техника и тактика военно-промышленного комплекса. В действительности США вместе с их союзниками сталкиваются с непредсказуемыми социальными и социокультурными последствиями, относительно преодоления которых они не имеют четкого конструктивного представления. Военная доктрина погрязла в многомерном социальном пространстве.

Таким образом, постчернобыльская ситуация оценивается прежде всего по тому, в какой мере разрешаются социальные проблемы, если не сводить их к одной лишь социальной помощи (льготы, специальные выплаты, пенсии и тому подобное).

#### **4.2.9. Ядерная энергетика Украины: отношение украинской общественности**

Чернобыльскую АЭС закрыли. Тем не менее, актуальность развития ядерной энергетики Украины (ЯЭУ) постоянно стоит в перечне правительственных заданий. Весной 2009 г. в социологический мониторинг Института социологии НАНУ был включен пакет вопросов об отношении населения к ЯЭУ. Невзирая на остатки страхов относительно последствий аварии на ЧАЭС, украинская общественность голосует с рейтингом 41% преимущественно «за» ЯЭУ, в том числе даже радикально – 13% за то, чтобы ЯЭУ развивалась, а остановку ЧАЭС считают ошибочной. Против ЯЭУ высказалась меньшая часть – 33%. Около половины граждан (46%) считает безопасным проживать не менее чем в 50 километрах от действующей АЭС. Почти треть не определилась с ответом – это результат низкой информированности, которая подтверждается и тем, что лишь 7% достаточно или в совершенстве осведомлены о безопасности действующих АЭС; 29% считают себя посредственно осведомленными, четверть лишь слышала кое-что из разговоров, а треть – не знают ничего. Следовательно, важно знать уровень доверия населения к источникам информирования (табл. 4.10). Наибольшим доверием по вопросам безопасности действующих АЭС пользуются у граждан «Специалисты отрасли радиологии» (43%) и «Экологические организации» (39%), а также «СМИ» (36%) и «Международные контролирующие органы» (31%); наименее авторитетные – «Руководство АЭС и хранилищ РАО» (14%).

**Таблица 4.10.**

*Степень доверия к источникам информирования об уровне безопасности действующих АЭС и хранилищ РАО. Украина 2009 г. 1800 анкет, %*

| <b>Желательные источники</b>              | <b>%</b> |
|---|----------|
| Специалист в отрасли радиологии           | 43       |
| Экологические организации                 | 39       |
| Средства массовой информации              | 36       |
| Международные контролирующие органы       | 31       |
| Государственные контролирующие органы     | 21       |
| Руководство действующих АЭС, хранилищ РАО | 14       |
| Трудно ответить                           | 10       |

**Примечание:** респонденты выбирали до 3-х вариантов ответа

Сомневаясь в безопасности проживания в районе АЭС, население желает получить компенсацию за риски вероятных инцидентов: «Регулярные медико-профилактические обследования» – 64%; «Бесплатное лечение и оздоровление» – 59%; «Ежемесячные денежные компенсации» – 48%; «Доступ к информации о радиационной ситуации» – 22%; «Установление общественного контроля за соблюдением правил безопасности» – 18%. Большинство граждан (65%) предпочитали бы, чтобы на АЭС не работал никто из родных; согласны работать лично 12% опрошенных. Не смог определиться с ответом 21% населения.

Выводы. Такое неуверенное отношение населения Украины к атомной энергетике предопределено стереотипными установками, сформированными после Чернобыльской катастрофы, несвоевременным и эпизодическим информированием.

Следовательно, дальнейшее развитие ядерной энергетики Украины может встретить серьезное сопротивление в обществе. Эта отрасль остается информационно закрытой и представляется опасной, а украинцы – не готовыми к активному общественному контролю за ее деятельностью. Нужны масштабные PR – кампании, чтобы изменить субъективное восприятие безопасности сети объектов атомной энергетики Украины на реальное.

#### **4.3. Анализ динамики демографических и социально-психологических изменений в обществе, вызванных последствиями Чернобыльской катастрофы, пути преодоления их негативных проявлений**

К сожалению, после 2007 года разрушена система государственного учета пострадавших вследствие ЧК и информирования по вопросам выполнения соответствующих программ. Госкомстат приостановил издание статистических справочников по вопросам выполнения программ ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. Авторам пришлось приложить значительные усилия, чтобы собрать информацию для подготовки этого раздела национального доклада.

Обобщенные данные таблицы 4.12 свидетельствуют, что за 25 прошедших лет ЧК и ее последствия стали трагедией для Украины и многих миллионов ее жителей. Не все пострадавшие находились под медицинским наблюдением в лечебно-профилактических учреждениях системы МОЗ Украины.

Состоянием на 01.01.2010 г. численность пострадавших в стране составляет 2254471 человек. Более 2,15 млн. пострадавших, то есть 95,4% от общего количества, вынуждены до сих пор проживать на радиоактивно загрязненных территориях (табл. 4.13). За все годы после катастрофы с РЗТ выехало более 164 тыс. человек.

**Таблица 4.12.**

*Динамика численности облученных (пострадавших) вследствие Чернобыльской катастрофы в Украине в 1987-2009 гг., на конец отчетного года, человек*

| Годы | Количество пострадавших (находились под медицинским наблюдением*) | Количество граждан, которым присвоен статус пострадавшего** |
|------|---|---|
| 1987 | 264587  | учет начат с 1994 р.  |
| 1988 | 256849  |   |
| 1989 | 320459  |   |
| 1990 | 347252  |   |
| 1995 | 2744226   | 3092958   |
| 2000 | 2608354   | 3278521   |
| 2005 | 2342207   | 2526216   |
| 2009 | 2238334   | 2254471   |

\* – по данным государственной статистической отчетности по формам 2-ЦДН, 15, 16.

\*\* – по данным государственной статистической отчетности по форме 7 (Чернобыль).



Таблица 4.13.

*Численность пострадавших, проживающих на РЗТ, человек, состоянием на 01.01.2009 г.*

| Категория пострадавших  |         | Из них дети в возрасте 0-14 лет | В т.ч. дети до года |
|---|---------|---------------------------------|---------------------|
| Все пострадавшие  | 2151811 | 373846                          | 27541               |
| В т.ч. в зоне отчуждения безусловного (обязательного) отселения | 117     | –                               | –                   |
| гарантированного добровольного отселения                        | 4548    | 1026                            | 78                  |
| усиленного радиоэкологического контроля                         | 612080  | 131358                          | 9611                |
|   | 1535066 | 241462                          | 17852               |

Источник – данные Госкомстата Украины

Вследствие социально-экономических изменений и кризисов в населенных пунктах РЗТ все условия жизни, работы, питания и медицинского обслуживания не в полной мере отвечают современным стандартам. Как видно из данных таблицы 4.14, состоянием на 2009 г. 317467 человек, в т.ч. 87986 детей в возрасте до 18 лет, еще продолжают подвергаться облучению в дозах более 0,5 мЗв в год.

Таблица 4.14.

*Распределение населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях и получающего дозу дополнительного облучения более 0,5 мЗв в год, состоянием на 2009 г.*

| Средняя доза за год, мЗв | Общая численность, человек | Дети в возрасте до 18 лет, человек |
|--------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| ≥ 5                      | 986                        | 319                                |
| 1 – < 5                  | 135621                     | 32758                              |
| 0,5 – < 1                | 179874                     | 54909                              |
| Всего                    | 317467                     | 87986                              |

#### **4.3.1. Демографические изменения в стране и на радиоактивно загрязненных территориях**

В результате общенационального демографического кризиса в период 1991–2009 гг. Украина потеряла почти 6,5 млн. человек. В последние годы демографическая ситуация в наиболее пострадавших областях (Житомирская и Киевская) существенно не отличалась от общегосударственной. Показатели рождаемости в них в 2000–2009 гг. были даже несколько выше (рис. 4.2), однако и смертность была больше: если в Украине средний ее уровень за 2000–2009 гг. составлял 15,9 ‰, то в Житомирской обл. он был 17,7 ‰, а в Киевской обл. – 17,4 ‰. Разница между показателями в 2004–2009 гг. статистически достоверна (Украина – 16,13(0,19), Житомирская область – 18,17(0,24, t=6,72), Киевская область – 17,73(0,23, t=5,47).

В 1991–2005 гг. потери населения в зонах загрязнения были более заметны, чем в других регионах. По расчетам, в 1991–2000 гг. 52–98 % потерь во 2-й и 3-й зонах определялись миграционным оттоком населения (организованное и добровольное переселение). В дальнейшие годы главным фактором стало превышение числа умерших над рожденными (рис. 4.3).

В 1992–1999 гг. во 2-й и 3-й зонах отмечалось повышение уровней рождаемости. Оно приходилось на период наиболее активного переселения пострадавших в чистые местности, и связано с их желанием иметь преимущества при получении жилья и трудоустройстве в местах переселения. При анализе смертности населения по зонам радиоактивного загрязнения установлено (рис. 4.4), что ее уровни зависят от категории зоны радиоактивного загрязнения и уровня регламентированной законодательством средней индивидуальной дозы облучения.

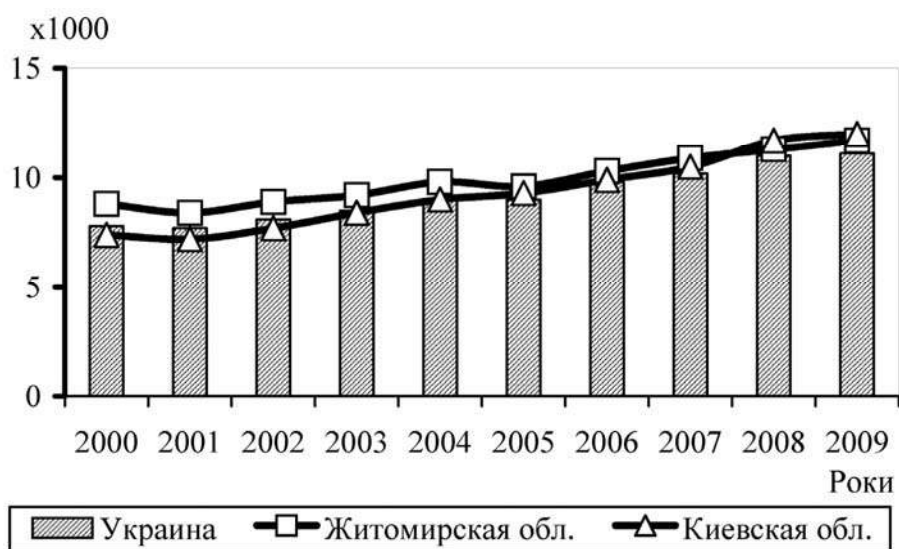


Рис. 4.2. Рождаємість в Україні, Житомирській і Київській областях в 2000-2009 гг., на 1000 населення.

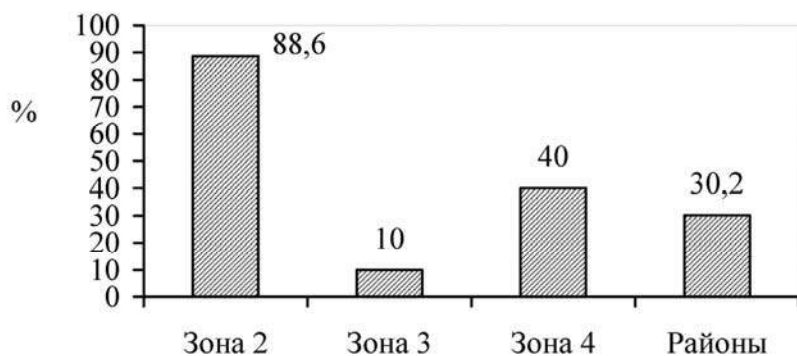


Рис. 4.3. Потери населення в зависимости от категории зоны радиоактивного загрязнения в 1991-2005 гг., %.

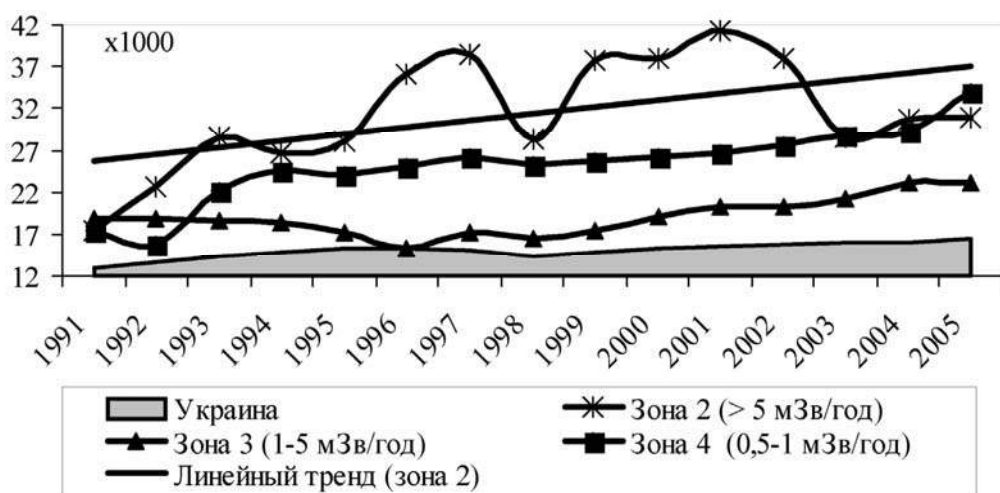


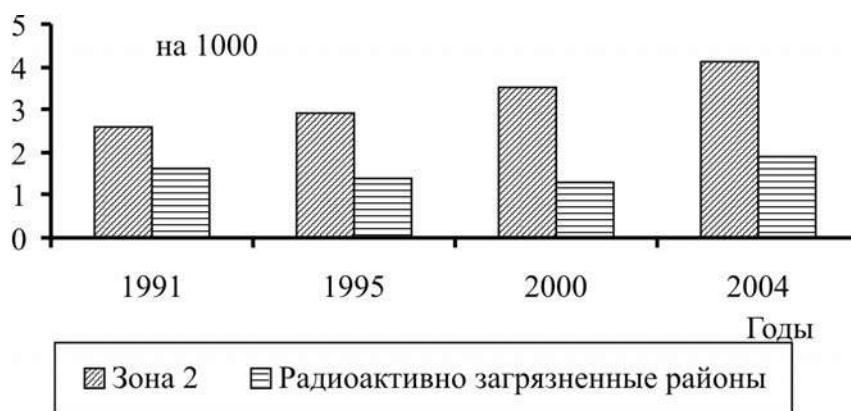
Рис. 4.4. Смертність населення в зависимости от категории зоны загрязнения и уровня регламентированной законодательством дозы облучения в 1991-2006 гг., на 1000 человек.

За годы после катастрофы на РЗТ значительно углубился демографический кризис. Из отрицательного низкого на начало 90-х годов (2-я зона – 5,6‰, 3-я зона – 6,0 ‰, 4-я зона – 9,1‰) до 2006 г. восстановление населения на РЗТ стало отрицательным катастрофическим (2-я зона – 20,6‰, 3-я зона – 14,0‰, 4-я зона – 21,5 ‰). За 18 лет (1986-2003 гг.) полные демографические потери в радиоактивно загрязненных районах составили 48,8 тыс. лиц. Чистые потери населения сформировались за счет 25,2 тыс. нерожденных и превышения (6,9 тыс.) умерших лиц. Уровень потерь нерожденными на 1000 женщин фертильного возраста с 8 лиц в 1986 г. вырос до 76 в 2001 г., то есть в 9,5 раз и представляет за весь послеварийный период 41,1‰. Интенсивность потерь нерожденных у женщин в возрасте 15-49 лет в контрольном районе соответствовала общенациональному уровню, и ее величина за 1986-2003 гг. составляла 14,2‰, что в 3 раза ниже, чем на РЗТ.

Демографические потери населения в наиболее радиоактивно загрязненных областях и районах формируются также из-за «откладывания на потом» рождения детей женщинами фертильного возраста. Наиболее весомым вкладом в общую величину потерь нерожденных было число нерожденных у женщин возрастом 20–29 лет.

В 1986–2003 гг., по сравнению с 1979 г., потери населения из-за сверхсмертности повысились по всем основным классам причин смерти повсеместно. Наибольшая убыль численности населения происходила за счет потерь от неопухоловой соматической патологии, которая обуславливала около 40,0 % женских и почти 24,0 % мужских потерь. Следующими по значимости в причинах смерти являются новообразования, которые повлекли потери 35,1 %, по сравнению с 15,9 % потерь на общегосударственном уровне. Значительную часть человеческих потерь от новообразований формируют возрастные группы 45–75 лет, что способствует одряхлению населения. Внешние причины смерти фигурируют у 20% пострадавших, особенно в работоспособном возрасте и возрастной группе 60–64 года.

По данным компонентного анализа, вклад неопухоловой патологии в формирование изменений СОПЖ колебался в пределах 45–65%, новообразований – 10–25 %, внешних причин – 10–45% в зависимости от пола, территории и периода наблюдения. За 1996–2000 гг., по сравнению с 1991–1995 гг., вклад новообразований в формирование изменений СОПЖ сократился почти вдвое. При этом вклад соматической патологии вырос в 1,2–1,3 раза. Наибольшее (свыше 85 %) сокращение продолжительности жизни происходило за счет лиц в возрасте 15–59 лет. Накопленные в предыдущие годы нарушения в органах и системах с 1991 г. стали реализовываться путем роста общей смертности населения и смертности детей в наиболее загрязненных местностях (рис. 4.5).



**Рис. 4.5.** Смертность детей в возрасте 0–14 лет, которые проживают в зоне 2 и в радиоактивно загрязненных районах, на 1000 детей.

В загрязненных районах сохраняется повышенная смертность младенцев, которая предопределяется прежде всего болезнями органов дыхания, состояниями, которые возникают в перинатальном периоде, и врожденными аномалиями. Следовательно, полученные данные дают основания считать, что облучение обуславливает не только рост уровня смертности младенцев, но и изменение структуры ее причин.

#### ***4.3.2. Пути преодоления негативных проявлений демографических и социально-психологических изменений в обществе, вызванных последствиями Чернобыльской катастрофы***

##### ***Через 25 лет после аварии на ЧАЭС***

Для улучшения демографической ситуации на РЗТ необходимо создать условия, которые бы соответствовали национальным критериям безопасности относительно уровней радиоактивного загрязнения и доз облучения населения. Уже много лет в мероприятиях по ликвидации последствий катастрофы в стране предусматривалось проводить реабилитацию радиоактивно загрязненных населенных пунктов. Однако ни одно из этих мероприятий не было проведено.

Основные усилия должны быть направлены на предупреждение смертности лиц работоспособного и старше работоспособного возрастов, в их числе – лиц мужского пола. При формировании миграционной политики необходимо учесть существующие радиационную ситуацию и уровни ожидаемых доз облучения.

При существующих социально-экономических условиях и в результате действия ионизирующего излучения ухудшается здоровье участников ЛПА. По уровню смертности они занимают второе место после жителей РЗТ. Общей для обеих групп пострадавших является убыточная смертность и повышенная смертность от болезней системы кровообращения и органов пищеварения. Следующим, более важным, направлением в преодолении последствий катастрофы в отдаленный период должно быть улучшение медицинского обеспечения пострадавших, а именно, лечебно-диагностической работы по предупреждению хронических заболеваний и снижению смертности.

#### **4.4. Восприятие ядерных и радиационных рисков населением Украины и внедрение способов их снижения в практику жизни**

Жизненная ситуация пострадавших характеризовалась повышенным радиоэкологическим риском, действие которого на человека еще до конца не определено. Переживание ситуаций повышенного риска вызывает у человека состояние тревожности, неуверенности в будущем, страх за здоровье – свое и детей. Почти все пострадавшие имеют низкий уровень терпимости относительно переживания неопределенности, которая снижает способность самостоятельного восстановления нормальной жизнедеятельности. Следовательно, у пострадавших сужаются возможности противодействия рискам, независимо от того, какие риски они берут за основу оценки ситуации – объективные или субъективные. Уровень риска зависит от осведомленности о реальной повседневной ситуации и о способах ее улучшения. С этим связаны возможности поиска ситуативных и перспективных шансов конструирования современной и будущей жизни.

Для пострадавших важно руководствоваться объективными, а не субъективными оценками состояния постчернобыльской ситуации. Наука и практика располагают аппаратом определения объективных ядерных и радиационных рисков, оценки их опасности как для окружающей среды в целом, так и для здоровья людей в частности. Однако, кроме объективных оценок, люди воспринимают состояние ситуации еще и сугубо субъективно, что и формирует субъективный риск.

Человек, который оказывается в среде радиационного влияния, как правило, чувствует социально-психологический дискомфорт, вызванный поставарийной психической травмой, поскольку любые негативные влияния внешних факторов «портят» самочувствие субъектов. Однако влияние радиационного облучения имеет отличия от других негативных влияний. Во-первых, травма от аварии, во-вторых, долговременное пребывание большой массы людей в поставарийной резервации; в-третьих, долговременное действие малых доз радиации.

Большинство людей в своих оценках окружающего мира полагаются не на научные знания, а на интуитивные, субъективные суждения о том, что является безопасным и приемлемым, а что несет опасность и чего лучше избегать. Именно эти субъективные суждения формируют социально-психологическое самочувствие людей. Если жизнь у человека складывается неправильно, развивается депрессия, угнетенность, даже при хорошем физическом здоровье.

Социальные субъективные риски сначала порождаются тем, в какой мере пострадавшие справляются с проблемами повседневной жизни (табл. 4.15). Показательно, что со своими повседневными проблемами лучше всего справились 97% пострадавших из 30-км зоны, тогда как среди жителей 2-й зоны – 78%, а среди населения «чистых» территорий – 85%. Десятая часть (11%) «самоселов» 30-км зоны живет полноценно и преодолевает все проблемы. Зато во 2-й зоне – 7%, на «чистых» территориях – 5%. Однако в 30-км зоне намного больше тех, кто или «просто выживает», или «доведены до отчаяния» – 62%, а во 2-й зоне – 43%; среди «чистых» – 50%. Часть тех, кто полностью или частично справляется со своими проблемами, одинакова для всех трех групп – по 35%.

**Таблица 4.15.**

*Распределение ответов на вопрос: «Охарактеризуйте вашу нынешнюю жизнь». Пострадавшие от ЧК. 2001г. 1200 анкет, %*

| Характеристики жизни                              | Зона беды |          | «Чистые» районы |
|---|-----------|----------|-----------------|
|   | 1-я зона  | 2-я зона |                 |
| Живут полноценно, преодолевают все проблемы       | 11        | 7        | 5               |
| Не всегда справляются с неурядицами и трудностями | 24        | 28       | 30              |
| Не живут, а выживают                              | 57        | 40       | 46              |
| Доведены до отчаяния                              | 5         | 3        | 4               |
| Трудно сказать                                    | 3         | 22       | 15              |
| Всего   | 100       | 100      | 100             |

Страхи — риски. Страх перед повторной аварией на ЧАЭС снят историей — она давно не работает. Странно, что страх перед неизлечимыми тяжелыми заболеваниями у «чернобыльцев» (48%) даже меньше, чем у «чистых» (54%), а у жителей Закарпатья он значительно меньший — лишь 31%. Естественно, что страх стихийного бедствия тревожит в 1,5 раза больше закарпатцев, чем других, — 34 против 2–22%. В «чистых» регионах уровень страха обеднеть до нищенского состояния значительно выше (26%), чем в «зонах беды» (12–18%). То же с потерей работы — 28 против 6–12%. Страхи порождают риски, вероятность которых (по самооценкам пострадавших от ЧК) такая: (а) связаны с угрожающей окружающей средой – 0,81; (б) связаны со здоровьем детей — 0,70; (в) связаны с общественной жизнью — 0,68; (г) связаны с производственной деятельностью — 0,57; (д) связаны с близким окружением – 0,44 (табл. 4.16).

Одним из самых весомых факторов, которые формируют субъективные риски пострадавших, является так называемый «синдром жертвы», весомость которого усиливалась спекуляциями политиков, а также средствами массовой информации, подававшими иногда непроверенные и не подкрепленные выводами специалистов сведения.

Таблица 4.16.

Распределение ответов на вопрос: «От чего вы больше боитесь пострадать?»  
 Пострадавшие от ЧК и пострадавшие от экологических бедствий в Закарпатье.  
 2001 г. 1200 анкет, %

|     |  | 1-я и 2-я зоны,<br>пострадавшие от<br>ЧК | Пострадавшие<br>от экологических<br>бедствий в Закарпатье | Жители<br>«чистых»<br>регионов |
|-----|--|--|---|--------------------------------|
| 1.  | Повторная авария на ЧАЭС                       | 59                                       | 14  | 19                             |
| 2.  | Неизлечимая тяжелая болезнь                    | 48                                       | 31  | 54                             |
| 3.  | Авария на АЭС Украины                          | 24                                       | 18  | 19                             |
| 4.  | Стихийное бедствие                             | 22                                       | 34  | 20                             |
| 5.  | Авария на объекте «Укрытие»<br>4-го блока ЧАЭС | 18                                       | 6   | 5                              |
| 6.  | Разорение до нищенства                         | 12                                       | 18  | 26                             |
| 7.  | Потеря работы                                  | 12                                       | 6   | 28                             |
| 8.  | Преступность и хулиганство                     | 10                                       | 5   | 15                             |
| 9.  | Транспортная авария                            | 7  | 9   | 11                             |
| 10. | Несчастный случай на работе                    | 5  | 8   | 7                              |
| 11. | Отравление грибами, другим                     | 2  | 1   | 1                              |

В 2007 году пострадавшие определили негативные факторы, которые, по их мнению, влияют на здоровье в наибольшей степени: последствия Чернобыльской аварии составляют 58%; обеднение семьи – 38%; экологическая ситуация – 30%. При этом показательно, что те факторы, которые действительно оказывают значительное вредное влияние на здоровье человека, признаны пострадавшими очень незначительными: качество продуктов – 22%; нездоровый образ жизни – 16%, курение – 14%, вредные условия труда – 13% и употребление алкоголя – 8%. Следовательно, при анализе социального влияния последствий ЧК стоит сопоставлять объективные риски с субъективными и определять, какие из них имеют приоритеты при решении конкретных проблем постчернобыльской ситуации.

Снижение риска заболеваний, по оценкам экспертов-медиков, возможно благодаря: (а) ранней диагностике и своевременному лечению; оздоровлению и психологической реабилитации; (б) полноценному питанию; (с) овладению средствами самостоятельного оздоровления, профилактики заболеваний, соблюдению здорового образа жизни. Все эти средства для Украины проблематичны.

Экономически-материальные и профессиональные факторы рисков стоит снижать путем консолидации власти, местного самоуправления, бизнес-структур, внедрения эффективных радиологически безопасных технологий и средств ведения хозяйства, совершенствования дозиметрического и радиоэкологического контроля, развития радиологически безопасных видов производства, обучения безопасному поведению и деятельности на радиационно-загрязненных землях и тому подобное.

В сфере образования предлагается ввести в программы дошкольного воспитания и школьной учебы, а также для будущих матерей, семей с малолетними детьми обучения способам предотвращения радиологического риска, средствам оздоровления и профилактики заболеваний, безопасному поведению на загрязненных территориях, психологической реабилитации и самоподдержке и тому подобное.

Современные задания политики *формирования и совершенствования культуры радиологической безопасности* очерчиваются такими направлениями:

пересмотр правовой базы с целью активизации жизненных позиций пострадавших, предоставление профессиональной помощи с повышением шансов реабилитации и возрождения; активизация образовательно-информационной работы со всеми слоями пострадавших, с обеспечением кадрами и ресурсами.

Для реализации таких заданий стоит использовать большой опыт и колоссальный массив знаний, накопленный специалистами по чернобыльской проблематике.

#### **4.5. Реализация в Украине рекомендаций Чернобыльского форума ООН: внедрение проектов по возрождению и развитию пострадавших территорий и общин**

В Резолюции ООН по устойчивому развитию, Отчете «Гуманитарные Последствия Аварии на Чернобыльской АЭС: Стратегия Возрождения» и в национальной политике Украины, в частности в «Национальной программе по минимизации последствий Чернобыльской катастрофы на период 2006–2010 гг.» и т.п., активизация социокультурной и социально-экономической деятельности определена как одно из приоритетных направлений.

Негативное влияние Чернобыльской катастрофы коротко сводится к: (а) *радиоэкологическому загрязнению* и прекращению работы сельскохозяйственных предприятий; (б) *демографическому кризису*, который уменьшил потенциальное кадровое обеспечение малого и среднего бизнеса; (с) *пассивности населения*, которую вызвал «синдром жертвы»; (д) *ограниченности доступа к информации и возможностям* относительно ведения собственного бизнеса и тому подобное.

Выполнение ЧПВР происходит согласно рекомендациям Чернобыльского форума ООН:

1. Способствовать возобновлению социальных структур, разрушенных Чернобыльской катастрофой и распадом Советского Союза, путем усиления социального взаимодействия и развития инициатив общин и экономических инициатив в городах и селах;
2. Стимулировать создание и расширенное развитие малых и средних предприятий, в частности сельскохозяйственных и продовольственных, независимо от форм собственности, с целью возвращения привлекательности ведению хозяйства и преодоления бедности;
3. Всячески содействовать развитию специализированного экологического туризма, а также сохранению биомногообразия полесского края.

Для предоставления помощи правительству Украины в использовании инновационных и эффективных подходов к комплексному преодолению социально-психологических и экономических проблем ПРООН в конце 2002 года положила начало общему с Министерством чрезвычайных ситуаций Украины проекту – «Чернобыльская программа возрождения и развития (ЧПВР)». Цель ЧПВР – привлечение населения к самостоятельному решению проблем их мест проживания путем возобновления социальных структур в пострадавших населенных пунктах, формирования у населения навыков самостоятельной постановки проблемы и ее решения, приобретения самоуправленческого опыта, – все это должно способствовать улучшению уровня жизни пострадавших.

На протяжении 2002–2009 гг. путем воплощения принципа «Общество и власть: партнеры для возрождения и развития» на пострадавших территориях созданы и действуют 279 организаций общин в 192 селах. Членами общин являются больше 20-ти тысяч лиц, которые реализовали, при содействии ЧПВР, 190 проектов социально-экономического направления (восстановление водопроводов, газификация, реконструкция школ, бань, ФАПов, амбулаторий, создание молодежных, общественных и сервисно-бытовых центров и тому подобное).

Для реализации проекта общине необходимо было установить партнерские связи с местной властью, представителями районных и областных администраций, местными предпринимателями. Важно отметить, что собственно частные предприниматели и представители бизнеса играют важную роль в реализации инициатив общества. Опыт ЧПВР продемонстрировал высокую активность предпринимателей в инициативах общин. В частности,

если общая стоимость проектов общин составила больше 18 млн. грн., то из них свыше 2 млн. грн., или около 11% – взнос местных спонсоров. Финансирование проектов в среднем состоит из таких долей: 17% община вносит самостоятельно, местные органы власти ~ 40%, ЧПВР ~ 30%. Проекты общин имели значительное влияние на доступ к услугам и улучшению жизни населения, и, как результат, около 200 тыс. чел. извлекли выгоду от внедренных проектов общин.

Некоторые проекты общин были направлены на создание малых предприятий по предоставлению услуг. Например, в селе Черепин Овручского района в 2006 году организация общества «Прометей» учредила сервисно-бытовой центр с широким ассортиментом услуг. В частности, в центре трудоустроилось шестеро лиц, некоторые из них до этого были безработными. А после этого успеха, в 2008 году, общество «Прометей» решило внедрить еще один экономический проект – создать Центр осеменения крупного рогатого скота.

В рамках проекта ЧПВР общинами в течение 2002–2009 гг. было создано 3 сервисных центра, 40 молодежных и общественных центров, которые действуют как социальные предприятия. Проекты развития общин дают не только экономический эффект, но и помогают преодолению бедности. Основанный на доверии, критическом осмыслении и совместной деятельности, процесс развития общин обеспечивает контроль над собственной жизнью, возможность справляться со страхами, преодолевать повседневные проблемы и создавать собственное дело.

Для решения проблемы развития предпринимательства ЧПВР способствовала созданию сети из 7-ми агентств экономического развития в четырех наиболее пострадавших областях: три в Житомирской (Брусилув, Коростень, Овруч); две в Киевской (Бородянка и Иванков), одно в Ровенской (Дубровица) и одно в Черниговской (Репища). Агентства – это общественные институты по повышению экономической конкурентоспособности, привлечению инвестиций, проведению учебных семинаров и предоставлению другой информационной и методической поддержки предпринимателям и желающим учредить собственный бизнес. Агентства укомплектованы квалифицированными кадрами и современной техникой. К сожалению, по состоянию на 2010 год, значительная часть пострадавших территорий не имеет доступа к Интернету, что ограничивает поисковые инициативы населения.

Чернобыльский форум рекомендует еще одно из перспективных направлений малого и среднего бизнеса – это развитие зеленого туризма в Полесье. Но опыт показал, что большинство владельцев усадеб зеленого туризма создают их с целью повысить благосостояние без перспектив развития бизнеса. К тому же, надо иметь определенный стартовый капитал.

Организация и ведение семейного бизнеса затрудняются еще и отсутствием правовой базы, не обеспечивающей экономическую и социальную защиту таких предприятий; несмотря на высокий уровень безработицы, значительно ограничивает круг желающих. Опрос в трех, наиболее пострадавших, районах Ровенской области показал, что 36% респондентов считают необходимым в ближайшем будущем создать рабочие места, в то же время лишь 4–5 % желают начать собственное дело в существующих сложных и неустойчивых условиях. Этот показатель вдвое ниже национального (8 %).

Развитие малого и среднего бизнеса будет способствовать улучшению экономического состояния пострадавших территорий и сможет частично решить проблему трудоустройства. На сегодня бизнес-инициативы являются скорее пилотными проектами, а не системной практикой. Для использования полного потенциала семейного бизнеса необходимо усовершенствовать законодательное поле для ведения малого и среднего бизнеса, улучшить информирование населения о возможности развития бизнеса и процедуру организации частного предприятия, а также предоставлять консультативные услуги тем, кто начинает или планирует начать свое дело.

Своей резолюцией от 20 ноября 2007 года Генеральная ассамблея ООН опять подтвердила, что Чернобыльская катастрофа привела к значительным социально-психологическим и экономическим последствиям.



## **5. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ОБЪЕКТА «УКРЫТИЕ» В ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНУЮ СИСТЕМУ И СНЯТИЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС С ЭКСПЛУАТАЦИИ**

### **5.1. Стратегия преобразования объекта «Укрытие»**

Основные принципы, цели и стратегические направления деятельности по преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему впервые были определены в «Стратегии преобразования объекта «Укрытие»», разработанной в 1997 году.

С учетом основных результатов выполнения первой фазы международного проекта «План Осуществления Мероприятий на объекте «Укрытие» (ПОМ ОУ) «Стратегия преобразования объекта «Укрытие» была доработана и принята решением Межведомственной комиссии по комплексному решению проблем Чернобыльской АЭС от 12 марта 2001 года.

В основу данной Стратегии положены общепризнанные фундаментальные принципы и концепции целей безопасности, отображенные в требованиях действующих норм, правил и стандартов по безопасности.

Стратегией определены три основных этапа преобразования ОУ в экологически безопасную систему:

- Этап 1 – стабилизация состояния существующего объекта, повышение эксплуатационной надежности и долговечности конструкций и систем, обеспечивающих стабилизацию, и контроль показателей безопасности «Укрытия».
- Этап 2 – создание дополнительных защитных 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 объекта «Укрытие».
- Этап 3 – изъятие из ОУ топливосодержащих материалов и долгосуществующих РАО, их кондиционирование с последующим хранением и захоронением в хранилищах радиоактивных отходов в соответствии с действующими стандартами, снятие с эксплуатации объекта «Укрытие».

Основная часть работ, выполнение которых предусмотрено на этапах 1 и 2, осуществляется в рамках ПОМ ОУ. При этом часть работ, которые были запланированы на этапе 1, уже завершена. В частности, это касается модернизации системы пылеподавления и стабилизации строительных конструкций. Завершается работа по созданию интегрированной автоматизированной системы контроля. Сейчас осуществляется проектирование Нового безопасного конфайнмента (НБК), строительство которого создаст предпосылки для реализации дальнейших планов по преобразованию ОУ в экологически безопасную систему.

#### ***5.1.1. Современное состояние ядерной и радиационной безопасности объекта «Укрытие»***

##### ***Радиационно и ядерно опасные материалы в объекте «Укрытие»***

В настоящее время внутри объекта «Укрытие» находятся модификации ядерного топлива, которые образовались в процессе протекания активной стадии аварии.

Можно выделить три модификации топливосодержащих материалов (ТСМ), в которых содержится основная масса облученного ядерного топлива (ОЯТ): фрагменты активной зоны реактора (ФАЗ), топливные частицы (топливная пыль) и лавообразные топливосодержащие материалы (ЛТСМ).

Большая часть ФАЗ находится в центральном зале и подреакторном помещении 305/2 (рис. 5.1 см. цвет. вклад.).

Большая часть ОЯТ попала в шахту реактора и подреакторного помещения 305/2, где создались условия для разогрева топлива до высоких температур. Фрагменты топлива вступали во взаимодействие с конструкционными материалами: цирконием, металлоконструкциями, серпентинитовой засыпкой биологической защиты, песком, бетоном – и образовали высокоактивные лавообразные топливосодержащие материалы (ЛТСМ).

ЛТСМ растекались по помещениям, коридорам, кабельным проходкам и другим свободным каналам и, застывая, образовали скопления из их различных модификаций (рис. 5.2 см. цвет. вклад.) на разных высотных отметках разрушенного 4-го энергоблока ЧАЭС.

В ЛТСМ может содержаться до 130 т ОЯТ по урану [1], а также значительная часть радионуклидов, которые были наработаны в реакторе. Поэтому и сегодня ЛТСМ является основным источником ядерной, радиационной и радиоэкологической опасности.

Оценка общего количества ядерного топлива, оставшегося в разрушенном 4-м блоке, была сделана на основании исследований по выпадениям радиоактивности [2], и в настоящее время она дает основание считать, что в объекте «Укрытие» находится около 95% ядерного топлива от начальной загрузки реактора.

Оценки удельной активности наработанных радионуклидов в помещениях объекта «Укрытие» на конец 2010 года представлены в табл. 5.1.

**Таблица 5.1.**

*Оценки удельной активности наработанных радионуклидов в помещениях объекта «Укрытие» на конец 2010 г., Бк / г урана*

| Альфа-излучатели                             | Бета-излучатели                     | Бета-гамма-излучатели               |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| $^{238}\text{Pu} - 6,41 \cdot 10^6$          | $^{90}\text{Sr} - 6,63 \cdot 10^8$  | $^{106}\text{Rh} - 2,86 \cdot 10^4$ |
| $^{239}\text{Pu} - 5,0 \cdot 10^6$           | $^{90}\text{Y} - 6,63 \cdot 10^8$   | $^{125}\text{Sb} - 1,75 \cdot 10^5$ |
| $^{240}\text{Pu} - 8,18 \cdot 10^6$          | $^{106}\text{Ru} - 2,86 \cdot 10^2$ | $^{134}\text{Cs} - 2,43 \cdot 10^5$ |
| $^{241}\text{Pu} - 2,30 \cdot 10^4$          | $^{147}\text{Pm} - 6,00 \cdot 10^6$ | $^{137}\text{Cs} - 7,98 \cdot 10^8$ |
| $^{242}\text{Pu} - 1,30 \cdot 10^4$          | $^{241}\text{Pu} - 2,97 \cdot 10^8$ | $^{144}\text{Ce} - 8,15$            |
| $^{241}\text{Am} - 2,24 \cdot 10^7$          |                                     | $^{154}\text{Eu} - 1,05 \cdot 10^7$ |
| $^{243}\text{Am} - 5,15 \cdot 10^3$          |                                     | $^{155}\text{Eu} - 2,04 \cdot 10^6$ |
| $^{244}\text{Cm} - 8,65 \cdot 10^5$          |                                     |                                     |
| В сумме $\sim 2,5 \cdot 10^{12}$ Бк/кг урана |                                     |                                     |

Таким образом, общая активность радионуклидов, находящихся в объекте «Укрытие», на сегодняшний день составляет примерно  $4,8 \cdot 10^{17}$  Бк.

Последние исследования по уточнению геометрии и пространственного расположения основных скоплений ЛТСМ [3] показали, что на верхних отметках разрушенного 4-го блока ЧАЭС существуют два участка, расположенных в непосредственной близости от схемы биологической защиты «Е», где также может находиться скопление ЛТСМ (рис. 5.3 см. цвет. вклад.).

Анализ результатов расчетов показал, что минимальная оценка количества ЛТСМ (1 т по  $\text{UO}_2$ ) на верхних отметках разрушенного 4-го блока составляет не менее 15 т. Этот факт необходимо обязательно учитывать при разработке стратегии извлечения ОЯТ из ЦЗ, а также при сооружении нового безопасного конфайнмента и последующих работах по преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему.

Проведенный анализ экспериментальных данных [4] позволяет утверждать, что в юго-восточной части помещения 305/2 (в районе пролома, ведущего в помещение 304/3), а также в

области прожога в направлении помещения 307/2, присутствуют скопления ТСМ с высоким содержанием урана (рис. 5.4 см. цвет. вклад.) [5].

Детальные исследования позволили по-новому рассмотреть сценарий образования ЛТСМ. В результате разрушения технологических каналов, расплавления и диспергирования топлива в юго-восточной четверти активной зоны произошла разгерметизация реакторного пространства. Импульс давления опустил опору реактора (схема «ОР») на 3,85 м, сорвал и подбросил схему биологической защиты (схема «Е») весом более 3000 тонн.

Процесс имел характер мощного динамического импульса. Опора реактора пошла вниз. В дальнейшем расплав топлива ушел в открытое пространство к юго-восточной части стены помещения 305/2 и в промежуток между опорой реактора и баком биологической защиты (схема «Л»).

При детонации паро-водородной смеси юго-восточный квадрант помещения 305/2 был засыпан фрагментами активной зоны разрушенного реактора. В результате чего обломки активной зоны образовали конфигурацию «доменной печи». В состав ее «шихты» вошли: «агломераты» (цирконий, двуокись циркония, двуокись урана, металл), «кокс» (графитовые блоки, кольца, заглушки), «шлаковые флюсы» (серпентинит, засыпка межкомпенсаторного и монтажного зазоров) [6]. Все компоненты «шихты» сначала были разогреты до высокой температуры, а снизу подогревались его расплавом, который начал постепенно проплавливать бетон подреакторной плиты.

По мере расхода компонентов «шихта» постепенно оседала, а «шлак», вытекая через пролом в стене между помещениями 305/2 и 304/3, образовал горизонтальный поток черных ЛТСМ. При этом в зоне проплавления концентрация топлива постепенно увеличивалась за счет оседания топливных включений «шихты» и образовала трехслойную структуру: «шлак» (ЛТСМ), топливо и металл (рис. 5.5 см. цвет. вклад.).

Верхним слоем до отметки 9,7 м являются черные ЛТСМ с низкой концентрацией урана (застывший раствор легких оксидов). Нижний слой состоит из металла с повышенным содержанием рутения. Промежуточный слой (застывший раствор тяжелых оксидов) с содержанием урана более 50% масс. образует скопления топливосодержащих материалов, состав и структура которых неизвестны из-за отсутствия к ним доступа.

**Таблица. 5.2.**

*Экспертные оценки распределения ТСМ в скоплении помещения 305/2*

| Помещения     | Скопления ТСМ, отметки       | Характеристика ТСМ в скоплении          | Объем ТСМ, м <sup>3</sup> | Количество топлива по урану, т |
|---------------|------------------------------|---|---------------------------|--------------------------------|
| 305/2         | № 1 – отм. +8.400 – +11.000  | Черные ЛТСМ, ФАЗ                        | 150 – 180                 | 36 ± 12                        |
|               | № 2 – отм. +9.000 – +11.000  | Коричневые и черные ЛТСМ, возможные ФАЗ | 80 – 100                  | 25 ± 6                         |
|               | № 3 – отм. +11.000 – +13.500 | ЛТСМ, шихта, ФАЗ                        | 5 – 10                    | 3 ± 2                          |
| 305/2 и 504/2 | № 4 – отм. +11.000 – +16.500 | Рыхлые ТСМ                              | 40 – 60                   | 3,5 ± 2                        |
|               | № 5 – отм. +11.000 – +24.000 | ЛТСМ, шихта, ФАЗ, рыхлые ТСМ            | 70 – 100                  | 12 ± 7                         |
|               | № 6 – отм. +16.000 – +24.000 | Сталактит – ЛТСМ                        | 0,7 – 1,4                 | 0,2 ± 0,1                      |
| 305/2         | № 7 – отм. +9.700            | ЛТСМ                                    | до 20                     | до 1,5                         |

В настоящее время зона проплавления заполнена водой, уровень которой удерживается на отметке 9.1 м. Расслоение расплава в процессе взаимодействия топлива с бетоном подтверждается результатами экспериментов, которые проводились в рамках международного проекта CORPHAD.2 [7]. С помощью такого сценария можно объяснить рост в 1986 году интенсивности выброса продуктов деления в атмосферу на шестые сутки аварии. Это могло быть связано с уменьшением и последующим исчезновением слоя так называемой «шихты». Выброс

продуктов деления резко сократился на 10-е сутки, когда поверхность расплава застыла и дальше препятствовала выходу продуктов деления в атмосферу из зоны плавления.

В 2010 году с учетом новых расчетных данных и на основе анализа процессов, происходивших в помещении 305/2 на стадии образования и растекания чернобыльских лав, проведена экспертная оценка распределения ядерного топлива в этом помещении.

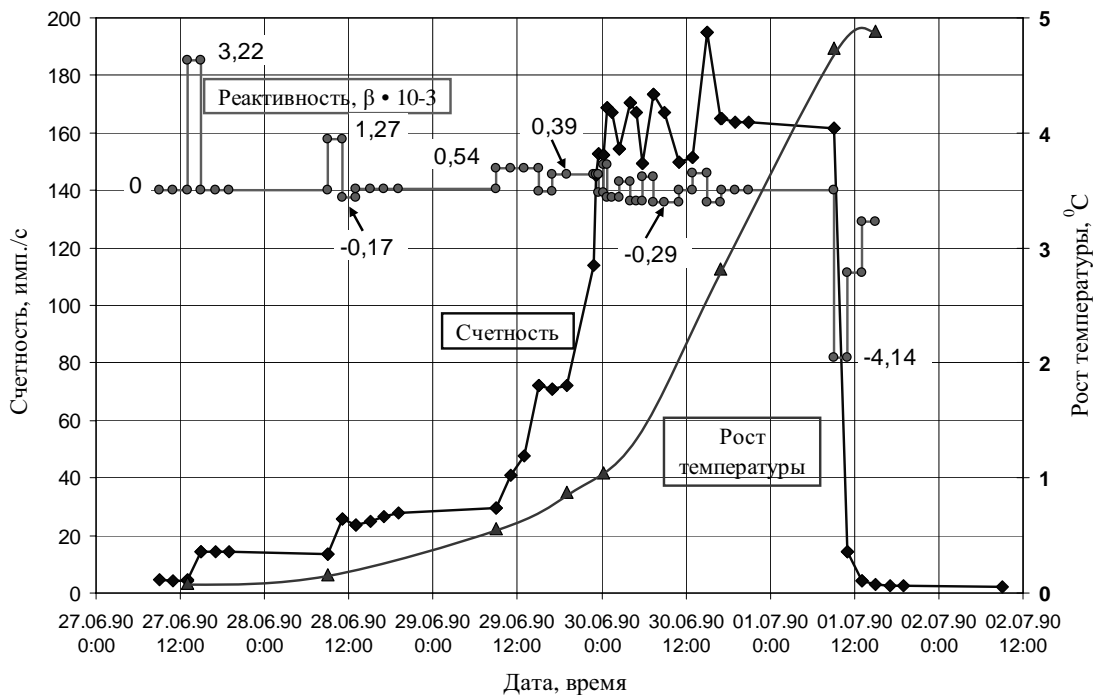
Оценка сделана для 7 отдельных характерных зон [5]. Общее количество облученного ядерного топлива в помещении 305/2, согласно проведенному анализу, составляет  $80 \pm 30$  т (по урану). Экспертные оценки распределения ЛТСМ в скоплении помещения 305/2 приведены в табл. 5.2.

Данные о состоянии, прогнозе поведения и размещении радиационно и ядерно-опасных материалов в объекте «Укрытие» позволяют оценить ядерную, радиационную и радиоэкологическую опасность объекта «Укрытие» и разработать оптимальные решения при преобразовании объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему.

### **Ядерная безопасность объекта «Укрытие»**

19 июня 1990 г. в помещении 304/3 ОУ было зарегистрировано нарастание нейтронной активности [8]. Резкий рост начался 29 июня и достиг 60-кратного увеличения по отношению к фону.

Детальное изучение причин возникновения и развития инцидента показало, что нейтронная аномалия совпала с периодом, когда в горячую (более  $100^{\circ}\text{C}$ ) пористую структуру этого скопления интенсивно проникла вода атмосферных осадков (рис. 5.6) [9].



**Рис. 5.6.** Критический инцидент 1990 г. Диаграмма нейтронной активности в помещении 304/3 ОУ.

На этапах разгона, на каждом прыжке мощности скопление выходило в надкритическое состояние с положительной реактивностью, величина которой зависела от текущей температуры топлива. Разгон прекратился, когда количество воды в скоплении превысило объемы оптимального увлажнения. Продвижения фронта смачивания привело к введению отрицательной реактивности, а дальнейшее поступление воды – к возвращению скопления в подкритическое состояние.

На основании многолетних наблюдений за динамикой температуры и нейтронной активностью была показана высокая вероятность наличия в помещении 305/2 скопления ТСМ с большой (более 40%) концентрацией ядерного топлива.

Систематизация данных температурных измерений позволила построить картограмму изотерм в фундаментной плите этого помещения и наглядно продемонстрировать наличие двух зон интенсивного тепловыделения в помещении 305/2 (рис.5.7) [5].

В скважинах, проходящих вблизи зоны 1, постоянно фиксируется присутствие воды с температурой выше температуры окружающего бетона. До этого времени сохраняется высокий градиент температур между зоной 1 и подреакторной плитой (1988–1989 гг.  $\rightarrow$  100°C, 2010 г.  $\sim$  20°C).

Оценка нейтронно-физических характеристик скопления ТСМ в юго-восточном квадранте помещения 305/2 была проведена на основе расчетного моделирования критических сборок, которые вписываются в реальные границы зоны проплавления.

На рис. 5.8. приведен расчет изменения реактивности такой сборки от увлажненности при температурах 27 и 80°C.

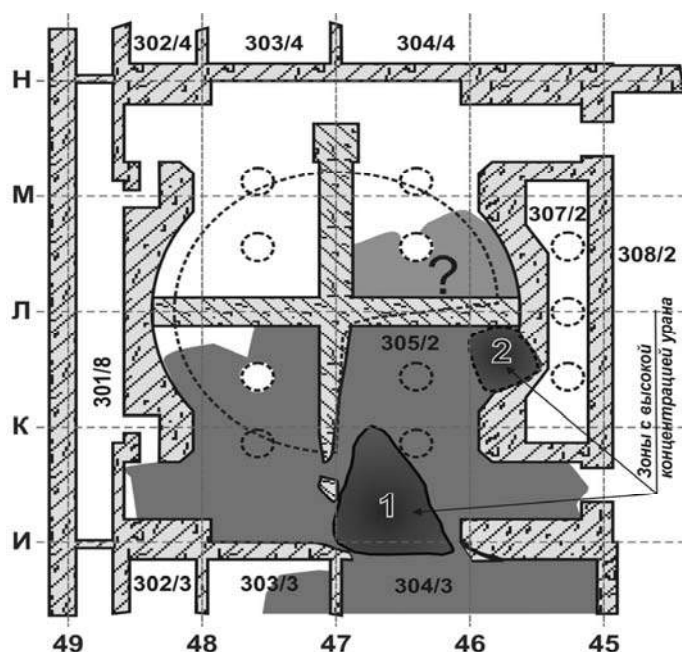


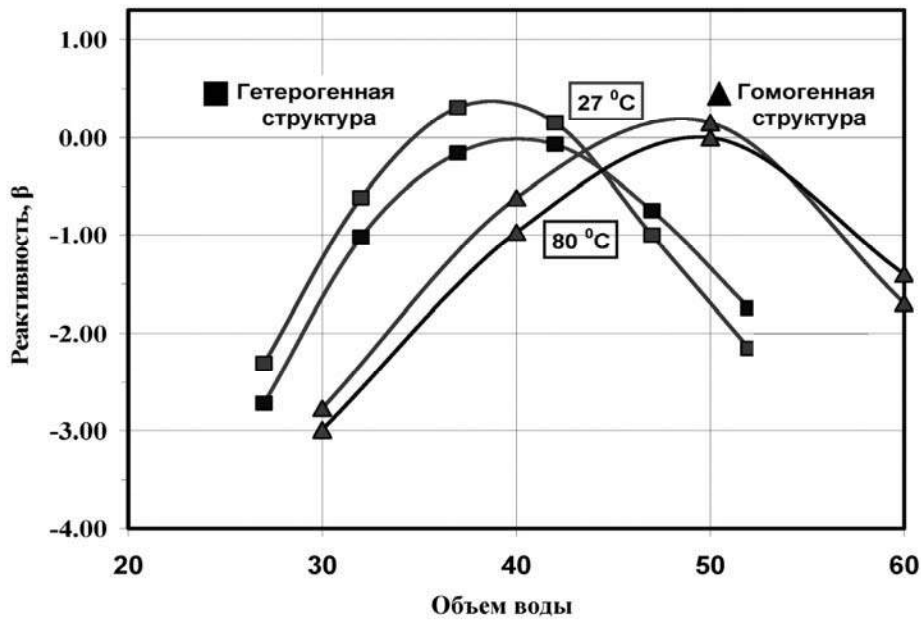
Рис. 5.7. Массив ЛТСМ пом. 305/2. Размещение зон с высокой концентрацией урана.

В 1988 году температура скопления ТСМ – 200°C. Скопление ТСМ сухое и находится в подкритическом состоянии. В июне 1990 года температура поверхности скопления менее 100°C. Идет его увлажнение и возникновение критического инцидента. Потом, за счет поступления избыточной влаги, скопление переходит в подкритическое состояние. В 2010 году и в дальнейшем температура скопления ТСМ – 40–50°C. Скопление залито водой и находится в подкритическом состоянии. В случае уменьшения увлажненности скопление перейдет в надкритическое состояние.

На сегодняшний день сформулировано современное представление о нейтронно-физических и физико-химических характеристиках скоплений ТСМ, скрытых в зонах проплавления в подреакторной плите разрушенного реактора 4-го блока ЧАЭС, но вопрос о ядерной опасности этих скоплений требует дальнейшего изучения.

В настоящее время, когда сооружение нового безопасного конфайнмента может кардинально повлиять на температурно-влажностный режим топливосодержащих материалов,

требования по обеспечению ядерной безопасности будут нуждаться в постоянном внимании как при текущей эксплуатации, так и на всех этапах преобразования ОУ в долговременную экологически безопасную систему.



*Рис. 5.8. График реактивности критического скопления ТСМ в юго-восточном квадранте помещения 305/2 при различных температурах и увлажненности.*

Для своевременного предупреждения возможности возникновения критического инцидента необходимо доработать подсистему контроля ядерной безопасности, обеспечив надежный контроль плотности потока нейтронов этой критмассовой зоны, и разработать меры и средства по его предотвращению.

В дальнейшем концепция ядерной безопасности объекта «Укрытие», которая базируется на «выявлении и оперативном подавлении надкритичности скоплений ТСМ», должна быть пересмотрена на основе принципа «исключение возможности возникновения самоподдерживающейся цепной реакции».

### **Радиационная безопасность объекта «Укрытие»**

#### *Радиоактивные аэрозоли объекта «Укрытие»*

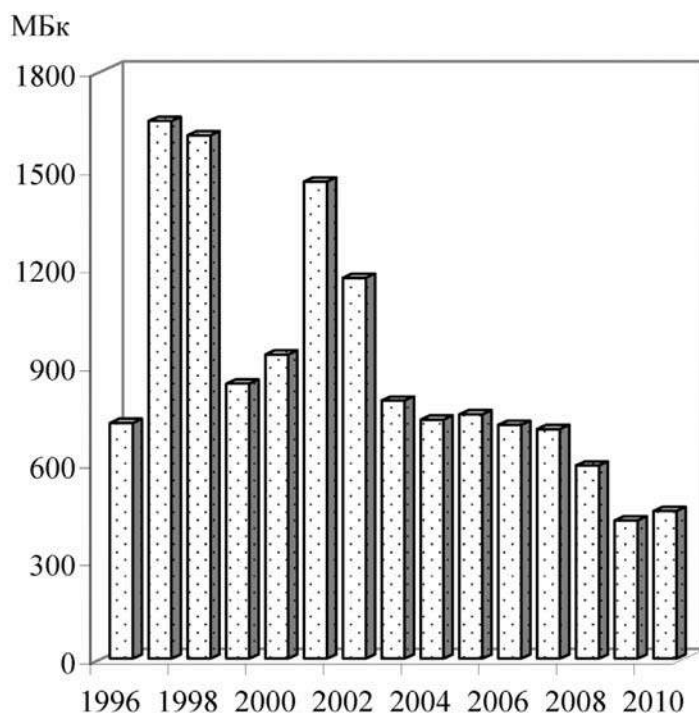
Радиологическая опасность аэрозолей чернобыльского генезиса связана с наличием в них высокотоксичных и долгоживущих трансурановых изотопов, в частности, изотопов плутония и америция.

Загрязнение воздушных масс внутри и вне объекта «Укрытие» может формироваться за счет ряда процессов:

- пылеподъема с поверхности помещений объекта;
- пылеобразования в процессе проведения строительно-монтажных работ;
- пылеобразования и пылеподъема в результате обрушения элементов конструкций объекта;
- деструкции топливосодержащих материалов в результате радиоактивных процессов и старения материалов;
- выщелачивания радиоактивных веществ, высыхания растворов, образования солевых отложений и их пылеподъема.

Радиоактивные аэрозоли из объекта «Укрытие» выносятся двумя путями: через систему «Байпас» и вентиляционную трубу ВТ-2 происходит «организованный» выброс аэрозолей, а через неплотности (щели, проемы, технологические люки) наружных строительных конструкций – «неорганизованный» выброс.

Систематический контроль количества (верхняя оценка) и состава радионуклидов в аэрозолях неорганизованного выброса осуществляется с 1992 года с помощью аккумулирующих планшетов, установленных над технологическими люками легкой кровли [10]. На рис. 5.9. представлена динамика неорганизованного выброса радиоактивных аэрозолей из объекта «Укрытие».



*Рис. 5.9. Динамика неорганизованного выброса радиоактивных аэрозолей из объекта «Укрытие».*

В 1998 году наблюдался рост активности выбросов, что обусловлено работами по укреплению вентиляционной трубы.

Некоторое повышение активности в 2001 году обусловлено неблагоприятными метеорологическими условиями, ремонтными работами на легкой кровле.

В 2002 году были начаты наблюдения за концентрациями и дисперсным составом аэрозолей «организованного» выброса через систему «Байпас» и высотную вентиляционную трубу ВТ-2. Концентрация суммы гамма-излучающих нуклидов – продуктов Чернобыльской аварии ( $\Sigma\gamma$ ) в 2009 году изменялась от 0,07 до 23 Бк/м<sup>3</sup>. Наиболее часто величина  $\Sigma\gamma$  находилась в диапазоне 1-10 Бк/м<sup>3</sup>. При этом около 30% активности приходилось на <sup>137</sup>Cs. Дисперсный состав, как правило, находится в диапазоне 1-10 мкм.

Среди радиоактивных аэрозолей объекта «Укрытие» особое место занимают дочерние продукты радона и торона. В первую очередь они влияют на радиационную обстановку в помещениях объекта «Укрытие» и детектирование аэрозолей чернобыльского генезиса.

При вдыхании воздуха, содержащего радон и торон, основную опасность представляют их дочерние продукты, поскольку почти половина из них – альфа-излучающие. Кроме того, они находятся на субмикронных аэрозолях от 0,05 до 0,3 мкм и могут проникать в нижние отделы легких.

На объекте «Укрытие» концентрации дочерних продуктов радона и торона, как правило, выше, чем аэрозолей-продуктов Чернобыльской аварии, что для персонала объекта «Укрытие»

является негативным фактором, который и до сих пор не учитывался при определении доз внутреннего облучения.

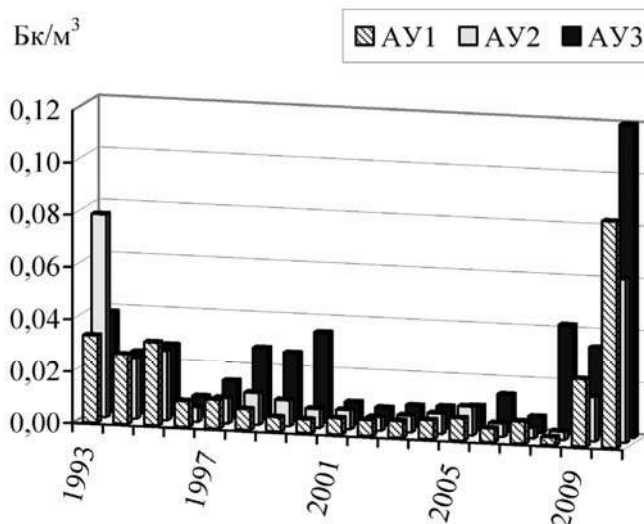
В последние годы наблюдается снижение неорганизованного выброса из ОУ. Значительную роль в этом процессе сыграло введение в 2004–2006 гг. в эксплуатацию модернизированной системы пылеподавления (МСПП), которая расширила зону защиты от радиоактивной пыли на всё подкровельное пространство ОУ (рис. 5.10 см. цвет. вклад. и 5.11 см. цвет. вклад.).

За период 2006–2009 гг. в подкровельное пространство было подано 220 тонн пылеподавляющего состава (48,8 т по сухому остатку).

Введение в действие МСПП уменьшило выброс радиоактивных аэрозолей из ОУ более чем в два раза, а поверхностное снимаемое загрязнение в подкровельном пространстве снизилось более чем на четыре порядка. Нанесенное защитное полимерное покрытие покрывает почти всю площадь подкровельного пространства ОУ и выполняет локализирующую функцию – ограничение распространения радиоактивных веществ в окружающую среду [11].

Сегодня также проводится и систематический контроль загрязнения радиоактивными аэрозолями приземного слоя воздуха локальной зоны объекта «Укрытие». Он выполняется с помощью аспирационных установок, расположенных по ее периметру.

На рис. 5.12 представлена динамика среднегодовых концентраций ( $\Sigma\beta$ :  $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{241}\text{Pu}$ ) радиоактивных аэрозолей за 1993–2010 гг. Начиная с 1996 года, происходило систематическое уменьшение среднегодовых концентраций ( $\Sigma\beta$ :  $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{241}\text{Pu}$ ) радиоактивных аэрозолей. Это обусловлено углублением продуктов аварии в почву, дезактивацией территории промплощадки, ее озеленением, проведением пылеподавления во время строительных и монтажных работ и др. Уменьшение количества  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе приземного слоя свидетельствует о незначительном вкладе выбросов из объекта «Укрытие».



**Рис. 5.12.** Среднегодовые концентрации радиоактивных аэрозолей ( $\Sigma$ :  $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{241}\text{Pu}$ ) в северной, северо-западной и южной части промплощадки ОУ в 1993 - 2010 гг.

Увеличение концентрации радиоактивных аэрозолей в 2009 году на юге локальной зоны было вызвано пылеобразованием и пылеподъёмом при выполнении земляных работ со стороны машзала.

В 2009–2010 гг., в результате проведения интенсивных земляных работ во время строительства северной и южной лент фундамента НБК, концентрация аэрозолей-носителей



продуктов Чернобыльской аварии существенно возросла практически на всей территории локальной зоны объекта «Укрытие».

Оценка воздействия объекта «Укрытие» на окружающую среду является сложной и многофакторной проблемой. В настоящее время из объекта выносятся радиоактивные аэрозоли, образовавшиеся как в момент аварии и находящиеся в виде пыли внутри ОУ, так и новые, возникающие в процессе физико-химического разрушения топливосодержащих масс под влиянием естественных и техногенных факторов. Наблюдения за загрязнением воздуха могут служить своеобразным индикатором деструкции ТСМ, в том числе и для тех их скоплений, которые недоступны прямому контролю. Такая информация будет полезна при строительстве и вводе НБК в эксплуатацию. При этом важно знать радионуклидный состав аэрозолей, их концентрацию, дисперсность, места и причины возникновения аэрозолей, пути их переноса и осаждения, а также тип растворения в дыхательной системе человека для определения эффективности использования индивидуальных и коллективных средств защиты. Поэтому мониторинг аэрозолей, как в окружающей среде, так и внутри разрушенного блока, остается актуальным с позиций обеспечения радиационной безопасности и понимания процессов, происходящих на объекте «Укрытие», в частности, оценки состояния остатков ядерного топлива и лавообразных топливосодержащих материалов.

#### *Жидкие радиоактивные отходы на объекте «Укрытие»*

Другим основным фактором, способным дестабилизировать существующий в настоящее время уровень ядерной, радиационной и экологической безопасности объекта «Укрытие», является процесс поступления влаги внутрь объекта, а также ее накопления на нижних отметках блока в виде жидких радиоактивных отходов (ЖРО). Влага поступает в ОУ в виде атмосферных осадков, конденсата, а также техногенных растворов. Атмосферные осадки проникают в ОУ через щели и неплотности легкой кровли и стен объекта. Источником техногенных растворов является действующая система пылеподавления.

Попадая в помещения ОУ и протекая от верхних отметок к нижним, влага взаимодействует с конструкционными и топливосодержащими материалами, вследствие чего в водные растворы переходят продукты деления и наработанные изотопы.

В результате таких неорганизованных протечек на нижних отметках блока образуются скопления среднеактивных жидких радиоактивных отходов, непрерывно вытекающих за пределы ОУ по двум основным направлениям – северному и юго-восточному [12–13]. Северный поток аккумулируется в помещении 001/3 ОУ. В этом помещении постоянно находится до 300 м<sup>3</sup> ЖРО, что составляет от 60% до 70% от общего объема воды в объекте «Укрытие». Сюда собираются протечки из северной части бассейна-барботера, центральных и юго-восточных помещений объекта «Укрытие», а также со стороны каскадной стены. Далее поток в объеме 700–900 м<sup>3</sup> в год просачивается через разделительную стену в помещение 3-го блока и откачивается в химцех ЧАЭС для временного хранения и переработки.

Концентрация радионуклидов в ЖРО из помещения 001/3, в том числе трансурановых элементов (ТУЭ), имеет тенденцию к их увеличению (рис. 5.13). Основной вклад (до 80%) в суммарную альфа-активность ЖРО вносит америций-241. Вклад плутония составляет менее 30%.

Юго-восточный поток ЖРО в объеме до 300 м<sup>3</sup> поступает в помещения 017/2 и 018/2 и перетекает в помещения 3-го блока ЧАЭС. Динамика среднегодовой концентрации радионуклидов, в том числе ТУЭ, в ЖРО этого потока подобна наблюдаемому в северном потоке (рис. 5.14) [14].

Часть активности, которая перемещается с водными протечками, концентрируется в виде донных отложений. Их объем, например, в помещении 001/3 оценивается в 100 м<sup>3</sup> с суммарной массой около 150 т [15]. Концентрации радионуклидов в донных отложениях на два – три

порядка превышают концентрации в «блочной воде». Высыхание донных отложений в случае прекращения протечек и откачки ЖРО из помещения 001/3 может привести к значительному повышению концентрации радиоактивных аэрозолей в этих и других помещениях ОУ.

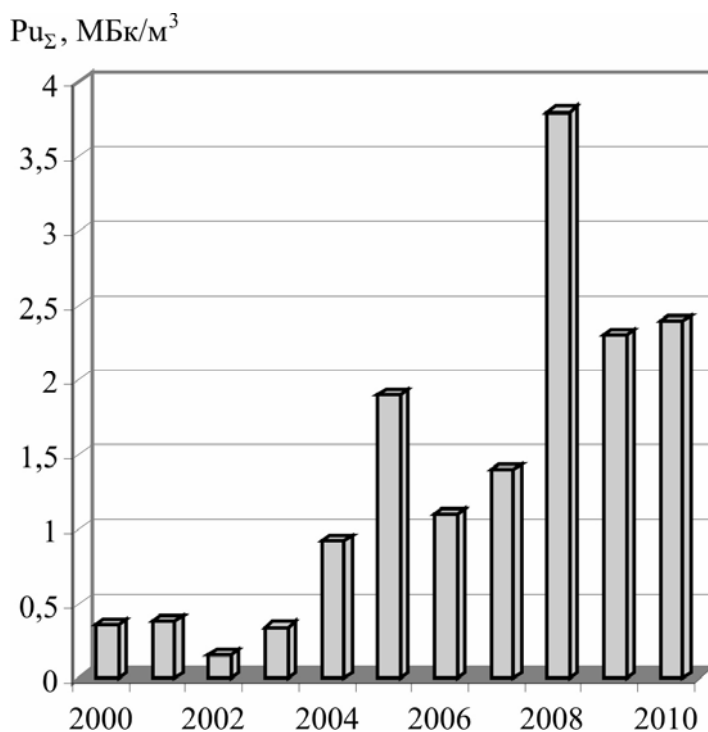


Рис. 5.13. Динамика среднегодовой концентрации  $^{238+239+240}\text{Pu}$  в скоплении ЖРО в помещении 001/3.

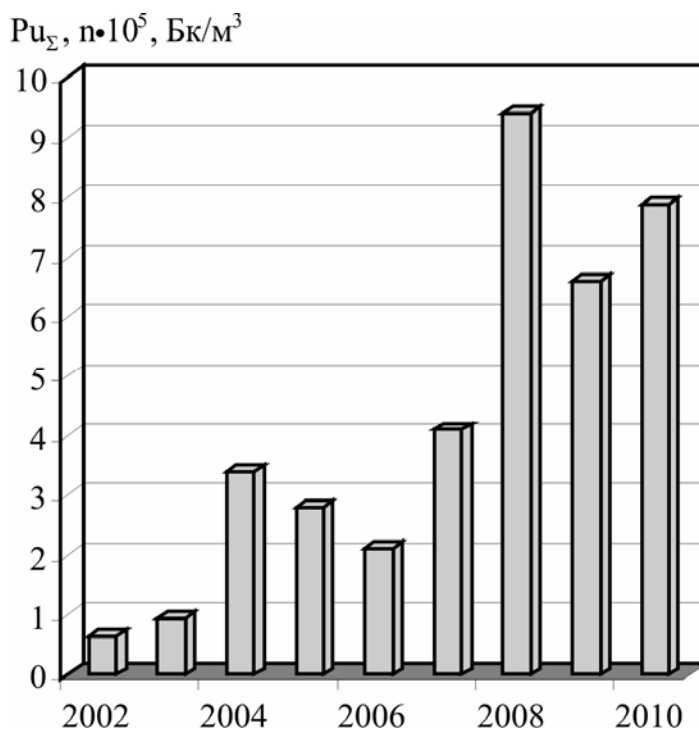


Рис. 5.14. Динамика концентрации  $^{238+239+240}\text{Pu}$  в скоплении ЖРО в помещении 017/2.

ЖРО объекта «Укрытие» характеризуются повышенной концентрацией органических соединений, в том числе, нефтепродуктов, синтетических поверхностно-активных веществ и пленкообразующих соединений, а также активностью ТУЭ, что не позволяет выполнить их переработку на существующем оборудовании химического цеха без дополнительной очистки [16]. Отсутствие последнего приводит к повышению концентрации органических соединений и ТУЭ в хранилищах ЖРО ЧАЭС. При достижении определенных концентраций ТУЭ и органических соединений эти отходы будет невозможно перерабатывать на заводе по переработке ЖРО, который вводится в эксплуатацию.

#### **Радиационная обстановка в помещениях объекта «Укрытие»**

Радиационная обстановка в помещениях объекта «Укрытие» обусловлена загрязнением их поверхностей и размещенными в них радиоактивными материалами.

До настоящего времени в большинстве помещений реакторного блока средняя величина мощности экспозиционной дозы (МЭД) не превышает 1 Р/ч (табл. 5.3). Исключение составляют шахта реактора, помещения на отметке 9,00 м, парораспределительный коридор, помещения бассейна-барботера и другие, в которых находится значительная часть ТСМ. МЭД вблизи поверхности скоплений ТСМ в отдельных местах достигает нескольких тысяч рентген в час и постепенно уменьшается вследствие распада основных дозообразующих нуклидов, прежде всего цезия-137 [17].

**Таблица 5.3.**

*Распределение обследованных помещений ОУ по уровням МЭД*

|                      | МЭД, Р/ч |            |         |        |          |            |        |
|----------------------|----------|------------|---------|--------|----------|------------|--------|
|                      | < 0,05   | 0,05 – 0,1 | 0,1 – 1 | 1 – 10 | 10 – 100 | 100 – 1000 | > 1000 |
| Количество помещений | 27       | 11         | 35      | 54     | 19       | 8          | 2      |

Помещения деаэрационной этажерки загрязнены значительно меньше, чем помещения реакторного блока. Существует всего несколько помещений, где МЭД выше 1 Р/ч. Эти помещения расположены на верхних отметках, где строительные конструкции были почти полностью разрушены.

В машинном зале МЭД колеблется в диапазоне 0,1–2000 мР/ч. В помещениях постоянного пребывания персонала ОУ МЭД не превышает 0,8 мР/ч.

МЭД на кровле ОУ характеризуется следующими значениями:

- над трубным накатом (над центральным залом) – от 0,5 до 8 Р/ч, наибольшие значения отмечены над восточной частью центрального зала;
- над разрушенными помещениями барабанов-сепараторов наибольшие значения достигают 5 Р/ч;
- на кровле машинного зала – от 0,2 до 4 Р/ч;
- на кровле деаэрационной этажерки – от 0,2 до 1 Р/ч.

*Загрязнения помещений объекта «Укрытие».* Поверхность помещений ОУ была загрязнена вследствие оседания радиоактивных частиц и их затопления водой во время аварии в 1986 году и в процессе ее ликвидации. В результате этого произошло достаточно глубокое проникновение радионуклидов в материалы строительных конструкций.

Радионуклидный состав загрязнений соответствует составу топлива 4-го энергоблока и включает  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239-241}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ .

Уровни поверхностного загрязнения внутри ОУ изменяются в достаточно широких диапазонах, в частности:

- от 0 до 3000 частиц/(см<sup>2</sup>·мин) – для α-частиц;
- от 30 до 1000000 частиц/(см<sup>2</sup>·мин) – для β-частиц.

Доля поверхностного снимаемого загрязнения от общего загрязнения оценивается в 6%, а по отдельным радионуклидам:  $^{137}\text{Cs}$  – 4%,  $^{241}\text{Am}$  – 10%,  $^{239,240}\text{Pu}$  – 2%,  $^{90}\text{Sr}$  – 8% и  $\text{U}$  – 5%.

Следует отметить, что радиационная обстановка на ОУ постоянно меняется как вследствие природных процессов (радиоактивный распад, разрушение ТСМ, выщелачивание радионуклидов и т.д.), так и вследствие деятельности человека (работы по эксплуатации и преобразованию ОУ).

Оценивая спустя 25 лет после аварии состояние ядерной и радиационной безопасности ОУ, можно констатировать, что проведенный за это время большой объем исследований позволил получить результаты, использование которых помогло организовать безопасное выполнение работ по стабилизации строительных конструкций ОУ и подготовительные работы к созданию нового безопасного конфайнмента.

### **5.1.2. Стабилизация строительных конструкций**

Учитывая то, что строительные конструкции ОУ выполняют функцию основного физического барьера на путях выхода радиоактивных веществ и ионизирующего излучения в окружающую среду, проблема их надежности и долговечности является чрезвычайно актуальной для обеспечения ядерной и радиационной безопасности объекта «Укрытие».

Проведенные исследования показали, что устойчивость существующей совокупности конструкций недостаточна при экстремальных воздействиях (землетрясение, смерч и другие), а в некоторых критических зонах – и при умеренных дополнительных нагрузках, главным образом, в связи с местными повреждениями, чрезмерной нагрузкой, значительными сдвигами и коррозией. Основным негативным фактором является то, что при строительстве ОУ в чрезвычайно тяжелых радиационных условиях невозможно было обеспечить соблюдение нормативных требований к опорным закреплениям конструкций и контроля качества монтажа.

В течение 1988 – 1989 гг. были выполнены работы по усилению конструкций в трех критических зонах:

- верхний ярус каркаса деаэрационной этажерки;
- перекрытие над южным помещением главных циркуляционных насосов;
- перекрытие над южным помещением воздухопроводов вытяжной вентиляции.

В дальнейшем были обнаружены дефекты в зоне опирания южных балок Б-1 и Б-2 на западную стену. В 1994 году было выполнено усиление этой опорной зоны путем подведения под нижние пояса балок металлических стоек. Однако реализация этого мероприятия решила проблему повышения надежности опоры только частично.

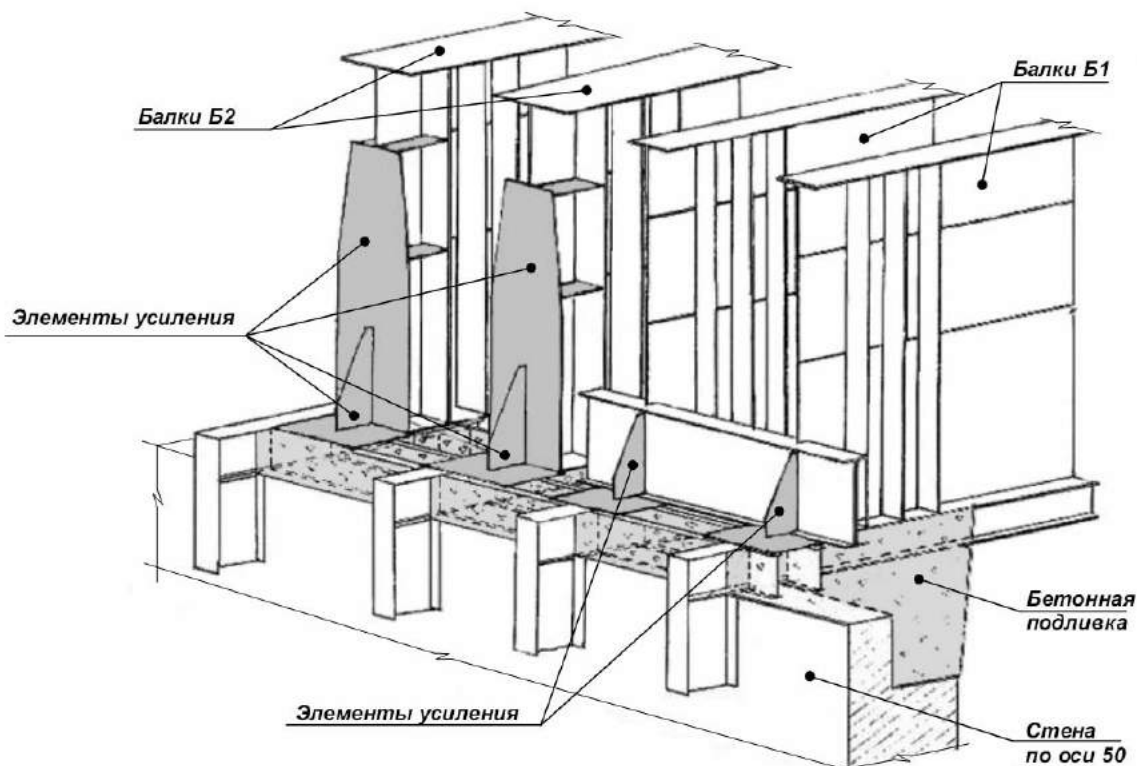
Следующим шагом в решении проблемы повышения надежности конструкций, влияющих на безопасность объекта «Укрытие», была ликвидация опасности, связанной с аварийным состоянием вентиляционной трубы ВТ-2. Ремонт несущего каркаса вентиляционной трубы был выполнен в 1998 году в рамках международного проекта с участием специалистов Украины, США и Канады.

Начиная с 1998 года, работы по исследованию состояния строительных конструкций и их стабилизация выполнялись в соответствии с ПОМ ОУ.

Проведенный анализ состояния строительных конструкций за все время их существования, а также оценка эффективности ранее выполненных мероприятий по усилению аварийных узлов и элементов позволили определить критические зоны сооружения ОУ, требующие дополнительных стабилизационных мер.

Как уже отмечалось, усиление узлов опирания южных балок Б-1 и Б-2, проведенное в 1994 году, не обеспечило приемлемого уровня надежности этого узла. Кроме того, были обнаружены также дефекты в зоне опирания северных балок Б-1 и Б-2. Поэтому, учитывая важность надежности этих узлов для общей безопасности ОУ, в 1999 году было выполнено дополнительное усиление опор северных и южных балок Б-1 и Б-2 (рис. 5.15).

Проектная документация для реализации указанного стабилизационного мероприятия была разработана международным консорциумом ICC (МК) в составе Washington Group International Inc. (США), BNFL Engineering Ltd. (Великобритания) и украинских организаций: Научно-исследовательского института строительных конструкций (НИИСК), Киевского института «Энергопроект» (КИЭП), Института проблем безопасности атомных электростанций (ИПБ АЭС).



**Рис. 5.15.** Усиление балок Б-1 и Б-2 (дополнительное усиление, выполненное в 1999 году, выделено цветом).

В 2002–2003 гг. консорциумом КСК в составе КИЭП, НИИСК и ИПБ АЭС был разработан и согласован с регулирующими органами Украины рабочий проект, который предусматривал выполнение неотложных стабилизационных мер для наиболее ответственных конструкций, обеспечивающих общую целостность сооружения ОУ, а также целостность его отдельных участков, в частности:

- западного фрагмента;
- верхнего яруса каркаса и аварийных плит перекрытия деаэрационной этажерки;
- западной и восточной опор балки «Мамонт»;
- узлов соединения южных щитов и южных «щитов-клюшек»;
- северной контрфорсной стены и узлов соединения ее с северными «щитами-клюшками»;
- вентиляционных шахт;
- легкой кровли.

Рабочий проект стабилизационных мероприятий был выполнен в соответствии с требованиями действующих нормативных документов по обеспечению ядерной и радиационной безопасности, норм строительного проектирования, а также с учетом особенностей выполнения строительно-монтажных работ в радиационно опасных условиях ОУ.

До начала реализации стабилизационных мероприятий был выполнен комплекс подготовительных работ с целью создания необходимой инфраструктуры для осуществления

стабилизации и подготовки строительной площадки для выполнения строительно-монтажных работ. В частности, были построены: санпропускник на 1430 мест (рис. 5.16 см. цвет. вклад.), «малая» строительная база, учебно-тренировочный центр (УТЦ), участок дезактивации оборудования и инструмента, модернизирована система пылеподавления.

Из ряда стабилизационных мероприятий наиболее масштабной, учитывая объемы строительно-монтажных работ, количество вовлеченного персонала и коллективную дозу их радиационного облучения, является стабилизация западного фрагмента «Укрытия».

Стабилизация этого фрагмента ОУ заключалась в сооружении западнее контрфорсной стены двух пространственных металлических башен, которые были установлены на массивные железобетонные фундаменты и соединены между собой пространственными блок-фермами в трех уровнях (рис. 5.17 см. цвет. вклад.).

Башни выполнены с консолями, которые предназначены для опирания блоков балок Б1 и Б2, выполняющих функцию основных несущих элементов в системе существующего покрытия над разрушенным реакторным блоком.

Такое решение позволило снять нагрузку на поврежденные каркас и стену западного фрагмента и передать ее на вновь возведенные конструкции башен.

Стабилизация каркаса деаэрационной этажерки предусматривала монтаж дополнительных металлических наклонных элементов (подкосов), соединяющих верхнюю часть колонн, имеющих значительное отклонение от вертикали в сторону машинного зала, с конструкциями перекрытия, находящимися ниже и не имеющими существенных повреждений.

Стабилизация плит перекрытия, имевших недопустимые прогибы и трещины, заключалась в установлении под ними металлических опор. Эти опоры предотвратили обрушение плит при выполнении работ по усилению верхнего яруса каркаса деаэрационной этажерки, а также обеспечивают стабильность этих плит при выполнении демонтажных работ после сооружения нового конфайнмента.

Стабилизация западной опоры балки «Мамонт» предусматривала усиление вертикальных крестообразных связей путем увеличения их сечения за счет приварки дополнительных элементов. Усиление восточной опоры балки «Мамонт» было решено благодаря заполнению бетоном пустот, имевших место в ее основе.

Стабилизация южной части покрытия осуществлялась путем соединения плоских щитов и «щитов-ключек» между собой в месте опирания на балку «Мамонт». Это было достигнуто с помощью установки, связывающей фермы на внешней поверхности покрытия (рис. 5.18 см. цвет. вклад.).

Реализация стабилизационных мероприятий в северной части ОУ предполагала решение одновременно двух проблем:

- объединение в единую конструктивную систему северных элементов: «щитов-ключек» и контрфорсной стены;
- укрепление этой контрфорсной стены.

Объединение «щитов-ключек» и контрфорсной стены было выполнено путем установки и закрепления в опорных частях «щитов-ключек» анкеров-фиксаторов, их размещение в незаполненном бетоном внутреннем пространстве стены с последующим бетонированием этого пространства.

Учитывая сложную радиационную обстановку на вентиляционных шахтах, было принято такое конструктивное решение по стабилизации западного фрагмента, которое позволило отказаться от выполнения локального усиления стен вентиляционных шахт в местах опирания балок Б-1.

Ремонт легкой кровли выполнялся путем устройства нового покрытия из профилированного настила на 40% площади кровли.

С целью обеспечения радиационной защиты персонала, выполнявшего работы по стабилизации, осуществлялся комплекс организационных, радиационно-гигиенических и технических мероприятий.

Организационные мероприятия включали в себя подготовку персонала подрядных организаций в УТЦ, разработку конкретных процедур по организации безопасного выполнения строительно-монтажных работ, осуществление постоянного контроля за соблюдением требований радиационной и промышленной безопасности. Перед подготовкой в УТЦ персонал проходил медицинскую аттестацию в г. Киеве, которая проводилась в рамках реализации программы «Биомед». Персонал, который не прошел медицинскую аттестацию, к следующим процедурам подготовки не допускался.

Для практической отработки отдельных технологических операций был создан учебный полигон с макетами конструкций и рабочих мест.

К числу основных радиационно-гигиенических и технических мероприятий радиационной защиты, которые обеспечили значительное снижение доз облучения персонала и минимизацию загрязнения окружающей среды, следует отнести:

- организацию санитарно-пропускного режима;
- зонирование мест выполнения работ;
- радиационный контроль;
- обеспечение персонала основными и дополнительными средствами индивидуальной защиты, а также контроль за правильностью их использования;
- экранирование
- пылеподавление и дезактивацию.

Организация санитарно-пропускного режима создала условия для предотвращения переноса радиоактивного загрязнения за пределы территории ОУ, благодаря контролю загрязнения строительной техники и средств индивидуальной защиты, отправки их, по необходимости, на дезактивацию, переодеванию и санитарной обработке персонала. Проход персонала на территорию ОУ и выход за его пределы осуществлялся только через санпропускник.

Для ограничения переноса радиоактивных веществ внутри территории ОУ было предусмотрено зонирование рабочих мест таким образом: в зонах выполнения строительно-монтажных работ выделялись участки с существенно различными уровнями радиоактивного загрязнения, а на границах этих участков размещались временные переносные санитарные шлюзы.

Радиационный контроль осуществлялся в соответствии с требованиями действующих в ГСП ЧАЭС документов и предусматривал дозиметрический контроль, контроль за нераспространением радиоактивных загрязнений и контроль за окружающей средой.

Персонал обеспечивался средствами индивидуальной защиты (СИЗ). При выборе СИЗ предпочтение отдавалось образцам, которые не только обеспечивали нужную защиту, но и как можно меньше влияли на функциональное состояние организма работающего и на его работоспособность.

Определенный объем работ выполнялся на удалении от основных источников ионизирующего излучения, находящихся в ОУ. В частности, значительная часть подготовительных работ по стабилизации западного фрагмента выполнялась на «малой» строительной базе, а также на площадке укрупненной сборки металлоконструкций, отдаленных от ОУ. Это способствовало уменьшению доз облучения персонала.

Поскольку основным фактором небезопасного воздействия на персонал при выполнении работ по стабилизации являлось внешнее гамма-излучение, одним из наиболее эффективных мер по радиационной защите строительного персонала было постоянное или временное экранирование.

Постоянное экранирование представляло собой защитные стены или щиты-экраны, которые устанавливались на существующих или новых конструкциях при выполнении

подготовительных работ по обустройству путей доступа и рабочих мест. Такие экранирующие устройства не подлежали (без необходимости) демонтажу и используются в рамках деятельности по контролю состояния стабилизированных конструкций и их техническому обслуживанию.

Временное экранирование выполнялось для защиты персонала только на период проведения работ и предусматривало использование переставных защитных сооружений (типа бокса), экранированных навесных и переставных площадок и кабинок, изготовленных в заводских условиях.

Примером успешного использования экранирования является его организация для защиты персонала, работающего на площадке укрупненной сборки металлоконструкций, для чего была сооружена бетонная стена толщиной 0,4 м и высотой 9,6 м (рис. 5.19 см. цвет. вклад.).

В процессе выполнения работ по стабилизации проводилась дезактивация строительной техники и автотранспорта, инструмента и оборудования, элементов демонтированных радиоактивно загрязненных объектов, внутренних поверхностей технологических помещений пребывания персонала (защитный бокс, временный санитарный шлюз). Также были предусмотрены специальные поддоны для дезактивации обуви.

Пылеподавление в зонах производства работ и на путях доступа персонала осуществлялось с помощью как модернизированной пылеподавляющей системы, так и мобильных установок. Для пылеподавления использовались смеси, эффективность которых была подтверждена многолетним опытом реализации этого мероприятия в процессе текущей эксплуатации ОУ.

Коллективная эффективная доза облучения персонала, участвовавшего в реализации стабилизационных мероприятий, составила около 14 чел.·Зв, что меньше, чем было предусмотрено проектом. В значительной степени это достигнуто за счет использования организационных и технических мероприятий по обеспечению радиационной безопасности, а также осуществления дополнительных мер, направленных на повышение эффективности и производительности строительно-монтажных работ.

Стабилизационные мероприятия были выполнены в течение 2004–2008 гг., и стабилизированные конструкции, согласно Акту государственной комиссии от 29.10.2008 г., приняты в эксплуатацию. Успешное завершение стабилизации строительных конструкций ОУ пока является самым масштабным из выполненных заданий ПОМ ОУ.

Реализованные стабилизационные мероприятия обеспечивают приемлемый уровень безопасности ОУ, исходя из пятнадцатилетнего срока эксплуатации стабилизированных конструкций с учетом завершения строительства нового безопасного конфайнмента за указанный период. В дальнейшем проблема нестабильных конструкций ОУ должна решаться путем их демонтажа или усилением внутри НБК. В случае задержки строительства НБК необходимо расширить объем стабилизационных мероприятий с учетом существующих темпов деградации строительных конструкций ОУ.

### ***5.1.3. Создание нового безопасного конфайнмента***

В Законе Украины «Об общих принципах дальнейшей эксплуатации и снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразования разрушенного четвертого энергоблока этой АЭС в экологически безопасную систему» утверждается, что «конфайнмент – защитное сооружение, включающее в себя комплекс технологического оборудования для извлечения из разрушенного четвертого энергоблока Чернобыльской АЭС материалов, содержащих ядерное топливо, обращения с радиоактивными отходами и другие системы, предназначенные для осуществления деятельности по преобразованию этого энергоблока в экологически безопасную систему и обеспечению безопасности персонала, населения и окружающей среды».



Создание НБК должно обеспечить достижение следующих целей:

- защита персонала, населения и окружающей среды от влияния источников ядерной и радиационной опасности, связанных с существованием объекта «Укрытие»;
- создание условий для осуществления практической деятельности по преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, в частности, для извлечения остатков ядерного топлива и топливосодержащих материалов, выполнение работ по демонтажу/усилению нестабильных конструкций объекта «Укрытие» и обращению с радиоактивными отходами.

Одной из основных функций НБК является предотвращение распространения радиоактивных веществ и ионизирующего излучения за пределы НБК в условиях нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации, аварийных ситуаций и аварий, и она должна обеспечиваться:

- целостностью защитных конструкций НБК в течение длительного периода эксплуатации (не менее 100 лет);
- предотвращением обрушения нестабильных конструкций «Укрытия» путем их демонтажа или усиления на период, который определяется 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.

Исходя из существующей радиационной обстановки за пределами «Укрытия» и учитывая целесообразность снижения радиоактивного воздействия только в зонах нахождения персонала, дополнительных требований к выполнению строительными конструкциями НБК функций экранирования не ставится. Экранирование должно предусматриваться только в зонах обслуживания конструкций и систем, а также выполнения других радиационно опасных работ.

Другими функциями НБК являются функции технологического обеспечения и физической защиты.

Функция технологического обеспечения реализуется посредством размещения и функционирования систем и элементов, а также создания соответствующих условий, необходимых для нормальной эксплуатации НБК, демонтажа/усиления нестабильных конструкций «Укрытия», обращения с радиоактивными отходами (РАО) и будущего извлечения топливосодержащих материалов (ТСМ).

Функция физической защиты состоит в физической защите ядерных и радиоактивных материалов, находящихся в ОУ.

Вышеупомянутые функции свидетельствуют о том, что НБК является многофункциональным объектом, проектирование которого требует учета многочисленных взаимосвязей между заново создаваемыми системами и элементами с существующими компонентами «Укрытия».

Следует отметить, что уже вскоре после сооружения «Укрытия», учитывая невысокие показатели надежности и долговечности его строительных конструкций, специалистами предлагались различные варианты создания дополнительных защитных инженерных барьеров, в частности, в виде нового сооружения – так называемого «Укрытия-2».

Но наиболее системно и детально эта идея начала разрабатываться, начиная с 1998 года, при выполнении Плана Осуществления Мероприятий (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. Для дальнейшей проработки на стадии технико-экономического обоснования было предложено три варианта конфайнмента, имевших примерно одинаковые показатели: РАМА, ДОК-КЕССОН и АРКА.

После дополнительного анализа этих вариантов с участием независимых украинских экспертов и Международной Консультативной Группы предпочтение было отдано варианту «АРКА».

Правительственная Межведомственная комиссия по комплексному решению проблем Чернобыльской АЭС под председательством премьер-министра Украины приняла решение, которое нашло отражение в Протоколе № 2 от 12.03.01 г.: «С целью ускорения работ по преобразованию объекта «Укрытие» и с учетом настоятельных рекомендаций ЕБРР и независимых экспертов, признать, как базовый, проект конфайнмента типа «АРКА» с включением в него перспективных технических решений других проектов».

В 2003 году Международным Консорциумом в составе Bechtel International Systems (США), Electricite 'de France (Франция) и Battelle Memorial Institute (США) с участием КИЭП, НИИСК и ИПБ АЭС был разработан концептуальный проект НБК (КП НБК). По результатам комплексной государственной экспертизы, КП НБК был утвержден Распоряжением Кабинета министров Украины № 443-р от 5.07.04 г.

В 2004–2007 гг. был проведен тендер на сооружение НБК, победителем которого был признан международный консорциум NOVARKA, который предоставил техническое предложение, базирующееся на адаптации КП НБК. В сентябре 2007 года между ГСП ЧАЭС (Заказчик) и NOVARKA (Подрядчик) был подписан контракт на проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию первого пускового комплекса НБК (ПК-1 НБК).

Согласно стратегии реализации проекта НБК, которая разработана в документе [18] и согласована Регулирующими органами Украины, создание НБК выполняется в три этапа.

На **первом этапе** проводятся подготовительные работы, которые должны обеспечить безопасное и эффективное строительство НБК, в частности:

- разборка бермы пионерной стены;
- очистка, планировка территории и земляные работы под строительство фундаментов НБК и монтажной площадки;
- подготовка инфраструктуры для строительства НБК;
- строительство новой вентиляционной трубы.

Необходимость разборки бермы пионерной стены была продиктована расположением в этой зоне фундамента НБК. Исходя из конструкции бермы, для ее разборки применялись различные технологии и технические средства разрушения бетонных и железобетонных монолитных конструкций, демонтаж сборных конструкций, а также разборка материалов засыпки сложной структуры (щебень, песок, грунт, бетонные и металлические фрагменты). Работы выполнялись в радиационно опасных условиях, непосредственно возле объекта «Укрытие» (рис. 5.20 см. цвет. вклад.).

Кроме того, сами материалы разборки имели радиоактивное загрязнение разной степени. Это потребовало разработки и внедрения комплекса мероприятий по радиационной защите персонала, выполнявшего работы, и окружающей среды. Работы по разборке бермы пионерной стены были успешно завершены в апреле 2008 года.

До начала основных работ по строительству НБК выполнен большой объем работ, которые предусматривали очистку и планировку территории, устройство котлованов под строительство фундаментов монтажной, транспортной и сервисной зон НБК, а также монтажной площадки для укрупнительной сборки арочных конструкций (рис. 5.21 см. цвет. вклад.).

Сложность выполнения этих работ заключалась в том, что объекты, которые подлежали демонтажу, а также техногенные грунты в местах выполнения земляных работ имели значительное

радиоактивное загрязнение и относились к радиоактивным отходам (РАО), в том числе, высокоактивным отходам. В процессе выполнения земляных работ была внедрена технологическая схема безопасного обращения с РАО, которая предусматривала пооперационный радиационный контроль, сортировку РАО по категориям, транспортировку на площадку временного хранения или на объект для окончательного захоронения.

В целях обеспечения своевременной и эффективной деятельности по строительству НБК начались опережающие работы по подготовке необходимой инфраструктуры, включающие, в частности, строительство/реконструкцию таких объектов:

- временных зданий и сооружений для персонала;
- автомобильных дорог, железнодорожных и портовых объектов для доставки материалов и оборудования;
- обустройство площадки для укрупнительной сборки арочных конструкций;
- обустройство площадок складирования и хранения материалов и оборудования.

В связи с тем, что существующая вентиляционная труба ВТ-2 препятствует устройству восточного торца НБК, она должна быть демонтирована до надвигки конфайнмента в проектное положение. Поэтому до демонтажа ВТ-2 необходимо построить и ввести в эксплуатацию новую вентиляционную трубу (НВТ). Сейчас утверждена проектная документация, определен Подрядчик и начались подготовительные работы по строительству НВТ.

На **втором этапе** выполняются работы по непосредственному проектированию и строительству НБК, проведение всего комплекса необходимых испытаний и ввода его в эксплуатацию. Предусмотрено выделение двух пусковых комплексов НБК:

- 1-й пусковой комплекс (ПК-1) – защитное сооружение с технологическими системами жизнеобеспечения и необходимой инфраструктурой;
- 2-й пусковой комплекс (ПК-2) – инфраструктура для демонтажа нестабильных конструкций ОУ.

Проектирование строительных конструкций и технологических систем ПК-1 осуществляется на основании проектных критериев и требований, содержащихся в «Документе по безопасности в рамках концепции проекта ПК-1 НБК» (ДБКП) [19], согласованном Регулирующими органами Украины. В проектировании участвуют также украинские партнеры NOVARKA: КИЭП и Укрпроектстальконструкция.

Проектирование инфраструктуры демонтажа (ПК-2) должно было начаться параллельно с проектированием ПК-1 [18]. К сожалению, такая схема проектирования не реализована, и с началом разработки рабочего проекта ПК-2 наметилось серьезное отставание.

На **третьем этапе** реализации проекта НБК после ввода в эксплуатацию ПК-2 начнется ранний демонтаж нестабильных конструкций ОУ в объемах, определенных на стадии рабочего проектирования демонтажа.

В составе ПК-1 запроектированы следующие основные сооружения и здания НБК:

- основное сооружение – стальная Арка;
- здание управления и контроля (ЗУК) и технологическое здание (ТЗ);
- техническая зона.

На рис. 5.22 (см. цвет. вклад.) изображена схема Арки вместе с ЗУК и ТЗ.

Общие габариты Арки составляют около 270 м шириной, 164 м длиной и 110 м высотой, включая обе торцевые стены – восточную и западную.

Основная несущая конструкция Арки состоит из 16 арочных ферм, расположенных с шагом 12,5 м. Арочные фермы в проектное положение (сервисная зона) опираются на фундаменты через специальные опоры. Прогон арочных ферм достигает 257,44 м.

Арочная ферма состоит из двух поясов (верхнего и нижнего) и ортогональной решетки треугольного типа. Расстояние между поясами – 12,00 м. Пояса фермы сходятся в один узел в

месте опирания на фундаменты. Пояса арочных ферм выполнены из труб диаметром 813 мм толщиной от 12,5 до 40 мм.

На верхний пояс арочных ферм опираются прогоны внешней обшивки, а к нижнему поясу крепятся элементы внутренней обшивки. Между внешней и внутренней обшивкой образуется герметичный кольцевой зазор, который защищает конструкции Арки от внешних климатических воздействий и конденсата, который может образовываться внутри НБК.

На верхних отметках к арочным фермам крепятся решетчатые балки, которые служат опорами для путей кранового оборудования.

Конструктивная схема западной стены Арки состоит из системы вертикальных решетчатых колонн и горизонтальных решетчатых ферм, а также системы связи. До сдвига Арки в сервисную зону западная стена будет полностью подвешена к Арке, а в период эксплуатации дополнительно опираться одной колонной, расположенной в центральной части стены, на фундамент.

Внутри между внутренней и внешней обшивкой западной стены находятся шахта лифта, эвакуационные лестницы и переходы. С внешней стороны западной стены подвешена вентиляционная труба диаметром 4,00 м, а также галерея для размещения вентиляционного оборудования.

Восточная стена Арки, как и западная стена, состоит из системы вертикальных решетчатых колонн и горизонтальных решетчатых ферм, а также систем связи. Восточная стена подвешена к Арке и не передает никаких усилий на существующие конструкции. Для того, чтобы во время надвигки Арки в проектное положение пройти над выступающими существующими конструкциями ОУ, восточная стена имеет ряд откидных панелей. Эти панели при надвигке находятся в поднятом положении и разворачиваются в проектное положение только после окончательной установки Арки в сервисной зоне.

Соединение несущих элементов Арки, в том числе западной и восточной стен, предусмотрено с использованием высокопрочных фрикционных болтов.

Общий вес металлоконструкций Арки достигает около 20 тысяч тонн.

Фундаменты Арки спроектированы в трех видах:

- фундаменты в зоне сборки Арки (фундаменты монтажной зоны);
- фундаменты в зоне надвигки Арки в проектное положение (фундаменты транспортной зоны);
- фундаменты в зоне установки Арки в проектное положение (фундаменты сервисной зоны).

Фундаменты монтажной зоны спроектированы в виде монолитных железобетонных ростверков на свайной основе. Металлические забивные сваи длиной 26,00 м приняты в виде труб диаметром 1,02 м с толщиной стенки в верхней части 30 мм, а в остальной – 16 мм.

В зоне транспортировки Арки спроектированы ленточные железобетонные фундаменты мелкого заложения.

Сегменты Арки собираются из элементов заводского изготовления в монтажно-сборочной зоне, расположенной на значительном удалении от ОУ (около 1 км). Для этого в этой зоне смонтировано 12 специальных стендов, оснащенных сборно-разборными кондукторами и шаблонами. Готовые сегменты Арки с помощью четырех трейлеров доставляются на монтажную площадку, которая находится на расстоянии 300 м от ОУ (рис. 5.23 см. цвет. вклад.).

Сборка Арки на монтажной площадке выполняется в несколько этапов (рис. 5.24 см. цвет. вклад.). Сначала монтируется восточная часть Арки, включая восточную торцевую стену, после чего она перемещается в положение ожидания. Затем производится сборка западной части Арки вместе с западной торцевой стеной. В процессе сборки Арки также выполняется монтаж отдельных технологических систем или их элементов (в частности, подкрановых балок, лифта, вентиляции, электроснабжения, контроля и других). На следующем этапе восточная часть Арки перемещается

для соединения с западной частью Арки. Выполняется соединение обеих частей Арки, а также монтаж системы основных кранов. На заключительном этапе проводятся пусконаладочные работы и прием технологических систем и оборудования Арки перед движкой в проектное положение.

Для сборки Арки будет использоваться грузоподъемное оборудование, а также специальное вспомогательное монтажное оборудование, в частности, подъемные башни и балки, опорные балки, подставки, стопорные устройства, временные растяжки, домкраты, тележки, лебедки и другое.

Надвижка Арки в проектное положение осуществляется с помощью системы горизонтальных домкратов. После завершения надвижки Арки в проектное положение выполняется последовательная замена временных опорных узлов, используемых при надвижке, на постоянные опоры. После этого выполняются работы по устройству прилегания Арки к технологическому зданию и к существующим конструкциям главного корпуса II-ой очереди ЧАЭС, а также присоединение технологических систем к стационарным источникам энергоснабжения.

Здание управления и контроля и технологическое здание расположены у западной торцевой стены Арки. При этом часть технологического здания находится внутри арочного пространства. Через воздушные шлюзы технологического здания, а также шлюз, находящийся с южной стороны машинного зала бывшего энергоблока № 4, будет осуществляться доступ в пространство под Аркой грузового транспорта, механизмов и персонала.

Здание управления и контроля и технологическое здание должны быть построены до надвижки Арки в проектное положение.

Технологическое здание состоит из технологического блока, дополнительного блока, северного и южного шлюзов, пристройки для размещения системы обращения с жидкими радиоактивными отходами.

Здание управления и контроля разделено на отдельные функциональные блоки, которые между собой и с технологическим зданием соединены технической галереей и галереей доступа персонала.

Техническая зона расположена на удалении от НБК (~ 500 м). Объекты технической зоны будут выполнять функцию постоянного инженерного обеспечения НБК электроэнергией, горячей и холодной водой, водой для систем пожаротушения и для бытовых нужд. Связь технической зоны с объектами НБК будет осуществляться с помощью специальной эстакады.

Ожидается, что в полном объеме разработка проекта НБК будет завершена к середине 2011 года. Следует отметить, что в целом работы по проектированию и строительству НБК ведутся со значительным отставанием по сравнению с первоначальным графиком ПОМ ОУ. Учитывая сложившуюся ситуацию, можно прогнозировать, что строительство и ввод в эксплуатацию НБК будет завершено не ранее 2014 года.

Другой проблемой является то, что стоимость сооружения НБК на сегодняшний день оценивается на уровне 1 млрд. евро, что более чем вдвое превышает изначальную стоимость, указанную в контракте с NOVARKA.

В настоящее время разрабатывается проектная документация только для ПК-1 НБК. Работы по проектированию ПК-2 НБК начнутся, в лучшем случае, в начале 2011 года.

Не менее серьезной проблемой является то, что сейчас еще не начаты проектные работы по созданию новых и усилению существующих конструкций II-й очереди ЧАЭС, которые будут интегрированы в систему ограждающего контура НБК.

В значительной степени указанные недостатки обусловлены несовершенством ПОМ ОУ, которое заключается в том, что единственная проблема преобразования объекта «Укрытие» была разбита на множество задач и пакетов, что затрудняет должный уровень взаимодействия при их выполнении различными Подрядчиками. Это создает определенные риски в части принятия оптимальных технических решений.

#### **5.1.4. Стратегия дальнейшего преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему**

Создание безопасных технологий и инфраструктуры для извлечения ТСМ из объекта «Укрытие» и дальнейшего обращения с ними является необходимой предпосылкой решения проблемы преобразования этого объекта в экологически безопасную систему. Решение этой проблемы очень важно как для обеспечения экологической безопасности в будущем для Украины и соседних стран, так и для улучшения мирового общественного мнения по вопросам развития атомной энергетики.

Согласно «Стратегии преобразования объекта «Укрытие»», работы по извлечению ТСМ должны быть осуществлены на заключительном, третьем, этапе преобразования ОУ в экологически безопасную систему.

Сосредоточенные на объекте «Укрытие» ТСМ по своему состоянию и составу являются долгосуществующими радиоактивными отходами (РАО). Для некоторых недоступных скоплений ТСМ необходимо проведение дополнительных исследований из-за их возможной ядерной опасности. То есть, если ТСМ будут оставаться внутри ОУ в неконтролируемом состоянии, он вообще никогда не сможет быть освобожден от ядерного регулирования и контроля.

Следует заметить, что потенциальная опасность ТСМ со временем может расти вследствие спонтанного разрушения поверхности лавообразных ТСМ с образованием высокоактивной пыли. Образование такой пыли на объекте «Укрытие» представляет собой радиоэкологическую опасность не только локального, но и глобального характера. Поэтому чрезвычайно актуальным является изъятие и кондиционирование ТСМ до того, как процесс их разрушения примет масштабный характер.

Часть ранее выполненных работ, посвященных вопросу извлечения ТСМ из ОУ, базировалась на подходах, которые не предусматривали сооружение нового локализирующего сооружения («Укрытие-2»). Такой подход, учитывая проблему обеспечения безопасности персонала и окружающей среды, не может считаться приемлемым.

В других разработках, в частности выполненных в ИПБ АЭС и КБ «Южное», технологические решения предусматривали осуществление операций по извлечению ТСМ с использованием различных вариантов НБК (проекты «Старт», «ДОК-КЕССОН» и другие). Однако, учитывая то, что сейчас уже принято окончательное решение относительно варианта НБК в виде арочной конструкции и осуществляются проектирование и подготовительные работы по его сооружению, необходимо прорабатывать технологические решения по извлечению ТСМ, исходя из реальной ситуации.

В рамках ПОМ ОУ пути решения проблемы извлечения ТСМ и дальнейшего обращения с ними рассматривались в задаче 19 «Изучение и разработка стратегии извлечения ТСМ и обращения с РАО» и задаче 20 «Разработка технологии извлечения ТСМ». По результатам выполнения этих задач в декабре 2000 года было принято программное решение П7, в котором была определена предварительная стратегия извлечения ТСМ и обращения с РАО. Основные положения этой стратегии следующие:

- ТСМ должны быть извлечены в течение срока службы НБК;
- продолжительность извлечения – 40 ÷ 50 лет;
- приоритетным является перемещение ТСМ и других долгосуществующих РАО непосредственно в хранилище для окончательного захоронения в стабильных геологических формациях;
- выборочное извлечение ТСМ следует начать после демонтажа нестабильных конструкций ОУ и завершения испытания технологий извлечения ТСМ;
- приступить к массовому извлечению ТСМ после решения вопросов их хранения или захоронения.

При этом решение П7 рассматривалось как предварительное, которое должно быть подтверждено ключевым решением П8 по результатам проведения демонстрационного эксперимента по извлечению ТСМ на площадке ОУ. Необходимость проведения демонстрационного эксперимента по извлечению ТСМ была зафиксирована в программном решении П9, принятом в июне 2001 года.

Однако уже в принятом в 2005 году документе «Стратегия обращения с ТСМ и радиоактивными отходами объекта «Укрытие». План дальнейших действий» [20], который согласован Госатомрегулированием Украины, утверждается что:

- на текущий момент отсутствуют какие-либо новые данные, касающиеся применения новых технологий для извлечения ТСМ, на основе которых возможно на концептуальном уровне пересмотреть предварительную стратегию извлечения ТСМ, изложенную в П7, для принятия П8. Поэтому продолжение работ по концептуальному исследованию стратегии и технологий извлечения ТСМ не является целесообразным;
- на данном этапе реализации ПОМ ОУ не получено дополнительной информации по ТСМ, которая бы позволила принять решение о необходимости их раннего извлечения. Существующая информация о долгосрочном поведении ТСМ указывает на необходимость разработки программы мониторинга и контроля состояния ТСМ до и в ходе работ по их извлечению;
- считается нецелесообразным, с учетом стоимости и графика, проведение детального проектирования и демонстрации прототипа технологии извлечения ТСМ.

В то же время, в документе [20] определена программа действий для достижения ключевого решения П8 следующим образом:

- на период до принятия ключевого программного решения П8 в ходе реализации строительных работ по стабилизации строительных конструкций ОУ, сооружению НБК и осуществлению раннего демонтажа нестабильных конструкций ОУ, обращение с РАО, включая ТСМ, будет решаться в рамках «Интегрированной программы обращения с радиоактивными отходами на этапе прекращения эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему»;
- задача 14 ПОМ ОУ предоставит исходные данные для разработки и установки системы контроля поведения ТСМ и для создания систем, обеспечивающих поддержание оптимальных температуры и влажности для хранения ТСМ внутри ОУ. Это позволит получать оперативную информацию о негативных тенденциях поведения ТСМ;
- прогнозная модель поведения ТСМ, а также данные, полученные с помощью системы контроля поведения ТСМ и системы контроля ядерной безопасности, позволят своевременно реализовать превентивные меры, направленные на снижение риска неблагоприятных последствий ухудшения состояния ТСМ, а также принять решение о необходимости раннего извлечения ТСМ. На основе прогнозной модели и результатов контроля ТСМ стратегия извлечения ТСМ и обращения с РАО, изложенная в П7, будет доработана и утверждена решением П8.

Учитывая, что работы по разработке и внедрению системы контроля поведения ТСМ пока не выполняются, принятие ключевого решения П8 в ближайшее время не является реальным.

Таким образом, проектирование НБК осуществляется в условиях, когда отсутствует четкая стратегия будущего извлечения ТСМ и обращения с РАО. Единственным требованием к НБК в рамках проектирования ПК-1 НБК является резервирование необходимого технологического пространства для дальнейшего размещения и использования технологий извлечения ТСМ и других РАО. Это создает определенные риски, связанные с тем, что извлечение ТСМ при помощи созданных систем НБК может быть существенно затруднено или даже невозможно для отдельных скоплений ТСМ. Кроме того, создание технологий и инфраструктуры обращения с

ТСМ займет много времени, а вся деятельность, связанная с извлечением ТСМ, должна завершиться до того, как технологические системы НБК морально и физически устареют. В процессе извлечения ТСМ могут существенно измениться радиационные параметры НБК, что необходимо учитывать при разработке и обосновании комплекса дополнительных мер по радиационной защите.

Следует заметить, что обязательным условием безопасного хранения отработанного ядерного топлива является создание нескольких герметичных барьеров для предотвращения воздействия на окружающую среду. НБК не является герметичным сооружением, поэтому риски воздействия остатков ядерного топлива 4-го энергоблока на окружающую среду будут сохраняться до тех пор, пока они не будут извлечены из ОУ.

Поэтому актуальной является разработка принципиальных технологических решений по извлечению ТСМ с использованием систем НБК и обоснование безопасности в процессе их реализации, которая должна выполняться параллельно с проектированием и сооружением НБК, что позволит максимально учесть потребности будущей деятельности по извлечению ТСМ при создании НБК. Такая работа в настоящее время выполняется ИПБ АЭС.

Для успешной реализации заключительного этапа «Стратегии преобразования объекта «Укрытие»» необходимо создание, в рамках общенациональной программы, геологического хранилища для захоронения ТСМ и других долгосуществующих РАО. На сегодняшний день, в рамках «Общегосударственной целевой экологической программы обращения с радиоактивными отходами», предусмотрено выполнение комплекса поисковых, оценочных, научно-методических, исследовательских и проектных работ с целью выбора площадок, потенциально пригодных для размещения геологического хранилища. Завершение этих работ запланировано на 2017 год.

Ввиду сложившихся обстоятельств, работы по массовому извлечению ТСМ из ОУ, даже по самым оптимистичным прогнозам, начнутся не ранее 2030 года. Важно, чтобы эти работы были закончены к окончанию срока службы НБК.

Объект «Укрытие» не имеет аналогов в мировой практике, поэтому проблема его преобразования в экологически безопасную систему является уникальной задачей, для решения которой необходимы усилия как Украины, так и мирового сообщества.

#### ***5.1.5. Медико-биологический и биофизический контроль за безопасностью выполнения работ по преобразованию объекта «Укрытие»***

Преобразование ОУ в экологически безопасную систему является одной из важнейших государственных программ Украины, а медицинские и дозиметрические мероприятия, направленные на сохранение здоровья персонала, участвующего в этих работах, занимают ведущее место среди наиболее актуальных проблем современной клинической радиобиологии, радиационной гигиены и радиационной защиты [21, 22].

Уникальность работ с ПОМ состоит в том, что персонал, по сути, выполняет поставленные производственные задачи в условиях действия высокоактивных открытых радионуклидных источников ионизирующего излучения в помещениях разрушенного 4-го блока ЧАЭС или в непосредственной близости к нему, на радиоактивно загрязненной территории. Работы в ОУ проводятся в условиях многофакторных рисков – с доминирующим радиационным фактором, усиленным общепромышленным опасным фактором и фактором загрязнения в условиях труднодоступных временных рабочих мест, расположенных в помещении здания разрушенной ядерной установки.

При выполнении этих работ возможна инкорпорация в тело человека радионуклидов трансураниевых элементов (плутоний-238, плутоний-239, плутоний-240, плутоний-241, америций-241), а также стронция-90, цезия-137. Перечисленные радионуклиды обладают чрезвычайно высокой радиобиологической токсичностью. Однако, детектирование большинства



из них (за исключением цезия-137) непосредственно в теле человека является практически невозможным. Кроме того, следует отметить высокую психоэмоциональную напряженность труда. Все вышеупомянутое обуславливает исключительные требования к соматическому здоровью и психофизиологическим качествам (характеристикам) персонала.

Дополнительными факторами риска являются:

- агрессивные химические аэрозоли, в том числе сварочные;
- высокая влажность и дискомфортный температурный режим в любое время года;
- отсутствие системы принудительной обменной вентиляции внутри ОУ;
- недостаточное и, очень часто только искусственное, освещение;
- наличие во многих помещениях ОУ фактора «замкнутого пространства»;
- фактор высоты;
- сложность доступа к рабочим местам в условиях действия ионизирующего излучения;
- влияние средств индивидуальной защиты;
- возможный синергический эффект при сочетании действий факторов риска.

Таким образом, выполнение персоналом работ по преобразованию ОУ проводится в условиях синергизма радиологических и общепромышленных рисков, а также высокой психоэмоциональной напряженности труда.

По рекомендациям Минздрава Украины, ГУ НЦРМ АМН Украины, как главному научно-медицинскому учреждению Украины в области радиационной гигиены, дозиметрии и клинической радиационной медицины, а также центра ВОЗ по сотрудничеству в международной системе экстренного реагирования при радиационных авариях – The Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network (WHO-REMPAN), было поручено разработать и возглавить программу медицинского и биофизического сопровождения работ по преобразованию ОУ в ЭБС.

На основе уникального накопленного опыта по медицинскому, биологическому и дозиметрическому сопровождению работ по воздействию экстремальных радиационных и нерадиационных факторов риска на здоровье и работоспособность персонала, с учетом требований основных нормативных документов, а также национальных и международных консенсусов по диагностике заболеваний, являющихся противопоказаниями к работам в особо опасных и вредных условиях труда (ООиВУТ), была создана система медицинского и биофизического контроля за состоянием здоровья и работоспособности привлекаемого персонала. Основными ее элементами являются входной, периодический, заключительный и специальный (включая аварийный) медицинский и психофизиологический контроль, дополнительными – индивидуальный инспекционный и текущий (предсменный) медицинский контроль (рис. 5.25).

Основные задачи программы медицинского и биофизического контроля персонала ПОМ предусматривают:

1. Невозможность допуска персонала, который не может выполнять работу вследствие соматической или психофизиологической непригодности, к работам в особо опасных и вредных условиях;

2. Предупреждение любых производственных аварий и несчастных случаев на производстве, которые могут быть вызваны резким ухудшением состояния здоровья работника, особенно в том случае, когда ухудшение состояния приводит к значительному облучению или другим опасным последствиям.

3. Контроль возможного внутреннего облучения. Удостовериться, что работники не получают внутреннего облучения при проведении работ на ОУ.

4. Предупреждение внутреннего поступления радионуклидов обеспечивается обучением и дисциплиной работников, а также правильно выбранными персональными средствами защиты. Достоинством программы является возможность независимой оценки риска облучения персонала за счет имеющихся средств.

## Медицинский контроль персонала подрядных организаций ПОМ



*Рис. 5.25. Схема медицинского контроля персонала подрядных организаций ПОМ.*

5. При выявлении случая внутреннего поступления радионуклидов выше установленной нормы проводятся дополнительный медосмотр и биофизическое обследование для проверки возможного превышения дозовых пределов за счет внутреннего и внешнего облучения и определения возможности для работника вернуться к работе на ЧАЭС.

Составляющей программы допуска и обеспечения контроля радиационной безопасности работ на ОУ является биофизический контроль (рис. 5.26) – комплекс физико-биодозиметрических мероприятий, направленных на идентификацию случаев инкорпорации радиоактивных веществ в организм рабочих, расчет фактических индивидуальных доз внутреннего облучения, вызванных этими событиями, и подтверждение соответствия радиационно-гигиенических условий на рабочем месте требованиям санитарного законодательства Украины [23].

В условиях выполнения работ по реализации ПОМ биофизический контроль включает сбор первичной дозиметрической информации о работнике и рабочем месте, текущий радиационно-гигиенический и биофизический контроль. Входной и выходной, специальный, urgentный (аварийный) биофизический контроль проводится параллельно и одновременно с медицинским контролем.

На протяжении октября 2004 – декабря 2009 гг. был проведен входной медицинский и биофизический контроль 6510 работников персонала подрядных организаций, привлеченных к выполнению ПОМ, о допуске к работам на ОУ. Кроме того, 783 работникам также был проведен специальный медицинский контроль (табл. 5.4 и 5.5).

При входном биофизическом обследовании случаев содержания радионуклидов в организме кандидатов для участия в работах по ПОМ, а также содержания радионуклидов в биопробах (кал, моча) практически не обнаружено.



Рис. 5.26. Схема биофизического контроля персонала подрядных организаций ПОМ.

Таблица 5.4.

Результаты медицинского контроля персонала подрядных организаций ПОМ за период 12.10.2004 г. по 31.12.2009 г.

| Вид контроля          | Допущено                            | Не допущено   | Всего |
|-----------------------|-------------------------------------|---------------|-------|
| <b>Входной</b>        | 3125 (48,00%)                       | 3385 (52,00%) | 6510  |
| <b>Периодический</b>  | 654 (62,82%)                        | 387 (37,18%)  | 1041  |
| <b>Инспекционный</b>  | 605 (68,13%)                        | 283 (31,87%)  | 888   |
| <b>Специальный</b>    | 783 – физические лица, 909 – случаи |               |       |
| <b>Заключительный</b> | 465                                 |               |       |

Таблица 5.5.

Объемы выполненных работ по биофизическому контролю персонала подрядных организаций ПОМ за период с 12.10.2004 г. по 28.02.2010 г.

| Год и месяц выполнения анализа | Тип биофизического контроля                                     |                                    |  |                    |   |
|--------------------------------|---|------------------------------------|--|--------------------|---|
|                                | Входной   | Текущий                            | Специальный  | Выходной           |   |
|                                | Измерение активности в пробах кала, измерения на экспертном СИЧ | Измерение активности в пробах кала | Радиометрические измерения мазков из носовой полости | Количество случаев | Измерения активности в пробах кала, измерения на экспертном СИЧ |
| 12.10.2004 г. по 28.02.2010 г. | 7268  | 8133                               | 60491  | 1009               | 425   |

Данные, полученные при проведении текущего биофизического контроля персонала, выполняющего работы на ОУ, свидетельствуют о том, что в пробах кала обследуемого персонала есть измеряемые уровни  $^{239+240}\text{Pu}$ . Количество случаев, когда при текущем биофизическом контроле в пробах кала было обнаружено содержание  $^{239+240}\text{Pu}$  на уровне, превышающем 1,5 МБк/проба, и требуется привлечение работников к процедуре прохождения специального медико-биофизического контроля, составляет 1009 (при этом некоторые работники привлекались к специальному контролю три и более раз).

Индивидуальные дозы внутреннего облучения, рассчитанные по результатам специального биофизического контроля, не превышают 3 мЗв – контрольный уровень индивидуальной дозы внутреннего облучения, установленный на ЧАЭС.

В октябре-ноябре 2005 г., после первого года работ по медицинскому и биофизическому обеспечению работ ПОМ, Заказчик – ГСП ЧАЭС – осуществил оценку этой программы с помощью международного аудита. Аудиторская группа состояла из специалистов RTP International (Research Triangle Park, Северная Каролина, США), Battelle Memorial Institute (Ричланд, Вашингтон, США) и Duke University (Дурхам, Северная Каролина, США). Согласно заключению международного аудита, этот проект заслуживает высокой оценки и полной поддержки как за использованную методологию, так и за организацию выполнения работ с некоторыми рекомендациями по оптимизации его управления. Аудит работ с ПОМ, проведенный Корпорацией Mouchel Parkman в феврале 2007 года, отметил в заключительном отчете, что программа медицинского и биофизического контроля оказалась чрезвычайно успешной для достижения ее основной цели: обеспечение медицинской пригодности рабочих ПОМ и предотвращение судебных рассматриваний в связи с ущербом для здоровья со стороны нынешних и бывших работников, задействованных в реализации ПОМ.

Приведенные выше результаты проведения медико-биофизического контроля свидетельствуют об исключительной важности продолжения медицинского и биофизического сопровождения работ по ПОМ, поскольку именно проблема предотвращения облучения персонала является ключевой при выполнении работ в подобных радиационно-гигиенических условиях.

## **5.2. ЧАЭС: Основные аспекты снятия с эксплуатации**

### **5.2.1. Современное состояние энергоблоков ЧАЭС**

В данный момент ГСП «Чернобыльская АЭС» (рис. 5.27 см. цвет. вклад.) находится на этапе прекращения эксплуатации, на котором осуществляется следующая деятельность:

- поддержание блоков в безопасном состоянии;
- освобождение блоков от ядерного топлива;
- освобождение систем и оборудования от рабочих сред и потенциально опасных субстанций;
- окончательная остановка систем и элементов;
- освобождение блоков от накопленных радиоактивных отходов (РАО);
- проведение комплексного инженерного и радиационного обследования (КИРО);
- демонтаж внешнего, по отношению к реакторным установкам, оборудования;
- реконструкция систем жизнеобеспечения для снятия с эксплуатации (СЭ);
- разработка документации по СЭ;
- создание инфраструктуры для СЭ.

Безопасность на площадке Чернобыльской АЭС является высшим приоритетом. Несмотря на то, что блоки ЧАЭС остановлены и не вырабатывают электроэнергию, они продолжают оставаться ядерно и радиационно опасными объектами. Для сохранения достигнутого уровня

безопасности на ЧАЭС выполняется комплекс мероприятий по поддержке энергоблоков в безопасном состоянии:

- поддерживаются в работоспособном состоянии и апробируются в соответствии с требованиями нормативно-технической документации системы, важные для безопасности, и системы технологического контроля;
- эксплуатация систем и оборудования проводится в строгом соответствии с требованиями регламентов и заводских инструкций;
- в зданиях и сооружениях поддерживается необходимый температурно-влажностный режим;
- проводятся техническое обслуживание и плановые ремонты оборудования с периодичностью, установленной нормативно-технической документацией;
- на территории предприятия установлен и поддерживается противопожарный режим;
- установлен соответствующий санитарно-пропускной режим, как система барьеров на путях возможного выноса радионуклидов за пределы предприятия и Зоны отчуждения;
- проводится радиационный контроль объектов и производственных процессов, в том числе:
  - радиационный технологический контроль;
  - радиационный дозиметрический контроль;
  - радиационный контроль состояния защитных барьеров;
  - контроль за нераспространением радиоактивных веществ;
  - радиационный контроль состояния окружающей среды.
- установлены и соблюдаются контрольные уровни радиационного благополучия;
- постоянно проводится работа по поддержанию и повышению квалификации персонала.

Выполнение мероприятий по обеспечению безопасности строго контролируется как руководством предприятия, так и независимыми надзорными органами. За последние несколько лет на площадке Чернобыльской АЭС не зафиксировано каких-либо аварий или аварийных ситуаций, также не было случаев несанкционированного повышенного облучения персонала и выноса радиоактивных веществ за пределы, предусмотренные проектом.

Освобождение блоков от ядерного топлива является основным фактором, определяющим продолжительность этапа прекращения эксплуатации. В начале марта 2010 года в Россию было вывезено свежее ядерное топливо (в количестве 68 свежих тепловыделяющих сборок и 3 тепловыделяющих элемента).

В связи с задержкой строительства и ввода в эксплуатацию нового ХОЯТ-2 сухого типа, с целью снижения рисков при проведении работ по снятию с эксплуатации и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, а также с целью снижения расходов на поддержку блоков в безопасном состоянии, в 2006 году начат вывоз ОЯТ из блоков в существующее хранилище ХОЯТ-1. До начала размещения дополнительного ОЯТ в ХОЯТ-1 ГСП ЧАЭС был выполнен большой объем работ по переоценке безопасности существующего хранилища. По результатам переоценки безопасности был разработан и в настоящее время успешно реализуется «План повышения безопасности ХОЯТ-1». Выполнение первоочередных мероприятий по этому Плану (в первую очередь, реконструкция транспортно-технологического оборудования) позволило ГСП ЧАЭС получить Лицензию на эксплуатацию ХОЯТ-1 и начать вывоз ОЯТ из блоков.

- Освобождение блоков от отработанного ядерного топлива (ОЯТ) выполняется в три этапа:
- на первом этапе – транспортировка в ХОЯТ-1 отработанного ядерного топлива с 3-го блока;
  - на втором этапе – в ХОЯТ-1 будет перевезено топливо (кроме поврежденного) с блоков №1 и №2;

- на третьем этапе – блоки №1 и №2 будут освобождены от поврежденного ядерного топлива.

В сентябре 2010 года был успешно реализован первый этап, блок №3 полностью был освобожден от ядерного топлива. В данный момент ядерное топливо на блоках №1 и №2 находится только в приреакторных бассейнах выдержки. Хранение поврежденного ЯТ в бассейнах выдержки этих блоков осуществляется в специальных пеналах различной конфигурации, которые изготовлены ГСП ЧАЭС собственными силами. Ведется подготовка к началу работ по второму этапу освобождения блоков от ядерного топлива.

### ***Разработка документации по снятию с эксплуатации ЧАЭС***

За последние пять лет были полностью завершены работы по разработке концептуальных документов по снятию с эксплуатации блоков Чернобыльской АЭС. До 2009 года основным документом государственного уровня, определявшим содержание деятельности по снятию с эксплуатации блоков Чернобыльской АЭС и преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, была «Комплексная программа снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС», утвержденная Постановлением Кабинета Министров Украины №1747 от 29 ноября 2000 года. В 2009 году, после принятия Закона Украины «Об Общегосударственной программе снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему», Комплексная программа потеряла свое значение и ее действие было приостановлено. В Общегосударственной программе содержится описание стратегий снятия с эксплуатации блоков Чернобыльской АЭС и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, оценка необходимого финансирования, а также приведен перечень первоочередных мероприятий (до 2013 года), необходимых для реализации стратегий.

На протяжении 2008–2009 гг. были разработаны, утверждены и введены в действие:

- «Программа снятия с эксплуатации блоков ЧАЭС»;
- «Радиационно-гигиенические критерии конечного состояния при снятии с эксплуатации ЧАЭС».

Данные документы содержат детальное описание планируемой деятельности по снятию с эксплуатации до ее завершения (до 2064 года) и устанавливают численные значения уровней радиоактивного загрязнения площадки ЧАЭС после завершения снятия с эксплуатации.

Продолжаются работы по разработке «Проекта окончательного закрытия и консервации (ОЗИК) блоков ЧАЭС». Этот Проект будет основным документом для получения разрешения на начало работ по снятию с эксплуатации ЧАЭС на первом этапе.

Проект содержит большой набор документов. Это 9 отдельных проектов, связанных с консервацией блоков №1, №2 и №3, комплект документов, обосновывающих безопасность (ОАБ, ОВОС, ОССЗ), программа реализации этапа, руководствуясь которой будет осуществляться деятельность на этапе ОЗиК. Программа является подробным планом работ на период с 2013 по 2022 гг.

Разрабатывается «Программа научно-технического сопровождения работ по снятию с эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему», выполнены работы по пересмотру «Интегрированной программы обращения с радиоактивными отходами ГСП ЧАЭС».

### ***Информационные технологии***

В соответствии с «Общим положением безопасности атомных станций» НП 306.2.141-2008, до начала работ и операций по снятию с эксплуатации атомной станции (энергоблока) эксплуатирующая организация должна адаптировать к новым условиям систему информационного обеспечения процесса снятия с эксплуатации.

На ГСП ЧАЭС созданы и введены в действие:

- База данных КИРО INFODEC;
- База данных инвентаризации РАО;
- Интегрированная база данных «Укрытия» (ИБДУ).

Продолжаются работы по созданию и вводу в эксплуатацию:

- Единой системы информационной поддержки снятия с эксплуатации;
- Центра визуализации снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС.

Несмотря на отсутствие опыта снятия с эксплуатации крупных промышленных ядерных установок, на площадке ЧАЭС выполнен большой объем работ. Сейчас, на этапе прекращения эксплуатации блоков Чернобыльской АЭС, за период 2000-2010 гг.:

- освобождены от рабочих сред и потенциально опасных субстанций более 200 технологических систем;
- окончательно остановлено более 370 систем и 700 единиц отдельного оборудования и элементов, что составляет около 63% всех существующих систем и элементов и 98% от количества систем и элементов, которые возможно окончательно остановить до момента полного извлечения топлива;
- с целью проработки технологий демонтажа и получения соответствующего опыта демонтировано более 1000 тонн оборудования, 12% демонтированного оборудования деактивировано до уровней, позволяющих освобождение от регулирующего контроля;
- освобождены от ядерного топлива и окончательно остановлены реакторы блоков №1, №2 и №3;
- выполнено комплексное инженерно-радиационное обследование блоков №1, №2 и №3;
- выполнена актуализация данных КИРО №1 и начаты работы по актуализации данных КИРО блока №2;
- на 10-летний срок продлен срок эксплуатации систем и элементов блоков №1 и №2, принимающих участие в процессах обращения с РАО и ОЯТ (блок №1 – до 2017 года, блок №2 – в 2018 г. Работы по продлению срока эксплуатации систем и элементов блока №3 проводятся в 2010 – 2011 гг.).

### ***5.2.2. Стратегия снятия с эксплуатации ЧАЭС***

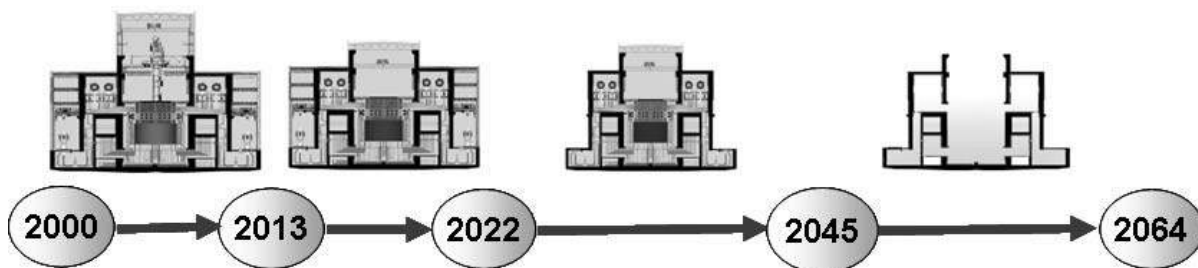
В соответствии с утвержденной в 2004 году «Концепцией снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС», разработанной для выполнения особых условий лицензии на снятие с эксплуатации, с учетом мирового и отечественного опыта, нормативной базы Украины и фактического состояния площадки ЧАЭС, снятие с эксплуатации проводится в три этапа (рис. 5.28):

- окончательное закрытие и консервация реакторных установок – на этом этапе будет проведено консервирование реакторов и наиболее радиационно загрязненного оборудования (ориентировочно до 2022 года);
- выдержка реакторных установок в течение периода, во время которого должно состояться естественное снижение радиоактивного излучения до приемлемого уровня (ориентировочно до 2045 года);
- демонтаж реакторных установок – на этом этапе будет проведен демонтаж оборудования и очистка площадки с целью максимального снятия ограничений и регулирующего контроля (ориентировочно до 2065 года).

В Концепции принята следующая стратегия снятия с эксплуатации ЧАЭС:

- отложенный демонтаж (по международной классификации – метод SAFSTOR);
- раннее удаление ТК;
- демонтаж грузоподъемного оборудования в ЦЗ;

- реконструкция шатров ЦЗ;
- демонтаж наружных конструкций;
- выдержка КМПЦ (контура многократной принудительной циркуляции) и реакторов – до 50 лет;
- демонтаж строительных конструкций и очистка территории площадки ЧАЭС не относятся к деятельности по снятию с эксплуатации и будут рассматриваться в рамках деятельности по минимизации последствий аварии и реабилитации Зоны отчуждения;



*Рис. 5.28. Стратегия снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС.*

В настоящее время Чернобыльская АЭС находится на этапе прекращения эксплуатации. Это подготовительный этап к снятию с эксплуатации – этап, во время которого будет осуществлено изъятие из энергоблоков ядерного топлива и перемещение его в хранилище, предназначенное для долгосрочного хранения. Это основная задача, которая определяет длительность этапа. Срок завершения – не ранее 2013 года.

Основные задачи Чернобыльской АЭС на этапе прекращения эксплуатации:

- поддержка в безопасном состоянии энергоблоков №1, №2 и №3 и существующего хранилища отработанного ядерного топлива;
- создание на промышленной площадке Чернобыльской АЭС инфраструктуры для обращения с отработанным ядерным топливом и радиоактивными отходами;
- освобождение от ядерного топлива энергоблоков;
- завершение строительства и ввод в эксплуатацию:
  - второго хранилища отработанного ядерного топлива;
  - завода по переработке жидких радиоактивных отходов;
  - промышленного комплекса обращения с твердыми РАО;
- разработка и утверждение проектов:
  - этапа окончательного закрытия и консервации энергоблоков №1, №2 и №3;
  - реконструкции транспортно-технологической части существующего хранилища отработанного ядерного топлива;
  - обращения с поврежденным ядерным топливом;
  - вывода из эксплуатации пруда-охладителя;
- модернизация объектов инфраструктуры (электросети, водотеплоснабжения, пожаротушения, телекоммуникации и т.п.);
- освобождение систем и оборудования от рабочих сред и потенциально опасных субстанций;
- окончательная остановка, вывод из эксплуатации и частичный демонтаж отдельных систем и элементов энергоблоков;
- проведение комплексного инженерного и радиационного обследования (КИРО);
- осуществление организационно-технических мероприятий по управлению, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту систем, которые будут работать в дальнейшем, и обеспечение контроля за безопасностью.



На этапе окончательного закрытия и консервации энергоблоков Чернобыльской АЭС осуществляются следующие основные мероприятия:

- демонтаж внешних, относительно ядерного реактора, систем и элементов установок, не влияющих на безопасность, которые в дальнейшем не будут использованы на последующих этапах;
- укрепление барьеров, предотвращающих распространение радиоактивных веществ в окружающую среду;
- надежная консервация частей установок, которые не демонтируются;
- создание условий для обеспечения временного контролируемого хранения радиоактивных веществ на установках;
- сбор и кондиционирование радиоактивных отходов, образующихся при проведении указанных работ, и передача этих отходов специализированным предприятиям.

На этапе выдержки реакторных установок осуществляются следующие основные мероприятия:

- эксплуатация систем и элементов, обеспечивающих безопасное хранение радиоактивных веществ, находящихся в законсервированных установках;
- периодическое обследование состояния законсервированной установки;
- демонтаж оборудования, которое не законсервировано;
- сбор и кондиционирование радиоактивных отходов, образующихся при проведении указанных работ, передача этих отходов специализированным предприятиям.

Для этапа демонтажа реакторных установок планируется:

- демонтаж и изъятие систем и элементов, уровень загрязнения которых превышает уровни изъятия, для размещения их на временное хранение в хранилищах радиоактивных отходов;
- сбор и кондиционирование радиоактивных отходов, образующихся при проведении указанных работ, передача этих отходов специализированным предприятиям;
- окончательное радиационное обследование площадки с целью доказательства, что деятельность по снятию с эксплуатации завершена.

В связи с тем, что ЧАЭС находится на территории, загрязненной радиоактивными веществами в результате аварии 1986 года, а также с тем, что блок №3 имеет общие строительные конструкции с объектом «Укрытие», конечной целью снятия с эксплуатации ЧАЭС предполагается состояние, которое можно условно определить как «бурое пятно». «Бурое пятно» – состояние площадки, на которой реализованы мероприятия по демонтажу оборудования, зданий и сооружений, а радиоактивность строительных конструкций, как источников ионизирующего излучения, приведена к установленным уровням ограниченного освобождения от регулирующего контроля. Фактически – это очистка площадки и строительных структур до уровня загрязнения, который соответствует загрязнению территории Зоны отчуждения, окружающей ЧАЭС, вызванному аварией в 1986 году. Однако, в современных условиях такое конечное состояние площадки ЧАЭС экономически нецелесообразно.

В это время ЧАЭС ведет работу по подготовке новой Концепции снятия с эксплуатации, в которой будет определено новое конечное состояние площадки «Промышленно-развитая площадка». Развитие площадки ЧАЭС должно не только снять бремя с государственного бюджета, связанное с содержанием зоны отчуждения, ликвидацией последствий аварии на ЧАЭС и снятием ее с эксплуатации, но и вернуть отчужденные земли к хозяйственной деятельности, использовать максимальные выгоды, превратить их в экономически развитый регион. Для этого необходимо эффективно использовать такие особенности Зоны отчуждения и промышленной площадки ЧАЭС, как:

- одновременное снятие с эксплуатации сразу трех металлоемких блоков;

- наличие развитой производственной инфраструктуры – системы связи, энергообеспечения, физической защиты, водоснабжения, радиационного мониторинга, автомобильных и железнодорожных подъездов;
- изолированность от мест постоянного проживания населения;
- наличие персонала, квалифицированного для работы с радиоактивными материалами;
- размещение на территории зоны отчуждения, ограниченной для использования.

Предлагается более активно использовать эти особенности и возможности промышленной площадки ЧАЭС и зоны отчуждения для нужд атомной отрасли Украины в части заключительной цепочки производственного процесса использования атомной энергии (снятие с эксплуатации блоков атомных станций и обращение с радиоактивными материалами), например:

- создать в Зоне отчуждения централизованный комплекс по обращению с ОЯТ АЭС Украины и предоставить ЧАЭС функции эксплуатирующей организации;
- организовать для атомного комплекса Украины производство контейнеров для транспортировки и длительного хранения/захоронения РАО и создать единую унифицированную транспортно-технологическую схему ОЯТ и РАО. Это даст возможность:
  - вторичного использования радиационно-загрязненных материалов Зоны отчуждения для изготовления контейнеров для хранения РАО, позволит также значительно сократить общий объем радиационно-загрязненных отходов;
  - экономии государственных средств при захоронении РАО отрасли;
- создать в Зоне отчуждения комплекс по обращению с РАО АЭС, который включит в себя:
  - комплекс по переработке и временному хранению крупногабаритного оборудования;
  - комплекс по переработке и переплавке радиоактивно загрязненного металла из атомных объектов (включая ЧАЭС и Зону отчуждения) и промышленного комплекса Украины;
- организовать на базе учебно-тренировочного центра Чернобыльской АЭС главный учебный центр Украины по подготовке, переподготовке и повышению квалификации персонала по вопросам снятия с эксплуатации и обращения с РАО.

### ***5.2.3. Развитие инфраструктуры обращения с РАО***

Сегодня деятельность по обращению с РАО является определяющей с точки зрения безопасного снятия ЧАЭС с эксплуатации и преобразования объекта «Укрытие», согласно Общегосударственной программе снятия с эксплуатации.

Общее количество РАО, подлежащих переработке при СЭ блоков ЧАЭС и преобразовании ОУ в экологически безопасную систему в течение первых 35 лет (до начала этапа демонтажа), составляет 140 000 м<sup>3</sup> (без учета собственно конструкций ОУ). Поэтому одной из актуальных задач, стоящих сегодня перед предприятием, является создание интегрированной системы обращения с РЗМ, соответствующей условиям ЧАЭС.

Сегодня на ЧАЭС существуют следующие объекты:

по обращению с РАО:

- хранилище твердых РАО (ХТО);
- хранилище жидких РАО (ХЖО);
- хранилище жидких и твердых РАО (ХЖТО);
- временное хранилище твердых РАО (ВХТРАО);

по обращению с радиоактивно загрязненными материалами:

- система переработки трапных вод ЧАЭС и ОУ;
- участки дезактивации;

- площадки временного складирования крупногабаритного загрязненного оборудования;
- площадка временного складирования технологических материалов.

Существующая система обращения с РАО была предназначена для действующей АЭС. Было необходимо изменить систему обращения с РАО на систему обращения с РАО АЭС, снимаемой с эксплуатации. Впервые стратегия создания интегрированной системы обращения с РАО на площадке ЧАЭС была изложена в Плане вывода ЧАЭС из эксплуатации (CDP), который разрабатывался в рамках программы TASIC в 1996 году. В документе определены перечень и основные характеристики объектов, которые необходимо построить на площадке станции для обеспечения процесса снятия с эксплуатации энергоблоков и обращения с радиоактивными отходами (РАО): установка для сбора, транспортировки, цементирования жидких радиоактивных отходов, установка для сбора и переработки твердых отходов, место для их захоронения.

Сегодня этот перечень реализуется на площадке Чернобыльской АЭС при поддержке международного сообщества через ряд проектов:

- завод по переработке жидких радиоактивных отходов (ЗПЖРО);
- промышленный комплекс по обращению с твердыми РАО (ПКОТРО);
- комплекс по производству металлических бочек и железобетонных контейнеров для хранения радиоактивных отходов (КПМБиКРАО);
- модернизация производственных мощностей для измельчения длиномерных отходов на Чернобыльской АЭС.

#### ***Завод по переработке жидких радиоактивных отходов (ЗПЖРО)***

ЗПЖРО (рис. 5.29 см. цвет. вклад.) предназначен для переработки жидких радиоактивных отходов, накопленных за время эксплуатации, тех, которые образуются в процессе снятия с эксплуатации ЧАЭС, а также эксплуатационных ЖРО объекта «Укрытие». ЗПЖРО рассчитан на переработку ЖРО в течение 10-летнего периода эксплуатации. Его минимальная проектная мощность – 2500 куб.м. необработанных ЖРО в год. Завод располагается в пределах охраняемого периметра ЧАЭС, поблизости от хранилища жидких отходов, с которыми связан системой технологических трубопроводов, проложенных в закрытой эстакаде.

В состав ЗПЖРО входят:

- установка по извлечению жидких радиоактивных отходов (ЖРО) из существующих хранилищ;
- установка по транспортировке ЖРО на установку по переработке;
- установка по переработке – цементированию ЖРО с целью герметизации и иммобилизации.

Затвердевшие жидкие отходы в виде цементного компаунда – конечный продукт – упаковываются в 200-литровые бочки и в железобетонных контейнерах перевозятся к месту долгосрочного контролируемого хранения кондиционированных РАО. Таким местом является ЛОТ-3 ПКОТРО.

Проект ЗПЖРО утвержден распоряжением Кабинета Министров Украины от 22.03.01 г. №105-р.

Строительство завода ведется в рамках «Проекта ядерной безопасности Чернобыльской АЭС», который финансируется ЕБРР за средства Счета ядерной безопасности в соответствии с Соглашением о гранте между Европейским банком реконструкции и развития от 12.11.96 г. Работы были начаты в 1999 году согласно контракту №ChNPP C-1/2/036 от 16.09.1999 г. Подрядчиком по данному контракту был Консорциум в составе «BELGATOM\SGN\FINMECANNICA SpA D'AZIE A ANSALDO NUCLEARE». Начальным графиком был определен срок завершения строительства – 31 декабря 2001 года.

Учитывая неоднократное увеличение стоимости работ и продление сроков реализации проекта, а также в связи с ненадлежащим выполнением работ Подрядчиком, принято решение,

согласованное с Ассамблеей Стран-Доноров Счета Ядерной Безопасности, о передаче работ по завершению проекта ЗПЖРО от Консорциума во главе с «Belgatom», как генерального Подрядчика, под прямое управление Заказчика (ГСП ЧАЭС). 18 сентября 2006 года все работы на ЗПЖРО были остановлены, и в течение одного месяца была проведена процедура надлежащей передачи объекта от Подрядчика Заказчику в связи с остановкой контракта ЗПЖРО. С момента расторжения контракта ЗПЖРО находится в состоянии «незавершенного строительства». ГСП ЧАЭС проводит техническое обслуживание систем, обеспечивающих жизнедеятельность объекта.

Подрядчик передал объект Заказчику в том состоянии, в котором он находился на момент подписания соглашения (строительно-монтажные работы были выполнены на 90%, монтаж оборудования – на 16%, несоответствие проекта требованиям НТД – 50%). Стоимость контракта за это время была увеличена примерно на 50%.

Со времени разрыва контракта до принятия положительного решения по дальнейшему финансированию завершения проекта ЗПЖРО (на Ассамблее стран-доноров, которая состоялась 17–18 июля 2007 г.), ГСП ЧАЭС совместно с Группой управления проектом повышения безопасности были проведены следующие работы с целью продления проекта ЗПЖРО:

- проведена техническая оценка состояния систем и объекта после расторжения контракта с консорциумом;
- определены объемы работ по завершению проекта ЗПЖРО;
- проведена оценка стоимости выполнения работ по завершению проекта ЗПЖРО;
- проведена оценка сроков завершения проекта ЗПЖРО;
- определены риски реализации проекта и проведен их анализ;
- разработана и согласована с ЕБРР «Стратегия завершения ЗПЖРО»;
- разработан и согласован с ЕБРР «План завершения ЗПЖРО».

Согласно разработанной «Стратегии завершения ЗПЖРО», все работы, необходимые для завершения проекта, были разделены на 4 пакета:

**A** – проектирование и обоснование безопасности;

**B** – закупка, монтаж, наладка, испытание оборудования и завода в целом;

**C** – обеспечение работы автоматизированных систем управления технологическими процессами;

**D** – экспертно-консультационные работы.

Относительно каждого пакета проводятся тендерные процедуры и заключаются контракты согласно Правилам проведения закупок товаров и услуг ЕБРР. В настоящее время работы по сооружению ЗПЖРО близятся к завершению. Начало работ по вводу в эксплуатацию ожидается во втором полугодии 2011 года.

### ***Промышленный комплекс по обращению с твердыми радиоактивными отходами (ПКОТРО)***

Промышленный комплекс по обращению с твердыми радиоактивными отходами (ПКОТРО) (рис. 5.30 см. цвет. вклад.) предназначен для извлечения твердых РАО из хранилища твердых РАО (ХТО) ЧАЭС, их переработки, упаковки и временного хранения. ПКОТРО состоит из четырех взаимосвязанных установок (лотов).

**Лот 0:** Временное хранилище высокоактивных отходов и низко- и среднеактивных долгосуществующих отходов (ВХ ВАО и НСА-ДСО);

**Лот 1:** Установка по извлечению твердых РАО с ХТО;

**Лот 2:** Завод по сортировке, кондиционированию и переработке твердых РАО (ЗПТРВ);

**Лот 3:** Специально оборудованное приповерхностное хранилище твердых низко- и среднеактивных РАО, находящееся на площадке комплекса «Вектор».



*Рис. 5.16. Санпропускник на 1430 мест.*



*Рис. 5.17. Стабилизация западного фрагмента ОУ.*



*Рис. 5.18. Стабилизация южной части покрытия.*



*Рис. 5.19. Защитная бетонная стена.*



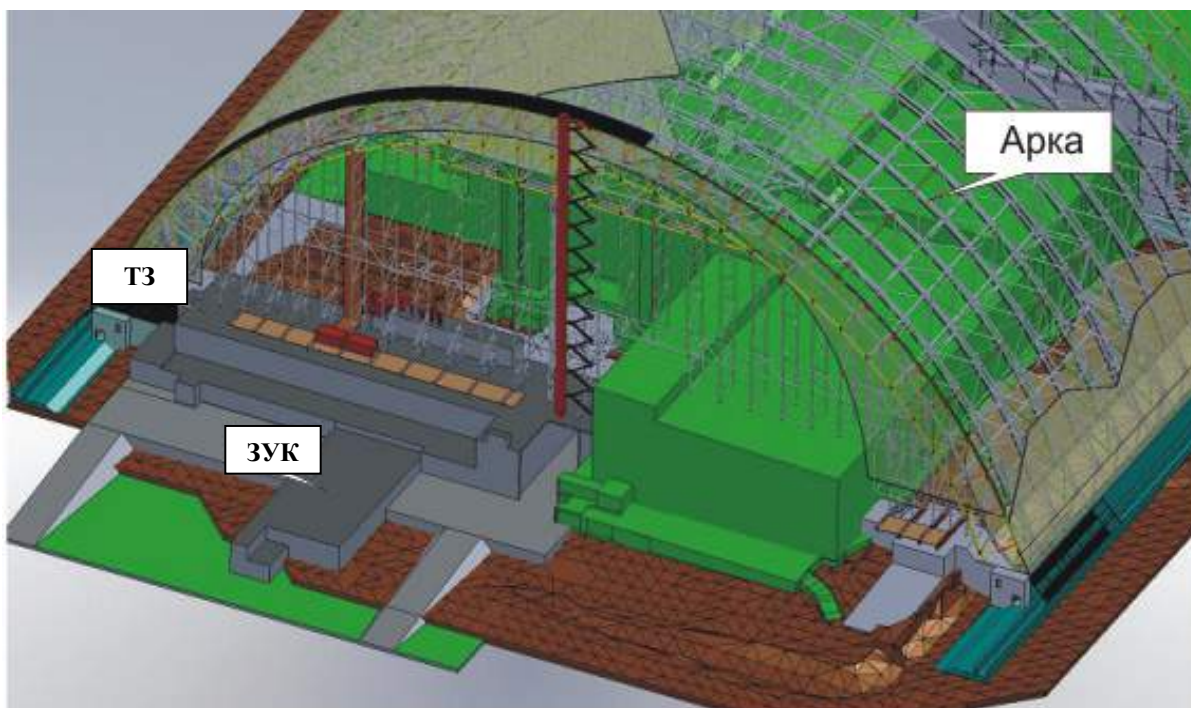


*Рис. 5.20. Разборка бермы пионерной стены.*

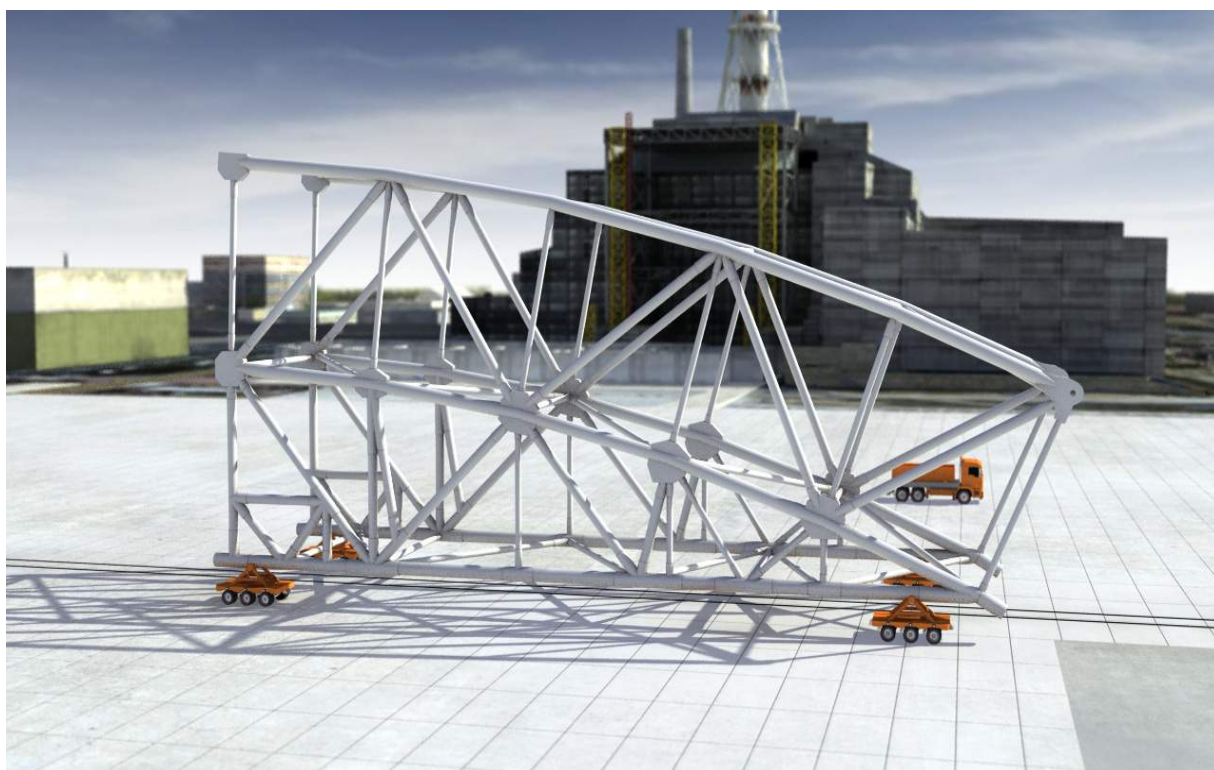


*Рис. 5.21. Проведение работ по подготовке площадки строительства НБК.*



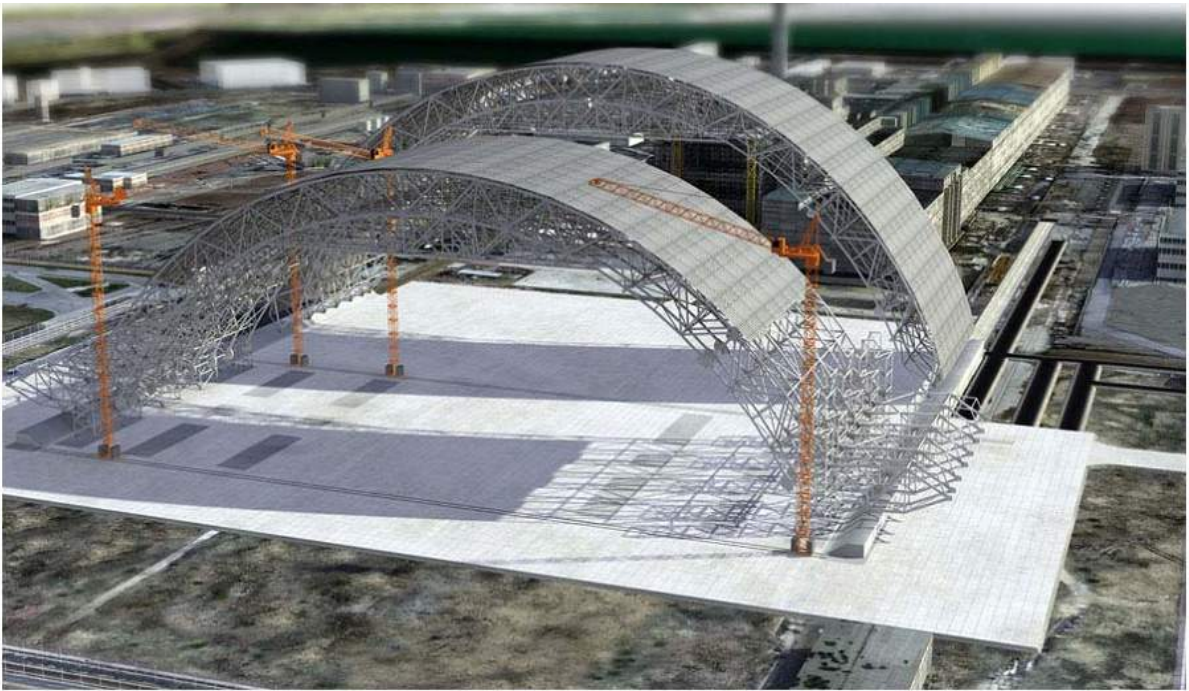


*Рис. 5.22. Общий вид НБК.*



*Рис. 5.23. Доставка сегмента Арки на монтажную площадку.*





*Рис. 5.24. Составление Арки на монтажной площадке.*



*Рис. 5.27. Промышленная площадка Чернобыльской АЭС.*



*Рис. 5.29. Завод по переработке жидких радиоактивных отходов.*



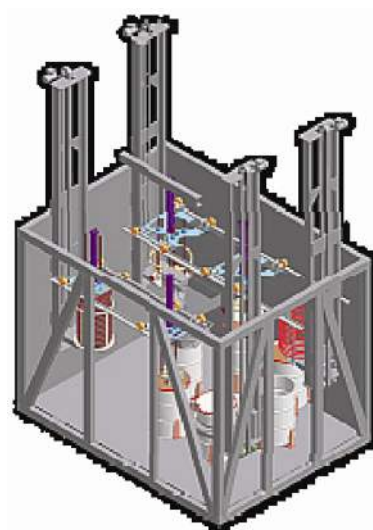
*Рис. 5.30. Промышленный комплекс по обращению с твердыми радиоактивными отходами.*



*Рис. 5.31. Комплекс по производству металлических бочек и железобетонных контейнеров для хранения радиоактивных отходов.*



*Рис. 5.32. Размещение специзделий в центральном зале.*



*Рис. 5.33. Установка по измельчению длинномерных отходов.*



*Рис. 5.34. Бетонные модули хранения ХОЯТ-2*



*Рис.6.1. Общий вид пускового комплекса первой очереди комплекса производств «Вектор».*



Заказчиком и получателем по Лотам 1 и 2 является ГСП ЧАЭС, по Лоту 3 – ГСП «Техноцентр». Работы по строительству ПКОТРО велись согласно проекту, утвержденному постановлениями КМУ от 26.12.2003 №816-р от 27.12.2006 г. №659-р.

Согласно Контракту 1L10/99, подписанному 05 марта 2001 г., подрядчиком стала компания NUKEM Technologies GmbH (Германия). Сегодня все работы по контракту завершены. 24 апреля 2009 г. Подрядчику предоставлено Свидетельство о приемке объекта, получено разрешение на ввод в эксплуатацию Лотов 1 и 2. Работы по Лоту 3 были полностью завершены в феврале 2010 года. Завершение работ по вводу в эксплуатацию ожидается в первом полугодии 2011 года. Однако следует отметить, что нерешенными остались те вопросы, которые напрямую влияют на эффективность эксплуатации объектов:

- слишком консервативные критерии приемки твердых РАО на ЗПТРО, что требует выполнения дополнительных операций по характеристике и сортировке твердых высокоактивных отходов, образующихся при СЭ ЧАЭС и преобразованию ОУ, перед их приемом на кондиционирование;
- слишком консервативные критерии приемки кондиционированных РАО на захоронение, что приведет к значительному увеличению их объемов;
- как следствие – большие эксплуатационные расходы.

#### ***Комплекс по производству металлических бочек и железобетонных контейнеров для хранения радиоактивных отходов ГСП ЧАЭС КПМБукРАО)***

Комплекс по производству металлических бочек и железобетонных контейнеров для хранения радиоактивных отходов ГСП ЧАЭС (рис. 5.31 см. цвет. вклад.) должен обеспечить безопасную переработку, транспортировку, хранение переработанных РАО. Будут производиться транспортно-защитные контейнеры объемом 3м<sup>3</sup> и металлические цилиндрические бочки (первичные упаковки) с крышками четырех типов, различающихся по размеру, конструкции, материалам и сроками эксплуатации. Комплекс возводится в рамках контракта №99691 от 28.12.2007 г. корпорацией «Укртрансстрой», Украина. Финансирование проекта осуществляется за счет средств Европейского Союза.

На сегодняшний день на площадке строительства, в промышленной зоне г. Славутич, завершаются строительные-монтажные работы. Срок реализации работ по контракту – второй квартал 2011 года.

#### ***Модернизация производственных мощностей для измельчения длинномерных отходов на Чернобыльской АЭС***

Оборудование и специзделия, которые использовались в процессе эксплуатации в активной зоне реакторов (рис. 5.32 см. цвет. вклад.), сейчас находятся на хранении в бассейнах выдержки, технологических шахтах, а также в реакторах блоков №1, №2 и №3. Ориентировочно объемы от их переработки составят около 2000 м<sup>3</sup>. Кроме того, в бассейнах выдержки ХОЯТ-1 находится около 18000 пеналов из нержавеющей стали длиной более 10 м, в которых сейчас находятся ОТВС и которые освободятся после отправки ОЯТ на ХОЯТ-2.

Практически все специзделия имеют длину от 6-ти до 22-х метров, что требует использования для их обработки специального оборудования и технологических процессов (рис. 5.33 см. цвет. вклад.). Кроме того, специзделия имеют разную степень активации по высоте в зависимости от размещения их относительно центра активной зоны. Это требует дифференцированного подхода к определению радиационного состояния и выбора методов предварительной обработки специзделий. Модернизация производственных мощностей для измельчения длинномерных отходов на Чернобыльской АЭС как раз и направлена на решение этих задач.

Проект «Модернизация производственных мощностей по измельчению длинномерных отходов на Чернобыльской АЭС» осуществляется при поддержке ЕС в рамках контракта

№TACIS/2007/132-889 от 03.08.2009 г., Подрядчик – компания «AMEC Nuclear International Ltd», (Великобритания). Срок реализации проекта – 02.02.2013 г. (с учетом гарантийного срока 365 дней).

С расширением работ по снятию с эксплуатации и преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему количество РАО разных видов и разной степени активности значительно увеличивается и требует еще целого ряда объектов для организации обращения с РАО в соответствии с действующими нормами и стандартами. Это касается демонтированных железобетонных и металлических конструкций, кабельной продукции, строительных отходов. Так, по результатам КИРО, количество загрязненного металла из трёх энергоблоков составляет около 90 тыс. тонн, 80% которого является радиационно загрязненным. Поэтому задача создания интегрированной системы обращения с РАО на площадке ЧАЭС является одной из приоритетных.

Общегосударственной целевой экологической программой обращения с РАО определен перечень необходимых дополнительных установок (табл. 5.6):

**Таблица 5.6.**

*Перечень необходимых дополнительных установок*

| <b>Необходимые установки</b>   | <b>Срок введения в эксплуатацию</b> |
|--|-------------------------------------|
| Установка предварительной очистки ЖРО с изъятием ТУЭ и органических веществ                | 2012                                |
| Буферное хранилище НСА-КИО, буферное хранилище загрязненного демонтированного оборудования | 2013                                |
| Участок обращения с твердыми НСА-ДС РАО  | 2012                                |
| Установка обработки кабельной продукции  | 2012                                |
| Хранилище ДС РАО и ВАО   | 2013                                |
| Комплекс по переработке радиоактивно загрязненного металла                                 | 2013                                |
| Участок фрагментации и разборки крупногабаритного оборудования                             | 2012                                |

По некоторым позициям уже начаты работы. Так, на данном этапе ведется опытная эксплуатация пилотной установки предварительной очистки вод ОУ от органических соединений и ТУЭ, на которой будет испытываться предложенная технология очистки. Эти работы ведутся при поддержке МАГАТЭ. После ее апробирования работы перейдут в следующую фазу – создание промышленной установки.

После сооружения и ввода в эксплуатацию новых объектов на ЧАЭС будет значительно расширена возможность переработки радиоактивных отходов, образующихся при снятии с эксплуатации блоков, и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему.

#### **5.2.4. Промежуточное хранилище отработанного ядерного топлива «сухого типа» (ХОЯТ-2)**

На Чернобыльской АЭС хранение отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) осуществляется в хранилище мокрого типа (ХОЯТ-1), которое было введено в эксплуатацию в 1986 году, и в приреакторных бассейнах выдержки отработанного ядерного топлива (ОЯТ).

За историю своей эксплуатации Чернобыльская АЭС накопила на своей площадке более 21 тысячи единиц ядерного топлива (отработавших тепловыделяющих сборок). Проектная мощность и проектные сроки возможной безопасной эксплуатации ХОЯТ-1 не позволяют разместить для долговременного хранения все ОТВС, имеющиеся на ЧАЭС. Это определило необходимость строительства другого хранилища отработанного ядерного топлива (ХОЯТ-2) (рис. 5.34 см. цвет. вклад.).

20 декабря 1995 года был заключен «Меморандум о взаимопонимании между правительствами стран «Большой семерки», Комиссией европейского содружества и Правительством Украины о закрытии Чернобыльской АЭС». Условием перехода от этапа прекращения эксплуатации к этапу

снятия с эксплуатации является освобождение энергоблоков от ядерного топлива. Учитывая отечественный и мировой опыт обращения с ОЯТ, по результату открытого международного тендера, для ОЯТ Чернобыльской АЭС было выбрано строительство хранилища с системой сухого хранения топлива в герметичных пеналах, расположенных в вентилируемых бетонных модулях.

Строительство ХОЯТ-2 позволит Чернобыльской АЭС разместить весь объем накопленного ОЯТ для долговременного безопасного хранения и вывести из эксплуатации ХОЯТ-1. 12 ноября 1996 года между Европейским банком реконструкции и развития (далее – ЕБРР), Правительством Украины и Чернобыльской АЭС подписано Соглашение о гранте №006, которое 18 марта 1997 года было ратифицировано Верховной Радой Украины. Согласно данному Соглашению с ЕБРР, строительство ХОЯТ-2 финансируется из средств Счета ядерной безопасности.

Первым генеральным подрядчиком была фирма FRAMATOME. Но с апреля 2003 года строительство ХОЯТ-2 было остановлено из-за значительных отклонений от требований Технического задания, и контракт с FRAMATOME расторгнут. 17 сентября 2007 года между ГСП ЧАЭС и Holtec International заключен контракт №ChNPP/C2/10/062 на завершение проекта ХОЯТ-2. Согласно условиям Контракта, проект реализуется в два этапа (Разрешения):

- Разрешение 1 – разработка проектной документации, сопровождение комплексной государственной экспертизы и утверждение проекта, сопровождение получения разрешения на возобновление строительства;
- Разрешение 2 – поставка материалов и оборудования, строительно-монтажные работы, пусконаладочные испытания, сопровождение получения разрешения на ввод в эксплуатацию ХОЯТ 2.

Согласно графику выполнения работ по Контракту, разработан проект «ГСП ЧАЭС. Хранилище отработанного ядерного топлива (ХОЯТ-2). Проект завершения строительства» и предварительный отчет по анализу безопасности (ПОАБ) ХОЯТ-2. ХОЯТ-2 обеспечит приемку на хранение, подготовку к хранению и хранение в течение 100 лет более 21000 ОТВС РБМК-1000 при производительности 2500 ОТВС в год.

ХОЯТ-2 состоит из 2-х частей:

- Установка по подготовке отработанного топлива к хранению (УПОТХ).

Функцией УПОТХ является подготовка к хранению и упаковка более 21 000 ОТВС, около 2 000 ОДП и более 23 000 удлиняющих стержней, поступающих из энергоблоков ЧАЭС №1 и №2 и с ХОЯТ-1. Установка спроектирована для обеспечения минимальной годовой производительности по обработке 2500 ОТВС или ОДП.

- Зона хранения отработанного топлива (ЗХОТ).

В ЗХОТ осуществляются следующие операции:

- транспортировка пеналов, заполненных отработанным ядерным топливом из УПОТХ в ЗХОТ с помощью системы манипулирования и транспортировки пеналов;
- загрузка пеналов в горизонтальные бетонные модули-хранилища (БМХ) с проектным ресурсом 100 лет;
- хранения пеналов с ядерным топливом в течение 100 лет.

Завершение строительства и начало работ по вводу ХОЯТ-2 в эксплуатацию прогнозируется на середину 2013 года.

### **5.3. Международное сотрудничество по вопросам преобразования объекта «Укрытие» и снятия ЧАЭС с эксплуатации**

Авария на ЧАЭС в 1986 году коренным образом повлияла на жизнь миллионов людей и вызвала глубокую обеспокоенность мирового сообщества. Для преодоления ее последствий было необходимым объединение усилий мирового сообщества, поэтому международное

сотрудничество стало определяющим для ликвидации последствий аварии. Начиная с 1990 года, фокус международного сотрудничества сосредоточился на повышении безопасности, и выделились приоритетные направления: окончательная остановка ЧАЭС и преобразование разрушенного четвертого блока в экологически безопасную систему.

Преобразование ОУ в экологически безопасную систему было и остается одной из важнейших проблем, связанных с ликвидацией последствий Чернобыльской аварии и с безопасностью окружающей среды.

Первым шагом международного сотрудничества в этом направлении стало объявление в 1992 году международного конкурса проектов и технических решений по преобразованию ОУ в экологически безопасную систему. По итогам этого конкурса, была принята Концепция поэтапного преобразования ОУ в экологически безопасную систему, которая включала этапы стабилизации состояния существующего объекта «Укрытие», строительство нового защитного сооружения вокруг ОУ («Укрытие-2»), сооружение приповерхностных хранилищ радиоактивных отходов, удаление, кондиционирование и складирование в хранилищах радиоактивных материалов, находящихся в ОУ.

В 1993 году Комиссия Европейского Сообщества объявила тендер на разработку технико-экономического обоснования (ТЭО) первых этапов концепции – стабилизации состояния существующего ОУ и сооружения «Укрытия-2». Победителем тендера стал консорциум «Alliance» во главе с французской компанией «Campon Bernard SGE».

11 сентября 1995 года в Брюсселе состоялось заседание Европейской Комиссии с участием делегации Украины для определения и координации последующих мероприятий на основе исследований консорциума «Alliance». Результатом этой встречи стало соглашение, которое Европейская Комиссия заключила в рамках проекта TACIS с консорциумом «Alliance» и фирмой «Trischler und Partner GmbH» на разработку кратко- и долгосрочных мероприятий. В рамках этого проекта был разработан Рекомендуемый Курс Действий, в котором определены потенциальные краткосрочные и долгосрочные мероприятия и предложен комплекс первоочередных мер.

В продолжение работ по проекту «Чернобыльский блок №4. Краткосрочные и долгосрочные меры» при взаимодействии Комиссии Евросоюза, Украины, США и группы международных экспертов был разработан «План осуществления мероприятий на Объекте Укрытие (Shelter Implementation Plan (SIP))», принятый на заседании Большой семерки в июне 1997 года. Этот План определил основную концепцию, в том числе ряд шагов, направленных на приведение ОУ в экологически безопасное состояние.

20 ноября 1997 года в Нью-Йорке состоялась конференция стран-доноров, которые взяли обязательства относительно выделения средств на реализацию данного Плана в специально созданный Чернобыльский Фонд «Укрытие» (ЧФУ). Управление Фондом было поручено Европейскому банку реконструкции и развития (ЕБРР). На конференции также было подписано соглашение между Украиной и ЕБРР относительно деятельности Фонда («Рамочное соглашение»). В настоящее время странами-донорами стали уже 28 стран.

20 апреля 1998 года был подписан контракт с победителем тендера Консультантом Группы Управления Проектом SIP. Им стал консорциум, в который вошли компании Bechtel (США), Battelle (США) и EDF (Франция).

За последнее время достигнут прогресс в рамках реализации Плана SIP. В 2008 году завершена первая фаза плана. Актом Государственной приемочной комиссии от 29 октября 2008 года были приняты в эксплуатацию строительные конструкции объекта «Укрытие» после выполнения стабилизационных мероприятий. Разработчиком проекта стабилизационных мероприятий был украинский консорциум в составе Киевского института «Энергопроект», научно-исследовательского института строительных конструкций и института проблем безопасности АЭС Национальной академии наук Украины. Строительные работы



осуществлялись генеральным подрядчиком в составе: ЗАО «Атомбудекспорт», ЗАО Управление строительства Ровенской АЭС, ОАО «Южтеплоэнергомонтаж», и государственным предприятием «Южтеплоэнергомонтаж-инжиниринг». На сегодняшний день это самый масштабный, завершённый реализацией, проект SIP. В этом же году был проведен тендер на строительство нового безопасного конфайнмента (НБК) и заключен контракт с победителем-консорциумом NOVARKA. На сегодняшний день работы по сооружению фундаментов НБК уже начались. В то же время реализуются не все, важные для безопасности, меры, предусмотренные Планом SIP. Так, например, работы по разработке технологии извлечения ТСМ из разрушенного четвертого блока (задача 20) и очистки воды объекта Укрытие от трансураниевых элементов и органических соединений (задача 13) были перенесены на неопределенный срок, а их финансирование в рамках Плана SIP было приостановлено.

Также ЧАЭС активно сотрудничает с международным сообществом и по вопросам снятия с эксплуатации.

Первые попытки оценить стоимость работ по снятию с эксплуатации ЧАЭС были сделаны в рамках программы TACIS. В 1996 году компанией AEA Technology был разработан «План снятия с эксплуатации ЧАЭС» («Chernobyl Decommission Plan» (CDP)). Согласно CDP, целесообразным был признан вариант снятия с эксплуатации энергоблоков ЧАЭС, который предусматривает консервацию оборудования в существующих строительных конструкциях на период не менее 30 лет с проведением минимально необходимых работ по демонтажу реакторных установок.

Кроме этого, в CDP ориентировочно указаны расчеты трудозатрат, финансовые потребности всего проекта вывода ЧАЭС из эксплуатации до начала периода консервации, определен перечень и основные характеристики объектов, которые необходимо построить на площадке станции для обеспечения процесса снятия с эксплуатации энергоблоков и обращения с радиоактивными отходами (РАО).

В 1996 году был начат Проект повышения ядерной безопасности ЧАЭС. Этот проект финансируется согласно Соглашению о Гранте между Украиной и ЕБРР из Счета ядерной безопасности. В рамках данного проекта проводились мероприятия по повышению безопасности блока №3 ЧАЭС, а сейчас ведутся работы по доработке технологического процесса завода по переработке жидких радиоактивных отходов и доработке проекта хранилища отработанного ядерного топлива (ХОЯТ-2).

С 1997 года были начаты работы по завершению строительства промышленно-отопительной котельной (ПОК) за счет международной помощи (Министерство энергетики США) и взноса Украины. Промышленно-отопительная котельная, которая предназначена для теплоснабжения объектов площадки после окончательной остановки энергоблоков, была введена в эксплуатацию в июне 2001 года.

На сегодня Украина является одной из основных стран-получателей технической помощи со стороны Европейского Союза. На площадке ЧАЭС, в различных стадиях реализации, выполняются 5 проектов, начатых в рамках программы технической помощи для стран СНГ TACIS:

- сдан в эксплуатацию промышленный комплекс по обращению с твердыми РАО (ПКОТРО);
- ведутся дополнительные работы в рамках проекта ПКОТРО – в т.ч. установка вентиляционной системы для здания 84;
- комплекс по производству металлических бочек и железобетонных контейнеров для хранения радиоактивных отходов ЧАЭС;
- модернизация установки для резки длинномерных отходов ЧАЭС;
- создание системы информационной поддержки снятия с эксплуатации для ЧАЭС.

Проект «Создание системы информационной поддержки снятия с эксплуатации для ЧАЭС» был начат 26 мая 2009 года. Его внедрение вызвано необходимостью сохранения и актуализации информации, получаемой в ходе реализации этапов прекращения и снятия с эксплуатации (СЭ) блоков ЧАЭС. Реализация проекта позволит выбирать наиболее оптимальные организационные и технические решения по снятию с эксплуатации; обеспечить поддержку при планировании работ по СЭ; сохранение и актуализацию информации, полученной на всех этапах СЭ.

С 2001 года целенаправленную поддержку Украине в направлении снятия с эксплуатации ЧАЭС осуществляет МАГАТЭ. Начиная с 2001 года, ЧАЭС получает техническую помощь в рамках четырех национальных проектов, главной целью которых является оказание помощи в реализации задач, предусмотренных Общегосударственной программой снятия ЧАЭС с эксплуатации, а также в обращении с радиоактивными отходами на чернобыльской площадке. Помощь МАГАТЭ реализуется путем проведения семинаров, учебных курсов, экспертных миссий, визитов по обмену опытом. В рамках этого сотрудничества главными направлениями являются передача опыта и знаний по разработке документации по снятию с эксплуатации, по оценке безопасности при снятии с эксплуатации, по демонтажу и современным технологиям дезактивации оборудования; оказание поддержки в создании и совершенствовании системы обращения с РАО ЧАЭС, включая радиоактивные материалы ОУ; в создании системы управления персоналом для задач снятия с эксплуатации.

С участием экспертов МАГАТЭ осуществляется разработка и актуализация ряда важных документов, таких, как «Интегрированная программа обращения с РАО», «Проект снятия с эксплуатации» и ряда других документов, регулирующих обращение с РАО и вопросы СЭ.

Следует отметить также ряд проектов, реализованных в 2004-2006 гг. при поддержке Министерства промышленности и торговли Великобритании (DTI), направленных на разработку документации для СЭ и необходимых для лицензирования новых объектов. Сегодня свою готовность поддержать деятельность по СЭ блоков ЧАЭС и преобразованию объекта «Укрытие» выражает Норвегия, о чем был подписан Протокол о намерениях 28 ноября 2006 г.

Есть надежда, что внимание международного сообщества к Чернобыльской АЭС и объекту «Укрытие» не прекратится в день завершения надвигки Арки, и Украина не останется наедине со своими проблемами.

## **6. ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ, ОБРАЗОВАВШИМИСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ**

### **6.1. РАО Чернобыльской аварии: история обращения, виды и объемы РАО, современное состояние дел, проблемы и планы дальнейших действий**

За время, прошедшее с 26 апреля 1986 года, проблемы, связанные с радиоактивными отходами чернобыльского (аварийного) происхождения, в общегосударственной системе обращения с радиоактивными отходами (РАО) не становятся меньше. Это связано не только со значительным количеством РАО чернобыльского происхождения (более 98% всех накопленных в Украине РАО), но и с экологической доступностью РАО, которые находятся в пунктах временной локализации РАО в зоне отчуждения и за ее пределами. Снижение объемов коротко живущих отходов за счет естественного распада радионуклидов компенсируется увеличением объемов долгосуществующих отходов вследствие накопления альфа-излучающего радионуклида америций-241.

Основные стратегические задания надежной изоляции РАО, в том числе высокоактивных и долгосуществующих отходов, остаются на повестке дня еще и потому, что Украина провозгласила курс на продолжение использования ядерной энергии для производства электроэнергии; а это требует постоянного развития отрасли. Только создание геологического хранилища РАО позволит гарантировать надежную безопасность нынешних и будущих поколений от вредного воздействия радиоактивных отходов.

Анализ ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы привел к пониманию того, что необходимо иметь собственную национальную систему ядерного законодательства. Учитывая опыт наиболее развитых стран, необходимо осуществлять правовое регулирование общественных отношений при осуществлении деятельности в сфере использования ядерной энергии, создании и функционировании правовых основ системы управления и регулирования ядерной и радиационной безопасности, обеспечить безусловность приоритета защиты человека и окружающей среды от воздействия ионизирующего излучения и т.п.

После обретения Украиной независимости создана достаточно полная и гармоничная система национального законодательства. Верховным Советом Украины ратифицирован ряд международных конвенций, а именно:

Конвенция о ядерной безопасности;

Конвенция об оперативном оповещении о ядерной аварии;

Конвенция о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации;

Объединенная Конвенция о безопасности обращения с отработанным ядерным топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами и др.

Базовым законом в сфере использования ядерной энергии является Закон Украины

«Об использовании ядерной энергии и радиационной безопасности», принятый в 1995 г.

К системе ядерного законодательства можно отнести также законы Украины:

«Об обращении с радиоактивными отходами»;

«О защите человека от воздействия ионизирующего излучения»;

«О физической защите ядерных установок, ядерных материалов, радиоактивных отходов, других источников ионизирующего излучения»;

«Об общих основах дальнейшей эксплуатации и снятии с эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразовании разрушенного четвертого энергоблока этой АЭС в экологически безопасную систему»;

«О разрешительной деятельности в сфере использования ядерной энергии»;

«О гражданской ответственности за ядерный ущерб и ее финансовое обеспечение» и др.

Законом Украины «Об обращении с радиоактивными отходами» [1], разработка которого была инициирована специалистами Госкомчернобыля (Минчернобыля), заложены достаточно прогрессивные для своего времени законодательные нормы; а именно, разделены сфера использования ядерной энергии и сфера обращения с радиоактивными отходами с целью недопущения ведомственного подхода к обеспечению безопасности при их длительном хранении или захоронении. Был введен запрет на проведение работ по захоронению радиоактивных отходов организациями-производителями таких отходов, а также на захоронение жидких отходов. Учитывая чрезвычайную длительность потенциальной опасности радиоактивных отходов, Законом определено, что РАО переходят в собственность государства с момента их передачи от производителей отходов к специализированным предприятиям для длительного хранения или захоронения.

Законом Украины «Про обращение с радиоактивными отходами» [1] установлено, что государственная политика в сфере обращения с РАО осуществляется путем разработки и реализации государственной программы обращения с РАО, которая каждые три года пересматривается и утверждается Кабинетом Министров Украины.

Следующим шагом в развитии государственной системы обращения с радиоактивными отходами было принятие Государственной программы обращения с РАО, которая была утверждена Постановлением Кабинета Министров Украины от 29 апреля 1996 г. №480 [2]. В дальнейшем эта программа пересматривалась и утверждалась (постановления КМУ от 05.04.99 г. №542 [3], от 25.12.02 г. №2015 [4]). Однако в следующих редакциях статус Государственной программы обращения с РАО был снижен до статуса Комплексной программы.

Основные задания, которые были определены Государственной программой обращения с радиоактивными отходами:

- развитие нормативно-правовой базы в сфере обращения с РАО;
- обеспечение осуществления деятельности в соответствии с требованиями законодательства;
- ввод в эксплуатацию первой очереди комплекса производств «Вектор» по дезактивации, транспортированию, переработке и захоронению РАО с радиационно загрязненных в результате Чернобыльской катастрофы территорий;
- проектирование и строительство объектов второй очереди комплекса производств «Вектор» для переработки и хранения высокоактивных и долгосуществующих РАО;
- техническое переоснащение и перепрофилирование государственных межобластных спецкомбинатов ГК «УкрГО «Радон» для сбора и контейнерного хранения любых РАО от всех производителей радиоактивных отходов Украины;
- создание и ведение государственного реестра РАО и государственного кадастра мест хранения и захоронения РАО;
- создание геологического хранилища радиоактивных отходов и др.

Опыт проведения мероприятий Государственной программы обращения с радиоактивными отходами со всей очевидностью свидетельствует о том, что не достигается необходимая планомерность и координация работ, а также не обеспечивается наследование результатов предыдущих исследований проблемы создания геологического хранилища. Одной из причин было отсутствие стабильного финансирования. В национальном докладе Украины «20 лет Чернобыльской катастрофы: взгляд в будущее» отмечено, что из-за отсутствия действенного и эффективного управления и, соответственно, стабильного финансирования ни одна из государственных программ обращения с РАО не была выполнена в полном объеме. [5].

Обращение с радиоактивными отходами в Украине в период до 2017 года должно проводиться в соответствии с Законом Украины « Об общегосударственной целевой экологической программе обращения с радиоактивными отходами» от 17 сентября 2008 г. N 516-VI (далее – Общегосударственная программа[6]). В соответствии со Стратегией обращения с радиоактивными отходами в Украине, одобренной распоряжением Кабинета Министров Украины от 19 августа 2009 г N 990-р[7] в течение 2010-2060 годов предполагается завершить создание и обеспечение эффективного функционирования в Украине целостной системы обращения с радиоактивными отходами.

## **6.2. Создание системы локализации, хранения и захоронения РАО, образовавшихся в результате Чернобыльской катастрофы**

В результате аварии на ЧАЭС образовались огромные объемы радиоактивных отходов, которые существенно превышают объемы РАО, накопленных при осуществлении других видов деятельности, связанных с использованием ядерной энергии, источников ионизирующего излучения и радиационных технологий.

Основными местами нахождения РАО в Зоне отчуждения являются:

- объект «Укрытие» (ОУ);
- пункты захоронения РАО (ПЗРО «Буряковка», «Подлесный», III-я очередь ЧАЭС);
- пункты временной локализации РАО (ПВЛРО);
- природно-техногенная среда промплощадки ЧАЭС и прилегающей территории;
- пункты сбора и хранения отходов дезактивации (ПСОД) и пункты специальной обработки техники (ПуСО), размещенные за пределами Зоны отчуждения.

По состоянию на 2010 г. [8] общее количество РАО в Зоне отчуждения (без объекта «Укрытие») составляет около  $2,8E+6$  м<sup>3</sup>. Из них в ПЗРО и в ПВЛРО находится свыше  $1,94E+6$  м<sup>3</sup> РАО с общей активностью около  $7,25E+15$  Бк (по данным 4-й государственной инвентаризации 2010 г.) [9]. Общая активность радиоактивных веществ в природных объектах Зоны отчуждения (в поверхностном слое грунта, донных отложениях водоемов, растительности и т.п.) составляет более  $8,50E+15$  Бк.

РАО чернобыльского происхождения являются чрезвычайно разнообразными по радионуклидному составу, уровням удельной активности и составу веществ. Эти отходы характеризуются наличием широкого спектра радионуклидов, в том числе долгосуществующих. Как аварийные отходы, они хранятся в условиях, которые не в полной мере соответствуют современным требованиям норм радиационной безопасности. Для большинства хранилищ РАО Зоны отчуждения регистрируется выход радионуклидов за пределы хранилищ, загрязнение грунтовых вод из-за отсутствия адекватной системы инженерных барьеров и периодического подтопления некоторых ПВЛРО.

В процессе эксплуатации объекта «Укрытие», в том числе при осуществлении мероприятий по преобразованию его в экологически безопасную систему (этап стабилизации), образуются значительные объемы твердых РАО, которые захоранивают в пункте захоронения радиоактивных отходов «Буряковка»  $0,5E+6$ .

На промплощадке ЧАЭС в целом находится 500 тыс. м<sup>3</sup> РАО низкой и средней активности, которые представлены грунтами, металлом, бетоном, оборудованием, разными материалами и т.п. В хранилищах для твердых и жидких отходов, по состоянию на 01.01.10 г., размещено [6]:

ТРО – 2500 м<sup>3</sup>, активностью  $1,40E+14$  Бк,

ЖРО – 19800 м<sup>3</sup>, активностью  $3,85E+14$  Бк.

В соответствии с утвержденной «Стратегией преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему», ТСМ, ВАО и другие долгосуществующие отходы будут

извлекаться из ОУ, и направляться в геологическое хранилище. Первый этап этой Стратегии – стабилизация конструкций ОУ, второй – сооружение НБК и подготовка к извлечению ТСМ, осуществляются в рамках проекта: «План осуществления мероприятий на объекте «Укрытие».

К проблемам, сопутствующим деятельности по преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, помимо связанных с доказательством надежности уникального сооружения – НБК, следует отнести необходимость разработки технических средств для извлечения ТСМ, их сортировки, кондиционирования и упаковки, а также средств доставки их в хранилища. Требуют решения и проблемы обращения с радиоактивными отходами, образующимися в результате проведения грунтовых подготовительных работ при строительстве фундаментов НБК.

Государственное специализированное предприятие ГСП «Комплекс» с 1987 по 2010 гг. осуществляло работы по сбору, транспортированию и захоронению РАО в Зоне отчуждения, эксплуатацию действующего ПЗРО «Буряковка», мониторинг законсервированных ПЗРО «Подлесный» и «III-я очередь ЧАЭС», а также пунктов временной локализации радиоактивных отходов (ПВЛРО). ПЗРО и ПВЛРО в Зоне отчуждения. Эти пункты создавались в 1986 году – в экстремальных послеаварийных условиях и в настоящее время не соответствуют действующим нормативным требованиям к объектам, предназначенным для обращения с РАО.

ПЗРО «Буряковка» эксплуатируется с 1987 года и предназначен для размещения РАО с мощностью экспозиционной дозы облучения (МЭД) на поверхности отходов до 1 Р/час. Решением Правительственной комиссии было разрешено принимать на захоронение отходы с МЭД до 5 Р/час. Эксплуатация ПЗРО продолжается. По состоянию на 01.01.2010 г., его общий объем –  $6,90E+4$  м<sup>3</sup>, заполнено –  $6,06E+4$  м<sup>3</sup>, активность –  $2,51E+15$  Бк [8].

Тип хранилища ПЗРО «Буряковка» – приповерхностный, траншейный. Общее количество траншей – 30. Проектный объем каждой заполненной траншеи составляет 22 тыс.м<sup>3</sup>. Свободный объем ПЗРО составляет около 35 тыс. м<sup>3</sup>, в связи с этим запланирована его реконструкция.

Из-за того, что проектные объемы «Буряковка» исчерпаны, эксплуатирующая организация ГСП «Комплекс» планирует провести его реконструкцию с целью создания дополнительных мощностей для захоронения низкоактивных РАО, которые образовались при работах на Чернобыльской АЭС и в Зоне отчуждения. Запланирована также переоценка безопасности для обеспечения эксплуатационной и длительной безопасности захоронения с учетом всех запланированных для захоронения объемов РАО и состояния защитных барьеров.

ПЗРО «Подлесный» (эксплуатировался с декабря 1986 года до 1988 года). На ПЗРО «Подлесный» принимали РАО с МЭД до 50 Р/час; со временем, по решению Правительственной комиссии, в нем размещались РАО с МЭД до 250 Р/час. Общий объем РАО –  $1,10E+4$  м<sup>3</sup>, суммарная активность оценивается в  $2,59E+15$  Бк[8]. На текущий момент выполнена предварительная оценка безопасности ПЗРО «Подлесный». С учетом этой оценки разработан проект консервации, реализация которого позволит укрепить существующие инженерные барьеры хранилища и усовершенствовать систему мониторинга. Завершается экспертиза ядерной и радиационной безопасности проекта. Основное внимание при его реализации будет уделено обеспечению радиационной безопасности персонала, который будет выполнять работы в радиационно-сложных условиях на территории хранилища.

Практически все РАО в ПЗРО «Подлесный» являются долгосуществующими и подлежат захоронению в геологическом хранилище. Наличие многочисленных трещин в бетонном фундаменте и стенах сооружения обуславливает необходимость всестороннего обследования состояния его конструкций и принятия необходимых мер по повышению безопасности.

ПЗРО «3-я очередь ЧАЭС» (эксплуатировался до конца 1986 года) был построен для РАО с МЭД до 1 Р/час, однако в нем размещались отходы с большими значениями МЭД. ПЗРО содержит  $2,62E+4$  м<sup>3</sup> низко- и среднеактивных РАО, в том числе долгосуществующих,

суммарной активностью  $3,43E+14$  Бк [8]. Разработан проект консервации этого ПЗРО, реализация которого позволит создать дополнительные барьеры, препятствующие попаданию в хранилище атмосферных осадков, и усовершенствовать систему мониторинга. Проект консервации этого хранилища, по результатам экспертизы ЯРБ, получил положительный отзыв.

На территории зоны отчуждения размещено девять ПВЛРО: Станция Янов, «Нефтебаза», «Песчаное плато», «Рыжий лес», «Старая стройбаза», «Новая стройбаза», «Припять», «Копачи», «Чистоголовка». Эти ПВЛРО были созданы в 1986–1988 гг. при проведении дезактивации объектов и территории Зоны отчуждения с локализацией отходов на месте: в простых траншеях или буртах, которые были оборудованы инженерными барьерами. Работы по созданию, заполнению и закрытию траншей ПВЛРО проводили военизированные формирования Гражданской обороны в условиях высоких уровней ионизирующего излучения, из-за чего проектная документация отсутствует, так же, как и топографические координаты этих объектов.

В девяти ПВЛРО на общей площади приблизительно  $10 \text{ км}^2$  сосредоточено около 1000 траншей и буртов. Для удобства учета группы траншей поделены на сектора, названия которым присвоены по территориальному признаку. Больше половины ПВЛРО, даже через двадцать пять лет после аварии, до сих пор не обследовано. Для части ПВЛРО и сегодня остаются неизвестными точные места нахождения и характеристики размещенных в них РАО. В предыдущие годы полностью обследованы ПВЛРО «Нефтебаза» и ПВЛРО «Песчаное плато»; частично обследованы ПВЛРО «Рыжий лес» и ПВЛРО «Станция Янов». Отходы в ПВЛРО представлены загрязненной почвой, оборудованием, металлом, бетоном, строительными материалами, древесиной, остатками снесенных жилых построек, мусором и т.п. По оценкам, в ПВЛРО сосредоточено около  $1,30E+6 \text{ м}^3$  отходов суммарной активностью  $1,80E+15$  Бк [6]. В основном это РАО низкой активности. Практически все отходы содержат долгоживущие радионуклиды. Все ПВЛРО размещены на местности с высоким уровнем грунтовых вод; около 100 траншей с отходами постоянно или периодически подтапливаются.

Необходимо определить их характеристики (объемы и активность РАО, нуклидный состав, условия хранения) для того, чтобы провести оценку их безопасности, определить динамику миграции радионуклидов и разработать меры по минимизации их негативного воздействия. Только на основе результатов этих оценок может быть определена целесообразность и очередность извлечения и перезахоронения РАО из мест их нынешнего нахождения.

Для принятия решений о дальнейшем приведении хранилищ РАО в соответствие требованиям радиационной безопасности и оптимизации расходов на выполнение работ по консервации или перезахоронению РАО необходимо провести анализ безопасности и оценку воздействия на окружающую среду. Существует необходимость в разработке конкретных организационных мер, оценке рисков и контрмер для предотвращения аварийных ситуаций при строительстве и эксплуатации новых объектов для обращения с РАО. Исходя из этого, требуют доработки и утверждения методики оценки рисков, аварийных планов и проектов контрмер. Для принятия взвешенных 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.

С 2002 года работы по обследованию и инвентаризации ПВЛРО не проводятся. Идентифицировано 235 мест захоронения, из которых 15 % – подтапливаемые. Глубина подтопления (от дна траншеи до уровня грунтовых вод) в паводковый период составляет 0,3–2,2 м.

Принципиально изменить ситуацию для недопущения распространения радионуклидов из ПВЛРО можно путем их перезахоронения. Однако не все траншеи заполнены радиоактивными отходами. Некоторые из них могут быть сняты с регулирующего контроля в результате достижения уровней освобождения.

За пределами Зоны отчуждения, при проведении работ по минимизации последствий аварии, также было создано определенное количество специальных объектов, на которых до сих пор проводятся работы по их мониторингу и содержанию, это:

- пункты специальной обработки (ПуСО), предназначенные для дезактивации автотранспорта и техники;
- пункты сбора и хранения отходов дезактивации (ПСОД).

По состоянию на 01.01.11 общее количество таких объектов, находящихся на учете и контроле – 54, в том числе: в Житомирской области – 29 ПСОД, объемом 18720 м<sup>3</sup>; в Киевской – 16 ПСОД, объемом 143700 м<sup>3</sup>; в Черниговской – 3 ПСОД, объемом 9300 м<sup>3</sup>; и 6 ПуСО в Киевской области [8].

Пункты сбора и хранения отходов дезактивации были созданы в 1986-89 гг. в результате проведения работ по дезактивации населенных пунктов, из которых не проводилась эвакуация населения, формированиями Гражданской обороны. Так же, как и в Зоне отчуждения, на эти объекты не было проектной документации, отсутствовали точные координаты размещения их на местности и сведения об объемах и активности отходов.

В таких сооружениях захоронены отходы дезактивации, которые, по удельной активности, в большинстве случаев не являются радиоактивными отходами, однако представляли на то время определенную опасность для человека и окружающей среды.

С начала 90-х годов Министерством Украины по делам защиты населения от последствий аварии на Чернобыльской АЭС была развернута широкая программа дезактивации радиационно загрязненных населенных пунктов [10]. Однако сама дезактивация зданий, сооружений и территории не была главной целью работ. Уже тогда было ясно, что уменьшение доз облучения населения (через 3–4 года после аварии) за счет дезактивации территорий населенных пунктов будет очень незначительным при чрезвычайно высоких затратах. Основным заданием этого периода было улучшение социально-бытовых условий проживания людей (Постановление КМ УССР от 23 июня 1991 г. №106).

Мониторинг и обслуживание ПуСО и ПСОД осуществляет Киевский государственный межобластной спецкомбинат корпорации «УкрГО «Радон».

Проведение дезактивационных работ после аварии на ЧАЭС, как противорадиационного мероприятия (вмешательства), требует отдельных разъяснений.

Оценку эффективности дезактивационных работ, осуществленных в населенных пунктах с различными уровнями радиоактивного загрязнения, с учетом анализа практики и современных подходов к планированию и оптимизации контрмер (вмешательство) при радиационных авариях, удалось провести на основе «Инструктивно-методических рекомендаций по оптимизации прямых контрмер на поздней фазе радиационной аварии», разработанных Научным центром радиационной медицины АМН Украины [11].

Как и любая другая контрмера, в рамках вмешательства при радиационной аварии, дезактивация должна планироваться и проводиться в соответствии с принципами противорадиационной защиты. Так, в соответствии с принципом оправданности, польза для общества и человека от предотвращенной дезактивацией дозы, а, следовательно, предотвращенных возможных неблагоприятных эффектах для здоровья, связанных с облучением, должна быть больше, чем суммарный ущерб (медицинский, экономический, социально-психологический и т.д.), связанный с проведением этого вмешательства. В соответствии с принципом оптимизации, форма и масштабы дезактивационных работ должны выбираться таким образом, чтобы разница между суммарной пользой и суммарным ущербом была не только положительной, но и максимальной. Другими словами, всякая планируемая контрмера должна быть оправданной и оптимальной.

С 1991 года, когда в Украине была утверждена Концепция проживания населения на территориях с повышенными уровнями радиоактивного загрязнения вследствие Чернобыльской



катастрофы (утверждена постановлением КМ УССР от 27 февраля 1991 г. за № 91–12) и приняты соответствующие законы [12, 13], планировались и проводились масштабные дезактивационные работы. Было принято решение проводить дезактивационные работы в зоне добровольного отселения (III-я зона), в населенных пунктах, где величина суммарной годовой эффективной дозы дополнительного (аварийного) облучения превышала 1 мЗв. В соответствии с этим решением, только Научно-техническим центром комплексного обращения с радиоактивными отходами (г. Желтые Воды) по заказу Минчернобыля в 1992–1993 годах было разработано более 40 проектов на проведение дезактивационно-восстановительных работ в населенных пунктах Киевской, Житомирской, Черниговской, Черкасской, Ровенской и Сумской областей. Однако, на этапе планирования дезактивационных работ не всегда проводилась процедура обоснования их оправданности и оптимальности по форме и масштабам, в результате этого в большинстве случаев дезактивационные работы, проведенные через 4–10 лет после аварии, оказались малоэффективными с точки зрения уменьшения доз аварийного облучения населения.

Одним из населенных пунктов, где были осуществлены масштабные дезактивационные работы, был город Коростень Житомирской области. В 1995–96 гг. специалистами НЦРМ АМН Украины по заданию Минчернобыля Украины была выполнена научно-исследовательская работа по комплексному радиоэкологическому мониторингу г. Коростень, в которой проведен анализ эффективности дезактивационных работ [14].

Город Коростень площадью около 46,2 км<sup>2</sup>, 20 км<sup>2</sup> которой составляют жилые и общественные застройки, с численностью населения до 70 тыс. человек отнесен к 3 зоне – зоне гарантированного добровольного отселения [15]. Средняя плотность радиоактивного загрязнения территории города цезием-137, по оценкам на 1991 год, составляла 255,3 кБк·м<sup>-2</sup>, однако отдельные участки территории города характеризовались более высокими уровнями загрязнения. Так, плотность загрязнения цезием-137 более 50 % территории микрорайона Пашины превышала 370 кБк·м<sup>-2</sup>, а 20% – превышала 555 кБк·м<sup>-2</sup>. На протяжении 1988–1996 гг. на территории города Коростень, как ни в одном населенном пункте Украины, наиболее полно и детально проводился радиационный мониторинг окружающей среды и был реализован целый комплекс дезактивационных мероприятий, направленных на снижение доз облучения населения от радионуклидов «чернобыльского» происхождения.

Дезактивационные работы, проводившиеся на территории города с 1988 по 1996 гг., включали следующие мероприятия:

- снятие и вывоз «грязного» почвенного покрова с территории частных подворий и дошкольных учреждений;
- завоз «чистого» грунта на территорию частных подворий;
- замена кровель на домах и хозяйственных постройках;
- бетонирование дворов в подворьях и отмоستков вокруг зданий для общественных строений;
- асфальтирование площадок в общественных местах и дорог;
- известкование огородов на приусадебных участках.

Все эти мероприятия, за исключением известкования почв приусадебных участков, были направлены на снижение доз внешнего облучения.

В процессе проведения работ образовывались тысячи кубометров отходов дезактивации, которые, по данным городского штаба гражданской обороны города, вывозились на ПСОД и в 30-км зону отчуждения.

После завершения дезактивационных работ была проведена оценка коллективных годовых доз облучения населения города от радионуклидов цезия, предотвращенных дезактивационными мероприятиями. При оценке реализованных защитных мероприятий по критерию стоимости единицы предотвращенной дозы облучения исходили из того, что любая деятельность в рамках

противорадиационной защиты может быть эффективна и поэтому оправдана, если затраты на предотвращение единицы дозы облучения не будут превышать определенной величины – суммы средств, которую общество (государство) может позволить себе затратить на предупреждение единицы коллективной дозы облучения (1 чел.-Зв). В международной практике этот параметр определяется двумя составляющими ущерба здоровью облучаемых: объективная составляющая ( $\alpha$ -компонента) является денежным выражением негативных (стохастических) эффектов облучения для здоровья человека; вторая компонента –  $\beta$ -компонента, определяется моральными, политическими, социальными и другими составляющими ущерба, и является денежным выражением компенсации за риск для здоровья облучаемых.

По оценкам ученых НЦРМ АМНУ, приемлемая в то время в Украине стоимость  $\alpha$ -компоненты 1 чел.-Зв не превышала суммы, эквивалентной 400 долл. США за 1 чел.-Зв.

Расчет затрат в ценах 1990 г. показал, что за период 1988–96 гг. на предотвращение коллективной эффективной дозы 2,91 чел.-Зв в г. Коростене было израсходовано 4,4 млн. руб., или 6,87 млн. долл. США (1 долл. = 0,64 руб. 1990 г.). Незначительная величина предотвращенной коллективной эффективной дозы и высокая доля  $\beta$ -компоненты в сумме затрат дают основание предположить, что реализованные в разные годы на территории г. Коростень защитные мероприятия были экономически мало обоснованы. Они могут быть учтены как польза только опосредованно – через «социальный» эффект, что также не однозначно. Таким образом, приведенные в работе оценки показали, что при весьма значительных затратах дезактивационные мероприятия, реализованные на территории г. Коростень, слишком незначительно изменили дозы облучения жителей (на 1,2%), а, следовательно, не уменьшили радиационный риск для здоровья жителей города.

Результаты исследований и других аналогичных работ подтверждают тот факт, что на поздней стадии (более 2–3 лет) радиационной аварии, такой как Чернобыльская катастрофа, дезактивационные работы неэффективны как противорадиационное мероприятие на радиоактивно загрязненных территориях, где проживает население [16].

### **6.3. Создание инфраструктуры для длительного хранения и захоронения РАО, образовавшихся в результате Чернобыльской катастрофы**

Радиоактивные отходы, временно локализованные в хранилищах траншейного типа как в границах, так и за пределами зоны отчуждения, представляют радиозэкологическую опасность для нынешнего и будущих поколений. Планируется, что РАО из временных мест локализации будут извлечены и перевезены в современные хранилища, оборудованные многобарьерными инженерными системами защиты, которые надежно изолируют опасные радиоактивные материалы и оградят окружающую среду от их негативного влияния.

Извлечение отходов чернобыльского происхождения из ПВЛРО, ПуСО и ПСОД сдерживается не только отсутствием денег, технологий и технологического оборудования, которое позволит обеспечить безопасность персонала и нераспространение загрязнения при проведении работ, а, главным образом, отсутствием хранилищ, куда можно было вывезти извлеченные отходы для долговременного хранения или захоронения.

В 1996 году было создано ГСП «Техноцентр», на которое было возложено выполнение функций заказчика на проектирование и строительство комплекса производств «Вектор», предназначенного для переработки и захоронения радиоактивных отходов с территорий, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Площадка комплекса производств «Вектор» размещена в зоне отчуждения на расстоянии 1 км от ПЗРО «Буряковка» и 20 км от Чернобыльской АЭС, в границах так называемого западного следа Чернобыльского загрязнения; занимает площадь 160 га, грунтовые воды залегают на

глубине 18–21 м. В районе площадки плотность радиоактивного загрязнения достигала в 1996 г. 290 Ки/км<sup>2</sup> для цезия-137, 140 Ки/км<sup>2</sup> для стронция-90, 3,2 Ки/км<sup>2</sup> для изотопов плутония, 1,7 Ки/км<sup>2</sup> для америция-241. Без проведения широкомасштабной дезактивации эта территория бесперспективна для проживания населения.

ГСП «Техноцентр» был определен эксплуатирующей организацией хранилищ для захоронения РАО и, в соответствии с требованиями законодательства и нормативными документами, предприятие получило лицензии на проектирование, строительство и эксплуатацию приповерхностных хранилищ для захоронения РАО. Комплекс производств «Вектор» предназначен для сбора, перевозки, переработки, сохранения и захоронения твердых радиоактивных отходов (ТРАО). Он представляет собой совокупность объектов, предназначенных для обращения с РАО, расположенных на одной площадке в зоне отчуждения вместе с инфраструктурой, необходимой для обеспечения эксплуатации. В соответствии с директивными документами, строительство комплекса производств «Вектор» разделено на две очереди: 1) захоронение радиоактивных отходов с территорий, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС; 2) переработка и сохранение радиоактивных отходов с территорий, загрязненных вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. Для оптимизации финансовых затрат и ускорения введения в эксплуатацию комплекса «Вектор» из проекта I очереди был выделен пусковой комплекс, который включает по одному хранилищу для захоронения РАО каждого типа (ТРАО-1 и ТРАО-2) и объекты инфраструктуры.

Создание первой очереди комплекса производств «Вектор» было запланировано в 1996 году (Постановление Кабинета Министров Украины от 29 апреля 1996 г. №480 с изменениями), проект утвержден в 1997 году с продолжительностью строительства 5 лет; строительство начато в марте 1998 года. Стоимость строительства первой очереди составила 412,61 млн. грн. Технико-экономическое обоснование инвестиций в строительство второй очереди комплекса производств «Вектор» было одобрено распоряжением Кабинета Министров Украины от 23 декабря 2009 г. № 1605-р с продолжительностью строительства 4 года и общей стоимостью 518,955 млн. грн.

По состоянию 01.10.2010 г., освоено 189193,7 тыс. грн., в том числе строительно-монтажные работы – 146629,4 тыс. грн. В продолжение всего периода строительства деньги выделялись неритмично и в объемах, которые не позволяли выдерживать нормативные сроки строительства, что привело к созданию долгостроя.

В 2008 году было принято в эксплуатацию специально оборудованное приповерхностное хранилище твердых радиоактивных отходов (СОПХТРАО, или Лот-3, ПКОТРАО), оборудованное на площадке комплекса производств «Вектор» по отдельному проекту в рамках международной технической помощи для снятия Чернобыльской АЭС с эксплуатации. В том же году в эксплуатацию была принята большая часть объектов инженерной инфраструктуры комплекса производств «Вектор», минимально необходимых для начала эксплуатации ХТРАО.

На текущий момент эксплуатируются 43 объекта и системы пускового комплекса. В то же время хранилища ТРО-1 и ТРО-2 для захоронения РАО в составе пускового комплекса первой очереди производств «Вектор», здание для подготовки контейнеров (здание 20) и 14 объектов и систем инфраструктуры комплекса производств «Вектор» остаются не сданными в эксплуатацию. Фактическая строительная готовность объектов пускового комплекса первой очереди составляет 70–95%. Современное состояние пускового комплекса показано на рис. 6.1 (см. цвет. вклад.).

Принимая во внимание длительный период строительства, а также изменения в нормативной и законодательной базе, некоторые положения проекта первой очереди комплекса производств «Вектор» представляются устаревшими. Однако, пересмотр проекта строительства первой очереди комплекса производств «Вектор» нецелесообразен по ряду причин. Во-первых, комплекс производств «Вектор» должен принимать на хранение и захоронение не только радиоактивные отходы с территорий, загрязненных вследствие аварии на Чернобыльской АЭС,

но и все другие радиоактивные отходы Украины. Во-вторых, строительство объектов первой и второй очередей будет проводиться на протяжении многих десятилетий одновременно с эксплуатацией уже принятых объектов, поэтому необходимо объединить первую и вторую очереди в один комплексный проект и ежегодно утверждать рабочие проекты на пусковые объекты. В-третьих, предлагается изменить концепцию утверждения долгосрочных проектов, срок реализации которых превышает 5 лет, а именно – отказаться от переутверждения проектов в целом, а ограничиться только утверждением рабочего проекта на пусковые объекты.

Одним из ключевых заданий Общегосударственной программы [6] является дальнейшее развитие комплекса производств «Вектор» – продолжение строительства и эксплуатация объектов первой очереди, а также начало строительства и эксплуатации его второй очереди, которая предполагает не только захоронение, но и долговременное хранение и переработку РАО. Объекты второй очереди комплекса производств «Вектор» будут размещены на площадке первой очереди с использованием ее инфраструктуры. Взаимосвязи между этими объектами показаны на рис. 6.2 и реализуются материальными (ленточные стрелки) и информационными (обычные стрелки) потоками. Информационные потоки связывают все объекты комплекса производств «Вектор» с информационно-аналитическим центром, для чего в проекте предусмотрены соответствующие линии цифровой связи. На рис. 6.2 показана только часть информационных потоков, которая связана с учетом РАО и системами мониторинга в «условно грязной» зоне.

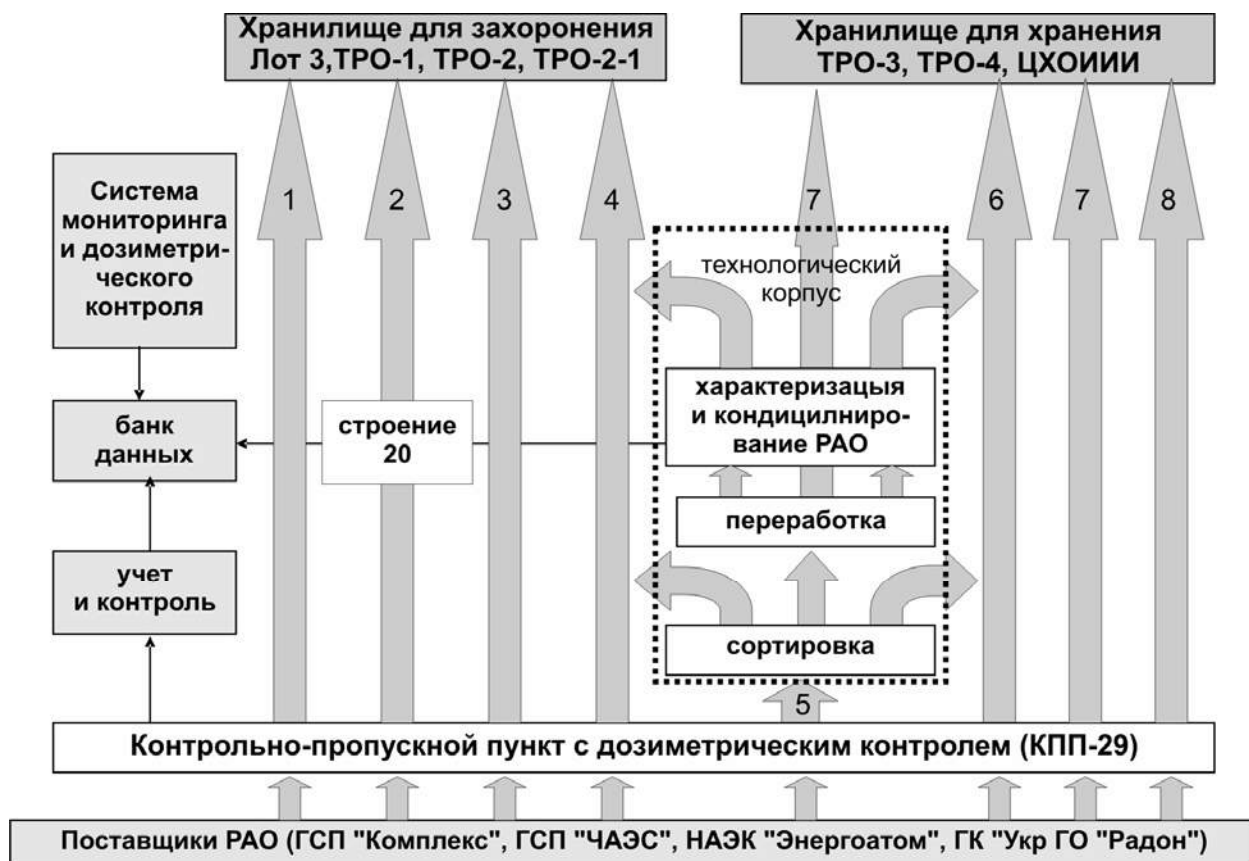


Рис.6.2. Технологическая схема обращения с РАО на комплексе производств «Вектор».

В соответствии с согласованным технико-экономическим обоснованием инвестиций в строительство второй очереди комплекса производств «Вектор», одобренного распоряжением Кабинета Министров Украины от 23.12.2009 №1605-р, запланировано сооружение централизованного хранилища для долговременного хранения отработанных высокоактивных

источников ионизирующего излучения (ЦХОВИИ), включая внедрение технологий их переработки и упаковки для долговременного хранения с учетом последующего захоронения. Реализация этого проекта осуществляется в рамках международного технического сотрудничества по инициативе Большой восьмерки (G-8) за счет финансовой поддержки проекта со стороны Великобритании.

В Зоне отчуждения сооружается ряд производств для обращения с РАО, которые накоплены на ЧАЭС, и образование которых ожидается при снятии станции с эксплуатации. К ним относятся:

- завод по переработке жидких РАО;
- промышленный комплекс по обращению с твердыми РАО (ПКОТРО), составными частями которого являются:
- установка по извлечению твердых РАО из хранилищ ЧАЭС (Лот-1);
- завод по переработке твердых РАО (Лот-2);
- приповерхностное хранилище для захоронения низко- и среднеактивных краткосуществующих отходов ЧАЭС на площадке комплекса производств «Вектор» (Лот-3).

В соответствии с требованиями Закона Украины «Об обращении с радиоактивными отходами», «Положения о Государственном реестре радиоактивных отходов» и «Положения о Государственном кадастре хранилищ и мест временного хранения радиоактивных отходов», утвержденных Постановлением Кабинета Министров Украины № 480 от 29 апреля 1996 г., ведение Реестра и Кадастра осуществляет Головной информационно-аналитический центр государственной системы учета радиоактивных отходов корпорации «УкрГО «Радон». Информация в ГИАЦ поступает из Региональных центров учета радиоактивных отходов. Региональные центры учета РАО действуют на базе государственных межобластных спецкомбинатов ГК «УкрГО «Радон» и ГСП «Комплекс».

Региональные центры ведут учет твердых и жидких отходов, отходов в виде отработавших закрытых источников ионизирующего излучения, уже находящихся на хранении в хранилищах спецкомбинатов, и учет РАО, которые находятся на предприятиях зон обслуживания спецкомбинатов. Региональный центр учета РАО ГСП «Комплекс» ведет учет радиоактивных отходов в Зоне отчуждения.

Для выявления радиоактивных отходов, обеспечения контроля за их накоплением и перемещением, сдачи их на хранение и/или захоронение спецпредприятиям, для эффективного использования имеющейся вместимости хранилищ, обеспечения постоянного обновления и своевременного внесения изменений в Реестр и Кадастр осуществляются регулярные государственные инвентаризации радиоактивных отходов и хранилищ радиоактивных отходов, включая хранилища для хранения РАО на территории производителей этих отходов. Государственные инвентаризации радиоактивных отходов осуществляются один раз в три года. Четвертая государственная инвентаризация радиоактивных отходов была проведена в 2010 году [9].

В 2009 г. Верховным Советом Украины была принята Стратегия обращения с радиоактивными отходами [15], разработанная международным коллективом специалистов [16]. В ней заложены основные положения к внедрению, которые обеспечат выход этой отрасли на принципы устойчивого развития. Из них надо выделить создание специального фонда обращения с РАО, Национальной организации по обращению с РАО, разработку концепции и программ по захоронению краткосуществующих низко- и среднеактивных отходов, а также высокоактивных и долгосуществующих отходов в хранилищах геологического типа. К сожалению, созданный в соответствии с этой стратегией фонд обращения с РАО так и не заработал в полной мере. Поскольку выбор участка для создания хранилища высокоактивных и долгосуществующих РАО в недрах требует много времени, стратегией рекомендуется ускорить начало выполнения поисково-разведывательных работ. До этого времени периодически выполнялись только инициативные научно-исследовательские работы [17].

## **7. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА УКРАИНЫ В СФЕРЕ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ**

### **7.1. Анализ нормативно-правовой базы, регулирующей правоотношения в сфере преодоления последствий Чернобыльской катастрофы**

История формирования нормативно-правовой базы по преодолению последствий Чернобыльской катастрофы в советский период обстоятельно изложена в разделе 4.1.

На сегодняшний день общее количество нормативно-правовых актов, касающихся всех аспектов преодоления последствий Чернобыльской катастрофы, превышает тысячу, и они охватывают не только традиционно чаще всего упоминаемые направления деятельности государства в этой сфере – такие, как радиологическая, медицинская, социальная защита лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, но и осуществление радиоэкологического мониторинга и поддержание барьерных функций зоны отчуждения, выведение из эксплуатации Чернобыльской АЭС и превращение объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, а также создание и развитие системы обращения с радиоактивными отходами, образовавшимися вследствие Чернобыльской катастрофы.

В то же время существуют нормативно-правовые акты общего действия, определяющие систему правоотношений в сфере преодоления последствий Чернобыльской катастрофы. Основные из них следующие:

1. Постановление Верховного Совета Украинской ССР «О Концепции проживания населения на территориях Украинской ССР с повышенными уровнями радиоактивного загрязнения вследствие Чернобыльской катастрофы» от 27 февраля 1991 года № 791-ХІІ.

2. Закон Украины «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» от 27 февраля 1991 года № 791а-ХІІ.

3. Закон Украины «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» от 28 февраля 1991 года № 796-ХІІ.

4. Закон Украины «Об Общегосударственной программе преодоления последствий Чернобыльской катастрофы на 2006-2010 годы» от 14 марта 2006 года N 3522-IV.

5. Меморандум о взаимопонимании между Правительством Украины и Правительствами стран «Большой семерки» и Комиссией Европейского Содружества относительно закрытия Чернобыльской АЭС от 20 декабря 1995 года №998\_008 (Оттавский меморандум).

6. Рамочное соглашение между Украиной и Европейским банком реконструкции и развития относительно деятельности Чернобыльского Фонда «Укрытие» в Украине от 20.11.1997 г.

7. Закон Украины «Об общих принципах дальнейшей эксплуатации и выведения из эксплуатации Чернобыльской АЭС и превращения разрушенного четвертого энергоблока этой АЭС в экологически безопасную систему» от 11 декабря 1998 года № 309-ХІV.

8. Закон Украины «Об Общегосударственной программе выведения из эксплуатации Чернобыльской АЭС и превращения объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему» от 15 января 2009 года 886-VI.

9. Закон Украины «Об Общегосударственной целевой экологической программе обращения с радиоактивными отходами» от 17 сентября 2008 года №516-VI.

Основные правительственные решения:

10. Постановление Кабинета Министров Украины от 23 июля 1991 года № 106 «Об организации исполнения постановлений Верховного Совета 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».

11. Постановление Кабинета Министров Украины от 31 марта 2003 года № 421 «Об утверждении Порядка выполнения Плана осуществления мероприятий на объекте «Укрытие».

Признание государством актуальности решения проблем, обусловленных Чернобыльской катастрофой, нашло свое отражение в Основном законе Украины – Конституции Украины [2]. Конституционные права и обязанности касаются всех граждан государства и, естественно, распространяются и на потерпевших вследствие Чернобыльской катастрофы.

Одними из самых важных для обеспечения защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы являются следующие положения Конституции Украины [3]:

1. Обеспечение экологической безопасности и поддержание экологического равновесия на территории Украины, преодоление последствий Чернобыльской катастрофы – катастрофы планетарного масштаба, сохранение генофонда Украины являются обязанностью государства (ст.16).

2. Человек, его жизнь и здоровье... признаются наивысшей социальной ценностью (ст. 3).

3. Конституция имеет наивысшую юридическую силу. Законы и другие нормативные акты принимаются на основе Конституции и должны ей соответствовать (ст. 8).

4. Каждый имеет право на безопасную для жизни и здоровья окружающую среду и на возмещение убытков, вызванных нарушением этого права (ст. 50).

5. Каждый обязан не причинять вреда природе, культурному наследию, возмещать причиненные им убытки (ст. 66).

Отмеченные положения Конституции Украины нашли свое отражение в положениях нормативно-правовых актов, регулирующих правоотношения в сфере преодоления последствий Чернобыльской катастрофы.

Среди действующих на конец 2010 года документов, которые определяют систему правоотношений в сфере преодоления последствий Чернобыльской катастрофы, исторически первым документом была Концепция проживания населения на территории Украинской ССР с повышенными уровнями радиоактивного загрязнения вследствие Чернобыльской катастрофы [4] (далее – Концепция). Задекларированная цель Концепции – снижение негативного влияния Чернобыльской катастрофы на здоровье населения.

Базовый принцип Концепции состоит в том, что для критической группы населения (дети 1986 г. рождения) величина эффективной дозы дополнительного облучения, связанного с Чернобыльской катастрофой, не должна превышать 1 мЗв (0,1 бер) в год и 70,0 мЗв (7 бер) на протяжении жизни свыше дозы, получаемой населением в доаварийный период в конкретных природных условиях. Основным принципом радиологической защиты населения в сложившихся условиях Концепцией признано поэтапное отселение в радиоэкологически чистые местности по временному критерию загрязнения грунта радионуклидами (цезия, стронция, плутония).

В Концепции и дальнейших законах «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» [5] и «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» [6] предусмотрено разделение всей территории, загрязненной аварийными выбросами, на зоны.

Закон Украины «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» [6] регулирует вопросы режима использования и охраны зон радиоактивного загрязнения, условия проживания и работы населения, хозяйственную, научно-исследовательскую и другую деятельность в этих зонах. Закон закрепляет и гарантирует обеспечение режима использования и охраны указанных

территорий с целью ослабления действия ионизирующего облучения на здоровье человека и на экологические системы.

Закон Украины «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» [6] возлагает ответственность за координацию работ в зонах на специально уполномоченный центральный орган исполнительной власти по вопросам ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы (на время принятия закона это Госкомчернобыль, впоследствии – Минчернобыль, сейчас МЧС Украины) и за обеспечение населения необходимой информацией о радиационном состоянии территории на Кабинет Министров Украины.

Закон Украины «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» [6] определяет виды деятельности, запрещенные в зонах радиоактивного загрязнения, а также мероприятия, обязательные для выполнения на этих территориях. Подробно прописано, какие государственные органы осуществляют определенные виды радиационного контроля на этих территориях.

Закон Украины «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» [6] устанавливает государственный контроль за соблюдением правового режима в зонах, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы, а также ответственность за нарушение этого режима.

Положения, касающиеся реализации конституционного права граждан, пострадавших в результате Чернобыльской катастрофы, на охрану их жизни и здоровья определены в Законе Украины «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» [5].

Этот закон определяет принципы государственной политики в области социальной защиты лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, собственно сами понятия «лица, пострадавшие вследствие Чернобыльской катастрофы», «участники ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС», «потерпевшие вследствие Чернобыльской катастрофы», «дети, которые относятся к потерпевшим вследствие Чернобыльской катастрофы», устанавливает обязательства государства перед гражданами за ущерб, причиненный вследствие Чернобыльской катастрофы.

Указанным Законом установлены критерии для определения категорий лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, для установления льгот и компенсаций, а также основания для определения статуса граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы. Также определены перечень и размеры льгот, компенсаций, доплат и других выплат в зависимости от статуса лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы.

Закон Украины «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» [5] определяет основания для отселения и устанавливает право на самостоятельное переселение граждан с территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению, требования относительно качества продуктов питания и сельскохозяйственной продукции, а также обязательства государственных органов и производителей такой продукции, касающиеся гарантий ее соответствия установленным допустимым уровням содержания радионуклидов в продуктах питания и сельскохозяйственной продукции.

В течение многих лет при принятии законов о государственном бюджете в них вводились положения, которые отменяли или приостанавливали действие определенных статей или отдельных положений статей закона «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» [5]. Причины этого будут детально рассмотрены в следующем разделе 7.2. Следует заметить, что с целью обезопасить закон от изменений, которые бы уменьшали размер или перечень определенных им льгот, в 2006 году закон был дополнен статьей 71 «Особенности внесения изменений в этот Закон» следующего содержания: « Действие положений этого Закона не может приостанавливаться другими законами, кроме законов о внесении изменений в этот Закон».



Таким образом, принятие Концепции и законов Украины «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» и «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» позволило законодательно закрепить критерии определения зон радиоактивного загрязнения в зависимости от степени возможного негативного влияния на здоровье населения, определить основания и первоочередность отселения, создать систему контроля безопасности проживания, упорядочить жизнь на загрязненных территориях. Каждому пострадавшему вследствие Чернобыльской катастрофы государство гарантировало предоставление льгот и компенсаций в зависимости от установленной категории [7].

После принятия Законов Украины «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» и «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» в государстве была начата работа по разработке и введению в действие подзаконных актов для реализации требований и положений, определенных законодательством, и, в первую очередь, по определению перечня населенных пунктов, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, статуса пострадавших лиц и организации их надлежащей социальной защиты.

Одним из важнейших нормативных актов, касающихся реализации положений законов «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» и «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» [5, 6], является постановление Кабинета Министров Украины от 23 июля 1991 года №106 «Об организации исполнения постановлений Верховного Совета 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» [8].

Этим постановлением были утверждены перечень населенных пунктов, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, а также перечни населенных пунктов, жителям которых выплачивается ежемесячная денежная помощь в связи с ограничением употребления продуктов питания местного производства, а также тех, оплата труда в которых осуществляется по повышенным тарифам и должностным окладам.

С момента принятия Закона Украины «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» изменения в него были внесены 11 раз, последние – от 25.06.2009 г., существует также официальное толкование к Закону в Решении Конституционного Суда №24-рп/2009 от 06.10.2009 г.

С момента принятия Закона Украины «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» изменения в него были внесены 38 раз, последние – от 2 декабря 2010 года. Существует также три официальных толкования и разъяснения в Решениях Конституционного Суда.

Неоднократно также были внесены изменения и дополнения к постановлению Кабинета Министров от 23 июля 1991 г. №106 «Об организации исполнения постановлений Верховного Совета 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», которые дополняли утвержденные им перечни населенных пунктов. И только однажды, в 2004 году 6 населенных пунктов Волынской и Ровенской областей были переведены из зоны безусловного (обязательного) отселения в зону добровольного гарантированного отселения (подробнее об этом в разделе 7.2).

Изменения в Концепцию проживания населения на территориях Украинской ССР с повышенными уровнями радиоактивного загрязнения вследствие Чернобыльской катастрофы

после ее утверждения не вносились, ее положения являются действующими и сегодня, несмотря на существенные изменения в радиологической ситуации на этих территориях.

Практическая реализация положений законов «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» и «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» [5, 6] с 1991 года осуществлялась в рамках ряда программ неотложных и других мероприятий по преодолению последствий аварии на ЧАЭС, которые утверждались на определенный период. В последние годы эти мероприятия осуществлялись в рамках Общегосударственной программы преодоления последствий Чернобыльской катастрофы на 2006-2010 годы, утвержденной Законом Украины от 14 марта 2006 года №3522-IV [9].

Указанные выше законы и правительственные решения составляют основу правоотношений в сфере преодоления последствий Чернобыльской катастрофы в части реализации мероприятий по социальной, медицинской и психологической реабилитации населения и его противорадиационной защите, осуществления радиоэкологического мониторинга и поддержания барьерных функций зоны отчуждения, а также экономического возрождения территорий за пределами зоны отчуждения. Но существует и другая часть деятельности по преодолению последствий Чернобыльской катастрофы – это деятельность по выведению из эксплуатации Чернобыльской АЭС и превращению объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, а также создание и развитие системы обращения с радиоактивными отходами, образовавшимися вследствие Чернобыльской катастрофы.

Договоренность о закрытии (остановке) Чернобыльской АЭС до конца 2000 года и деятельности по выведению ее из эксплуатации и превращению объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему была достигнута в длительном переговорном процессе со странами Большой семерки (G7) и Комиссией Европейского Сообщества (КЕС) и закреплена в Меморандуме о взаимопонимании между Правительством Украины и Правительствами стран «Большой семерки» и Комиссией Европейского Сообщества о закрытии Чернобыльской АЭС от 20 декабря 1995 года № 998-008 [10], который, по месту его подписания, получил название Оттавского Меморандума.

Оттавский Меморандум констатирует, что стороны пришли к согласию в вопросе Всесторонней программы сотрудничества для поддержки закрытия ЧАЭС до 2000 года. Программа состоит из шести частей и девяти пунктов и предусматривает:

- структурную перестройку энергетического сектора Украины, внедрение рыночных реформ, развитие финансово рационального рынка электроэнергии с установлением цен по рыночным принципам, что будет стимулировать экономичное производство и использование электроэнергии и энергосбережение;

- инвестирование в энергетический сектор Украины, в рентабельные проекты, которые будут планироваться по принципу наименьших расходов, и, в частности, позволят заменить мощности Чернобыльской АЭС и удовлетворить будущие потребности Украины в электроэнергии, при условии рыночной конкуренции в энергетическом секторе;

- повышение безопасности 3-го энергоблока Чернобыльской АЭС и выведение станции из эксплуатации, а также продолжение сотрудничества для разработки рентабельного и экологически приемлемого подхода к решению проблемы укрытия для 4-го энергоблока;

- помощь Правительству Украины в разработке плана действий для смягчения социальных последствий закрытия Чернобыльской АЭС;

- сотрудничество в определении международных и собственных украинских источников финансирования и в мобилизации международных финансов для поддержки мероприятий, предусмотренных Программой;

- внедрение, в качестве руководящего, следующего принципа: прибыльные проекты финансируются за счет международных кредитов и собственных украинских ресурсов;

неприбыльные проекты, которые непосредственно направлены на закрытие Чернобыльской АЭС, – за счет субсидий и, с учетом финансовой и экономической ситуации в Украине, собственных украинских ресурсов.

В Приложениях к Оттавскому Меморандуму представлены обобщенные данные текущих объемов финансирования, которые уже выделены или рассматриваются «Большой семеркой» и международными финансовыми институтами, а также Перечень приоритетных проектов Всеохватывающей программы.

Среди принципов построения Программы отмечены:

Принципиальная зависимость между реформами в энергетическом секторе и достижением целей экономической и социальной реформы в Украине.

Взаимодополнение между мероприятиями для поддержки закрытия Чернобыльской АЭС и разработкой долгосрочной стратегии для энергетического сектора Украины, с учетом рациональных экономических, финансовых и природоохранных критериев, что приведет к созданию эффективного, стабильного, ориентированного на рынок энергетического сектора, который будет соответствовать потребностям Украины.

Подписание Оттавского меморандума было большим шагом вперед на пути выведения ЧАЭС из эксплуатации и превращения объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, позволило перейти к поиску конкретных механизмов реализации договоренностей, однако нечеткость обязательств сторон неоднократно приводила к недоразумениям и возбуждению Украиной вопроса о переносе согласованного срока остановки 3-го энергоблока Чернобыльской АЭС.

Следует отметить, что Украина до сегодняшнего дня не завершила предусмотренные Оттавским Меморандумом рыночные преобразования в энергетическом секторе, не развила финансово рациональный рынок электроэнергии с установлением цен по принципам рынка, не перешла к планированию энергетических проектов по принципу наименьших расходов.

Рамочное соглашение между Украиной и Европейским банком реконструкции и развития о деятельности Чернобыльского фонда «Укрытие» в Украине от 20.11.1997 г. [11], ратифицированное Законом Украины № 80/98-ВР от 04.02.98; Постановление Кабинета Министров Украины от 31 марта 2003 г. № 421 «Об утверждении Порядка выполнения Плана осуществления мероприятий на объекте «Укрытие» [12] и, собственно, сам План осуществления мероприятий на объекте «Укрытие»; Закон Украины «Об общих принципах дальнейшей эксплуатации и выведения из эксплуатации Чернобыльской АЭС и превращения разрушенного четвертого блока этой АЭС в экологически безопасную систему» от 11 декабря 1998 года № 309-XIV [13]; Закон Украины «Об Общегосударственной программе выведения из эксплуатации Чернобыльской АЭС и превращения объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему» от 15 января 2009 года № 886-VI [14] являются базовыми документами, которые, в совокупности с Оттавским меморандумом [10], определяют систему правоотношений в сфере преодоления последствий Чернобыльской катастрофы в части выведения из эксплуатации Чернобыльской АЭС и превращения объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему.

В части организации управления проектами внедренная система является достаточно сложной. Согласно соглашениям с ЕБРР (которые закреплены в Украине на уровне закона), на ЧАЭС образованы Группы управления проектами (ГУП), возглавляет которые и входит в их состав западный Консультант. Консультант должен представлять интересы Заказчика (Чернобыльской АЭС) и помогать ему во взаимодействии с ЕБРР и Подрядчиками. Одна из основных его функций – обеспечить прозрачность использования донорских денег. Вместе с тем, повышение эффективности управления проектами требует усиления роли и полномочий заказчика – Чернобыльской АЭС.

Вопросы правового характера, возникающие при выведении из эксплуатации Чернобыльской АЭС и превращении объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему во

взаимоотношениях с западными и украинскими партнерами, планомерно решаются, но, возможно, не так оперативно, как этого ожидают партнеры.

В последнее время решен вопрос об освобождении от налогообложения прибыли Чернобыльской АЭС, если такие средства используются для финансирования работ по подготовке к выведению и выведению Чернобыльской АЭС из эксплуатации и превращению объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, а также прибыли предприятий, полученной за счет международной технической помощи или за счет средств, предусмотренных в государственном бюджете как взнос Украины в Чернобыльский фонд «Укрытие» для реализации международной программы – Плана осуществления мероприятий на объекте «Укрытие» [15, ст. 154.3., 154.4.]. Однако остается открытым вопрос относительно налогообложения прибыли, если работы могут быть отнесены Международной консультативной группой ЕБРР к работам по Плану осуществления мероприятий на объекте «Укрытие» после их выполнения.

В декабре 2010 г. также постановлением Кабинета Министров Украины «О финансовом обеспечении гражданской ответственности за ядерный ущерб государственным специализированным предприятием «Чернобыльская АЭС»» от 22.12.2010 г. № 1164 был отрегулирован вопрос финансового обеспечения гражданской ответственности за ядерный ущерб государственным специализированным предприятием «Чернобыльская АЭС» [16].

Законом Украины «Об Общегосударственной целевой экономической программе обращения с радиоактивными отходами» от 17 сентября 2008 года N 516-VI [17] среди заданий программы определено:

обеспечение дальнейшего развития системы обращения с радиоактивными отходами, образовавшимися вследствие Чернобыльской катастрофы;

создание и обеспечение функционирования инфраструктуры обращения с радиоактивными отходами на Чернобыльской АЭС и объекте «Укрытие».

### ***7.1.1. К вопросу эффективности нормативно-правовой базы и политики государства в сфере преодоления последствий Чернобыльской катастрофы***

Нормативно-правовая база, определяющая правоотношения в сфере преодоления последствий Чернобыльской катастрофы, в части деятельности по выведению из эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, а также создание и развитие системы обращения с радиоактивными отходами, которые образовались в результате Чернобыльской катастрофы, является достаточно сбалансированной и планомерно совершенствуется.

В то же время, нормативно-правовая база преодоления последствий Чернобыльской катастрофы в части реализации мероприятий по социальной, медицинской и психологической реабилитации населения, его противорадиационной защите, осуществления радиоэкологического мониторинга, а также экономического возрождения территорий за пределами зоны отчуждения и зоны безусловного (обязательного) отселения имеет существенные недостатки. Поэтому нижеприведенный анализ касается именно этой части нормативно-правовой базы преодоления последствий Чернобыльской катастрофы, которую далее будем называть чернобыльским законодательством.

Эффективность любых мер и мероприятий определяется их способностью достигать установленной цели в определенные сроки и с использованием предусмотренных ресурсов.

Следует признать, что значительная часть мероприятий, начатых для исполнения требований чернобыльских законов, не была доведена до конца, они не достигли ожидаемых результатов, и этому есть несколько причин.

Первая из них, которая чаще всего называется в качестве главной, – это недостаток ресурсов для реализации мероприятий, вторая – это «недостаточная системная деятельность центральных и

местных органов исполнительной власти в этой сфере». Однако, существует еще одна важная причина, которая в значительной мере обуславливает и первую, и вторую. Эта причина – недостаточная научная обоснованность цели деятельности по преодолению последствий Чернобыльской катастрофы, заданий, которые должны быть выполнены для ее достижения, путей выполнения поставленных задач, сроков и ресурсов, предусмотренных для их выполнения.

При рассмотрении проектов чернобыльских законов на сессии Верховного Совета в феврале 1991 года обращалось внимание на то, что, по подсчетам Министерства Финансов, годовые затраты на реализацию предусмотренных ими мероприятий, прежде всего льгот и компенсаций, превышают 4 млрд. руб. При этом, стоимость реализации всех постановлений и решений по дифференцированной оплате труда, доплатам, оздоровлению, бесплатному питанию детей и т.п., которые были приняты и действовали на время рассмотрения законопроектов, составляла 580 млн. руб. [1]. Дополнительные средства на реализацию законов предусматривалось получить из союзного бюджета.

В своем Постановлении от 28.02.91 г. № 797 «О порядке введения в действие Закона Украинской ССР «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы», Верховный Совет, наряду с остальным, поручал Совету Министров УССР: «Войти 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 года отчисления в союзный бюджет средств, необходимых для финансирования комплекса работ и мероприятий по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы».

После обретения Украиной независимости весь груз расходов на преодоление последствий Чернобыльской катастрофы лег на бюджет молодого государства, но не случилось главного – корректирования уровня предусмотренных законом [5] льгот и компенсаций.

**Таблица 7.1.**

*Состояние финансирования мероприятий, связанных с ликвидацией последствий Чернобыльской катастрофы и социальной защитой населения за 1996-2005 гг. (млн.грн.), по материалам [18, 20, 21]*

| Годы | Потребность согласно действующему законодательству, млн.грн. | Предусмотрено госбюджетом на соответствующий год млн.грн. | В % к потребности | Профинансировано млн.грн. | 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<br>в т.ч. 634,6<br>соц.защита. |
| 2003 | 12656,74   | 1381,16   | 11,0              | 1381,16                   | 100,0                              | 760,3<br>в т.ч. 596,4<br>соц.защита  |
| 2004 | 14872,5  | 1667,19   | 11,2              | 1640,4                    | 98,4                               | 685,4                                |
| 2005 |  | 2041,77   |                   | 1877,16                   | 91,9                               |                                      |

В литературе можно найти данные по расходам Украины на преодоление последствий Чернобыльской катастрофы (см.раздел 4.1), можно найти также данные о соотношении плановых и фактических бюджетных расходов на финансирование мероприятий, предусмотренных чернобыльским законодательством, начиная с 1992 г. [18]. Однако, сведения о потребностях финансирования всех мероприятий, предусмотренных чернобыльским

законодательством, и их сравнение с плановыми и фактическими расходами доступны только с 1996 г. [19, 20, 21], Табл. 7.1. В последнее время оценки потребностей проводятся не ежегодно. Кроме приведенных в Табл. 7.1., известны оценки потребностей финансирования всех мероприятий, предусмотренных черновильским законодательством, сделанные в 2007 г. – 40 млрд.грн. [22] и в 2010 г. – 70 млрд.грн. [21]. Расходы сведенного бюджета на преодоление последствий Чернобыльской катастрофы и социальную защиту населения в 2004-2010 гг. приведены в Табл. 7.2.

Несмотря на некоторые расхождения в цифрах, приведенных в упомянутых источниках, анализ данных дает возможность сделать некоторые выводы.

Во-первых, потребности финансирования согласно действующему законодательству имеют устойчивую тенденцию к возрастанию – с 1996 г. по 2004 г. они увеличились в 4,4 раза, а с 2004 г. по 2010 г. – еще в 3,8 раза. Причины такого возрастания – это инфляционные процессы и повышение уровня жизненных стандартов.

**Таблица 7.2.**

*Расходы сведенного бюджета в 2004-2009 гг. (факт), 2010 г.\* и 2011 г. (план) на ликвидацию последствий Чернобыльской катастрофы и социальную защиту и пенсионное обеспечение граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, млн.грн. [21]*

| Годы | Государственный бюджет – все расходы на ЛПА | Расходы на социальную защиту и пенсионное обеспечение граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы | В т.ч. на социальную защиту (без пенсий и ЖКУ) |
|------|---|---|--|
| 2004 | 2970,5                                      | 2621,5  | 1640,4   |
| 2005 | 3623,9                                      | 3188,3  | 1877,2   |
| 2006 | 3859,8                                      | 3406,2  | 1939,9   |
| 2007 | 5085,7                                      | 4545,4  | 2388,1   |
| 2008 | 6326,4                                      | 5762,8  | 2164,7   |
| 2009 | 7015,5                                      | 6500,3  | 2171,5   |
| 2010 | 7727,0                                      | 6966,0  | 2559,2   |
| 2011 | 8541,0                                      | 7777,1  | 2561,4   |

\* – На время написания раздела 7.1. *Анализ нормативно-правовой базы, регулирующей правоотношения в сфере преодоления последствий Чернобыльской катастрофы* данного Национального доклада информации по фактическим расходам сведенного бюджета в 2010 г. еще не было.

Во-вторых, существует устойчивая тенденция к уменьшению соотношения запланированных Государственным бюджетом расходов и потребностей на выполнение черновильского законодательства. В 1996–1998 гг. планируемые расходы составляли 44–57% потребности, в 1999–2002 гг. – 21–29%, а в 2003–2010 гг. – только около 11–14% предусмотренных действующим законодательством расходов.

В-третьих, планы финансирования черновильских программ по 1999 г. включительно недовыполнялись, фактическое финансирование составляло 55–87% плана, и только с 2000 г. фактическое их финансирование стало близким к плановому (предусмотренному госбюджетом), но значительно меньшим законодательно закрепленной потребности.

Одним из ключевых моментов, которые определили дальнейшие направления планирования и осуществления мероприятий, направленных на защиту населения от последствий Чернобыльской катастрофы, было принятие Верховным Советом УССР в 1991 г. Концепции проживания населения на территориях Украинской ССР с повышенными уровнями радиоактивного загрязнения вследствие Чернобыльской катастрофы» [4] (далее – Концепция). В этой Концепции основным принципом радиологической защиты населения признано поэтапное отселение в радиозоологически чистые местности по временному критерию плотности загрязнения грунта радионуклидами (цезия, стронция, плутония). Основным тезисом

для обоснования этого принципа стала ссылка на отсутствие исчерпывающей информации о дозах добавочного облучения населения, уже полученных с момента аварии на ЧАЭС и тех, которые еще могут быть получены за все время проживания на загрязненных территориях.

В основу Концепции были положены материалы и выводы научного доклада Совета по изучению производительных сил УССР Академии наук УССР [23], который был подготовлен для Совета Министров УССР. Отдавая должное указанному докладу в обосновании путей реорганизации производительных сил и рационального использования производственного потенциала, не следует переоценивать его значение в обосновании самой идеи (или принципа) переселения и радиологических критериев его осуществления.

В законах Украины «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» и «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» отмеченный принцип и критерии плотности загрязнения были положены в основу зонирования территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы.

Постановлением Кабинета Министров Украины от 23 июля 1991 г. № 106 «Об организации исполнения постановлений Верховного Совета 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 по защите населения от влияния негативных факторов, обусловленных аварией на ЧАЭС и ликвидацией ее последствий, а также определен перечень населенных пунктов, отнесенных к зоне радиоактивного загрязнения (всего 2293 н.п.) [8].

Следует отметить, что в чернобыльских законах существует важное противоречие. Согласно ст. 1 Закона Украины «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» к территориям, подвергшимся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы, принадлежат территории, где население может получить дозу облучения свыше 1,0 мЗв (0,1 Бер) в год [6]. Аналогичное по смыслу 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 добавочной за счет загрязнения территории радиоактивными изотопами дозы, которая не превышает уровня облучения 1,0 мЗв (0,1 Бер) за год [5]. Однако в ст.2 обоих упомянутых законов среди определенных категорий зон радиоактивного загрязнения есть также зона усиленного радиоэкологического контроля, которая определяется как территория с плотностью загрязнения грунта выше доаварийного уровня изотопами цезия от 1,0 до 5,0 Ки/км<sup>2</sup>, или стронция от 0,02 до 0,15 Ки/км<sup>2</sup>, или плутония от 0,005 до 0,01 Ки/км<sup>2</sup>, при условии, что расчетная эффективная доза облучения человека с учетом коэффициентов миграции радионуклидов в растения и других факторов превышает 0,5 мЗв (0,05 Бер) за год выше дозы, которую он получал в доаварийный период.

То есть, согласно одним статьям законов, зона усиленного радиоэкологического контроля не требует ограничений по радиационному фактору в отношении условий проживания и трудовой деятельности населения, согласно другим статьям тех же законов, на этой территории внедряются меры противорадиационной защиты, а население получает льготы и компенсации за проживание на загрязненной территории и, связанное с этим, ограничение своей деятельности. Согласно официальным данным [24], численность населения зон радиоактивного загрязнения составляет около 2,15 млн человек, из них свыше 1,5 млн. человек – это жители зоны усиленного радиоэкологического контроля.

Следует обратить внимание также на то, что, согласно Концепции, плотность загрязнения грунта радионуклидами используется в качестве временного критерия для принятия решений до тех пор, пока не будет установлена индивидуальная эффективная доза облучения населения. Плотность загрязнения, тем более на данном этапе, неадекватно отражает уровень радиационного риска проживания на территориях, отнесенных к загрязненным. Использование плотности загрязнения территорий в качестве критерия отнесения к зонам радиоактивного загрязнения не отвечает современному уровню радиологических знаний, поскольку, вследствие различия экологических условий, при одинаковой плотности загрязнения дозы облучения населения могут различаться в десятки раз. Но именно этот критерий продолжает оставаться основным в действующих чернобыльских законах.

В Украине с 1991 г. систематически проводится дозиметрическая паспортизация населенных пунктов, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской аварии, индивидуальные эффективные дозы облучения населения этих пунктов (так называемые паспортные дозы) и их динамика хорошо известны и регулярно публикуются [25–33]. На сегодняшний день вследствие самоочищения природной среды и принятых контрмер содержание радионуклидов в объектах окружающей среды снизилось почти вдвое, а в продукции сельского хозяйства в 2 и более раз, что, в свою очередь, привело к снижению в 2–4 раза дозы внешнего и внутреннего облучения населения. Такое уменьшение находит свое отражение и в смене распределения населенных пунктов по уровню паспортных доз, табл. 7.3. Для сравнения в этой же таблице приведено отнесение населенных пунктов к зонам радиоактивного загрязнения согласно Постановлению Кабинета Министров Украины от 23 июля 1991 г. №106, которое действует и сегодня, с учетом 6 населенных пунктов Волынской и Ровенской областей, которые Законом Украины «Об отнесении некоторых населенных пунктов Волынской и Ровенской областей к зоне гарантированного добровольного отселения» [34] были переведены из зоны безусловного (обязательного) отселения в зону гарантированного добровольного отселения.

Из табл. 7.3 нетрудно заметить разительные расхождения между действующим нормативно-правовым отнесением населенных пунктов к зонам радиоактивного загрязнения и дозиметрическими реалиями сегодняшнего дня. Как уже отмечалось, согласно официальным данным [4], численность населения зон радиоактивного загрязнения составляет порядка 2,15 млн. чел. В то же время численность населения, которое фактически проживает в населенных пунктах, где паспортная доза превышает 0,5 мЗв в год, составляет около 320 тыс. чел., а тех, где паспортная доза превышает 1 мЗв в год, составляет около 136 тыс. чел. [33]. Однако, эффективный механизм изменения статуса населенных пунктов зон радиоактивного загрязнения сегодня отсутствует.

Механизм пересмотра границ зон, определенный в ст.2 законов Украины «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» и «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» является крайне сложным, как и процедура пересмотра границ зон.

Согласно положениям упомянутых статей законов, такой пересмотр осуществляется по представлениям областных рад. Однако, несмотря на полную информированность об улучшении радиологической ситуации на территории их юрисдикции, областные рады, за исключением Волынской и Ровенской, за почти 20 лет, прошедших со времени принятия Постановления Кабинета Министров УССР от 23 июля 1991 г. №106, которым населенные пункты были отнесены к зонам радиоактивного загрязнения, не вносили предложений о переводе населенных пунктов в категорию менее загрязненных. Только однажды Волынская и Ровенская областные рады по обращению сельских рад из-за отказа жителей насильно переселяться из шести населенных пунктов, отнесенных к зоне безусловного (обязательного) отселения, сделали представление о переводе этих населенных пунктов в зону гарантированного добровольного отселения.



Таблица 7.3.

Распределение количества населенных пунктов (из отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения) по уровню доз дополнительного облучения, определенных на основании материалов дозиметрической паспортизации

| Год паспортизации             | Количество населенных пунктов со средними годовыми дозами облучения |                  |                 |                |
|-------------------------------|---|------------------|-----------------|----------------|
|                               | < 0,5 мЗв   | 0,5-0,99 мЗв     | 1,0-4,99 мЗв    | > 5,0 мЗв      |
| 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              |
| 2005                          | 1426  | 297              | 108             | 0              |
| 2006                          | 1613  | 285              | 68              | 1              |
| 2007                          | 1296  | 242              | 58              | 0              |
| 2008                          | 1647  | 236              | 42              | 0              |
| 1991, Постановление КМУ № 106 | -   | 1290<br>(зона 4) | 841<br>(зона 3) | 86<br>(зона 2) |

Положениями упомянутых статей также предусмотрено, что Кабинет Министров пересматривает границы зон на основании экспертных выводов ряда организаций и центральных органов исполнительной власти. Однако, из положений этих статей или каких-либо других документов не понятно, относительно чего эти органы и организации, за исключением МЧС и Национальной комиссии по радиационной защите населения Украины, должны делать экспертные выводы. Ведь отнесение населенных пунктов к зонам радиоактивного загрязнения, согласно положениям ст.2 упомянутых законов, должно происходить именно по радиологическим критериям.

На протяжении длительного времени Правительство Украины пыталось снять противоречия между действующим законодательством и экономическими возможностями Украины, оптимизировать уровень социальной защищенности лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, преодолеть нарастающую социально-психологическую напряженность в разных общественных группах граждан, но заметных подвижек в этом направлении не произошло.

Дважды, в 1994 и 2008 годах, Кабинет Министров Украины предпринимал попытки внести изменения в Постановление Кабинета Министров Украинской ССР от 23 июля 1991 г. № 106, которые учитывали бы фактическое улучшение радиологической ситуации на территориях, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, но, в обоих случаях был вынужден приостанавливать или отменять свои решения, в первую очередь, из-за несоблюдения механизма пересмотра зон, определенного законом.

В то же время, в Постановлении Президиума Верховной Рады Украины от 12 сентября 1994 года №127/94-ПВ «О целесообразности приостановления действия Постановления Кабинета Министров Украины № 600 от 29 августа 1994 года» рекомендации Правительству были сформулированы таким образом, что фактически обусловили дальнейшие его действия в этом направлении принятием Верховной Радой Украины новой редакции Концепции проживания населения на радиоактивно загрязненных территориях. Это побудило к разработке нового документа в качестве необходимого базиса для пересмотра законов Украины, связанных с Чернобыльской катастрофой. Такой документ был подготовлен, одобрен Правительством Украины в 1997 и 1998 гг. и направлен в Верховную Раду, но в конце 1999 г. был отозван новым Правительством Украины для оценки его актуальности и доработки и после этого уже не направлялся в Верховную Раду.

Учитывая важность Концепции, Постановлением Верховной Рады Украины «О парламентских слушаниях к четырнадцатой годовщине Чернобыльской катастрофы» было рекомендовано Национальной академии наук Украины, Академии медицинских наук Украины, Украинской академии аграрных наук рассмотреть проект Концепции. На заседаниях президиумов всех вышеназванных академий учеными была выражена поддержка проекта в качестве основы для дальнейшего усовершенствования действующего законодательства, однако в Верховную Раду Украины этот документ уже Правительством Украины не направлялся.

Завершился этот процесс распоряжением Кабинета Министров Украины от 25.07.2002 г. № 408 «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». Сегодня, через 13 лет после его разработки и почти 10 лет после его утверждения, этот документ сохраняет актуальность отдельных своих положений, но, в целом, уже не может стать основой для усовершенствования чернобыльских законов.

В последние годы появилась еще одна серьезная проблема, обусловленная несовершенством чернобыльского законодательства. Как уже отмечалось, общая сумма всех выплат, доплат и помощи гражданам, пострадавшим в результате Чернобыльской катастрофы, предусмотренных Законом Украины «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы», значительно превышает возможности государственного бюджета.

Несогласованность положений Закона Украины «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» и актов Кабинета Министров Украины, выданных для обеспечения его исполнения, касательно размеров компенсационных выплат, доплат и помощи, привела к массовым обращениям граждан в суд с исками против государства, количество которых неуклонно растет.

Для исправления ситуации необходимы скоординированные действия Кабинета Министров Украины, Верховной Рады Украины и высших судебных органов Украины.

Еще одной проблемой чернобыльского законодательства является смещение приоритетов государственной поддержки: вместо обеспечения безусловного внедрения мероприятий, направленных на гарантирование производства продукции с непревышением установленных допустимых уровней содержания радионуклидов, государство тратит в десятки раз больше средств на денежную помощь в связи с ограничением употребления продуктов питания местного производства и на доплаты за работу на радиоактивно загрязненных территориях, которые, фактически, уже давно перестали быть радиоактивно загрязненными согласно критериев, определенных в действующих нормативных документах.

Так, на 2010 г. госбюджетом предусматривалось на радиологическую защиту населения и экологическое оздоровление территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы, всего 1,9 млн.грн., а по программам «Ежемесячная денежная помощь в связи с ограничением употребления продуктов питания местного производства и компенсации за льготное обеспечение продуктами питания граждан, пострадавших в результате Чернобыльской катастрофы» и «Доплаты за работу на радиоактивно загрязненных территориях, сохранение заработной платы при переводе на нижеоплачиваемую работу и в связи с отселением, выплаты повышенных стипендий и предоставление дополнительного отпуска гражданам, пострадавшим в результате Чернобыльской катастрофы» – 814,5 и 596 млн. грн. соответственно.

При этом, вследствие нехватки средств на протяжении 2009–2010 годов дозиметрическая паспортизация населенных пунктов, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, стоимость которой сегодня не превышает 10 млн.грн., не проводилась.

В то же время, и сейчас – через почти 25 лет после аварии – в Украине остается около ста населенных пунктов, где паспортные дозы облучения или содержание радионуклидов в

продуктах местного производства превышают определенные допустимые уровни. В частности, в отдельных населенных пунктах Ровенской области дозы внутреннего облучения детей, за счет употребления загрязненного молока, достигают уровней, которые наблюдались здесь в 1987 г.

Следующая проблема – это отсутствие мотивации населения и местной власти к улучшению ситуации; наоборот, наблюдается обратная мотивация, когда существующая система компенсаций побуждает население и местную власть к сохранению высокого уровня содержания радионуклидов в продуктах питания местного производства. Государство не предпринимает мер для внедрения позитивной мотивации.

Общегосударственной программой преодоления последствий Чернобыльской катастрофы на 2006–2010 годы [9] среди первоочередных задач были предусмотрены такие, как «усовершенствование системы мер, направленных на стимулирование производства чистой продукции, развитие экономики территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению», и «обеспечение научно аргументированного использования средств для осуществления мероприятий по социальной защите лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, и преодолению ее последствий». Среди ожидаемых результатов: уменьшение объема средств на выплату помощи по безработице; стимулирование инновационной деятельности, создание конкурентоспособных производств, в частности, по выработке сельскохозяйственной продукции; способствование повышению уровня трудовой активности населения и созданию условий для его продуктивной занятости; ускорение экономического развития территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению, создание условий для их устойчивого развития.

В то же время, среди бюджетных программ, предусмотренных Приложением к Общегосударственной программе преодоления последствий Чернобыльской катастрофы на 2006–2010 годы «Объемы расходов Госбюджета Украины на выполнение приоритетных задач Общегосударственной программы преодоления последствий Чернобыльской катастрофы на 2006–2010 годы» не было ни одной, в рамках которой эти задания могли бы быть реализованными, а ожидаемые результаты – достигнутыми.

Напомним, что именно система бюджетных приоритетов определяет, какие из предусмотренных программами инструментов реализации его политики государство считает самыми важными, а какие менее важными, каким инструментам дают возможность работать, а какие, будучи лишенными необходимого финансирования, остаются декларативными.

Не лучше и ситуация с определением целей упомянутой программы. Задекларированные в ней цели – сохранение здоровья лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, и их потомков, укрепление и поддержка барьеров радиационной безопасности, противорадиационная защита населения, проживающего на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, максимально возможное ограничение распространения радионуклидов из зоны загрязнения; усовершенствование социальной защиты пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, реабилитация территорий и населенных пунктов [9] – являются, на самом деле, направлениями деятельности, каждое из которых требует постоянной упорной работы, но все они, за исключением реабилитации территорий и населенных пунктов, не должны были быть целями, поскольку их нельзя достичь.

В табл. 7.4 приведены цели и задания программ преодоления последствий Чернобыльской катастрофы, которые действовали в Беларуси, России и Украине на протяжении 2006–2010 гг. Белорусская и российская программы отличаются от украинской существенно большим акцентом на реабилитацию территорий и возвращение их в хозяйственный оборот. Белорусская программа рассматривает социальную защиту только как одно из средств решения поставленных задач и достижения целей реабилитации.

Информационная политика государства касательно чернобыльских вопросов и радиационных рисков лишена системности и не в полной мере стала эффективным инструментом преодоления последствий Чернобыльской катастрофы.

Таблица 7.4.

Цели и задачи государственных программ преодоления последствий Чернобыльской катастрофы в Беларуси, Российской Федерации и Украине

| Беларусь  | Российская Федерация  | Украина   |
|---|---|---|
| Государственная программа по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2006–2010 годы  | Федеральная целевая программа Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2010 года  | Общегосударственная программа преодоления последствий Чернобыльской катастрофы на 2006–2010 годы  |
| Цели:<br>Социально-экономическая и радиационно-экологическая реабилитация радиоактивно загрязненных территорий; создание условий для ведения хозяйственной деятельности без ограничений по радиационному фактору и дальнейшее снижение риска для здоровья пострадавшего населения.  | Целью Программы является завершение в основном в 2010 году мероприятий, связанных с обеспечением в Российской Федерации защиты граждан, подвергшихся радиационному воздействию вследствие аварий на... Чернобыльской АЭС..., и социально-экономической реабилитацией территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварий на... Чернобыльской АЭС..., включая возвращение указанных территорий в хозяйственный оборот, снижение риска радиоактивного загрязнения объектов природной среды от потенциально опасных источников загрязнения.  | Целью Программы является: сохранение здоровья лиц, пострадавших в результате Чернобыльской катастрофы и их детей; укрепление и сохранение радиационных барьеров, противорадиационная защита населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях, максимально возможное ограничение распространения радионуклидов из зоны отчуждения; усовершенствование социальной защиты пострадавших в результате Чернобыльской катастрофы, реабилитация территорий и населенных пунктов   |
| Основные задачи:<br>поэтапная реабилитация загрязненных радионуклидами территорий и пострадавшего населения;<br>оптимизация медицинского обеспечения пострадавших на основе научных рекомендаций; проведение защитных мер, направленных на снижение доз радиационного облучения; производство рентабельной продукции, соответствующей по радиологическому качеству республиканским и международным требованиям. | Задачами Программы являются: создание инфраструктуры, необходимой для обеспечения условий безопасной жизнедеятельности населения на загрязненных территориях; разработка и реализация комплекса мер в сфере охраны здоровья подвергшихся радиационному воздействию граждан, включая адресную специализированную медицинскую помощь; создание условий для безопасного (с учетом установленных норм радиационной безопасности) лесопользования на загрязненных территориях; совершенствование целевых систем мониторинга и их элементов, а также прогнозирования обстановки на загрязненных территориях; информационная поддержка и социально-психологическая реабилитация граждан, проживающих на загрязненных территориях | Основными задачами Программы являются: <ul style="list-style-type: none"> <li>• сохранение здоровья лиц, пострадавших в результате Чернобыльской катастрофы.</li> <li>• укрепление и сохранение радиационных барьеров, противорадиационная защита населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях, ограничение распространения радионуклидов из зоны отчуждения.</li> <li>• социальная защита граждан, пострадавших в результате Чернобыльской катастрофы, экономическая реабилитация территорий подвергшихся радиационному воздействию и перевод их в категорию чистых.</li> </ul> (Изложено на 11 страницах) |

На протяжении последних лет не в полной мере выполняются требования законов Украины «О правовом режиме территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» и «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» касательно доведения до населения и опубликования в общегосударственных и региональных печатных средствах массовой информации карт зон радиоактивного загрязнения, перечня населенных пунктов, отнесенных к этим зонам, и данных ежегодных дозиметрических паспортизаций.

В целом, у части пострадавшего населения сформировался комплекс «жертвы Чернобыля», который проявляется в социальной апатии, неверии в собственные силы, настроениях обреченности, расчетах лишь на помощь извне, иждивенческих настроениях и привычке к получению льгот и компенсаций.

Действенными мерами противодействия этим негативным процессам являются меры, которые разрабатываются и реализуются в Украине, в т.ч., и организациями системы ООН. В частности, это мероприятия Чернобыльского экономического форума, нацеленные на пробуждение деловой активности на загрязненных территориях, которые осуществляются при поддержке ПРООН в Украине, деятельность центров социально-психологической реабилитации населения, созданных при поддержке ЮНЕСКО, а также мероприятия информационного проекта ICRIN (International Chernobyl Research and Information Network, Международная Чернобыльская сеть исследований и информации) организаций системы ООН, в частности, распространение в доступной для восприятия населением форме научных знаний о Чернобыльской катастрофе и ее последствиях, в т.ч. рекомендаций по здоровому способу жизни, на основе отчетов, выводов и рекомендаций Чернобыльского форума и Научного комитета по действию атомной радиации ООН.

Органы исполнительной власти и органы местного самоуправления должны способствовать такой деятельности организаций системы ООН в Украине находить и создавать собственные формы поддержки, обеспечения стабильного развития и приумножения начатых инициатив.

Подытоживая изложенное, следует признать, что чернобыльское законодательство, несмотря на высокую гуманистическую направленность, требует усовершенствования, чтобы стать эффективным инструментом преодоления последствий Чернобыльской катастрофы.

### ***7.1.2. Усовершенствование законодательства, регулирующего отношения в сфере ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы***

Вопросы преодоления последствий Чернобыльской катастрофы являются весьма актуальными для украинского общества. Поэтому изменения к законодательству должны предлагаться по результатам публичного анализа состояния дел и с привлечением к этому анализу и разработке предложений широкого круга экспертов.

В государстве существует ряд политических (парламентские слушания, правительственные решения, послания Президента Украины) и экспертных (конференции, круглые столы и т.п.) механизмов анализа состояния дел в определенной сфере. Подготовка Национального доклада к годовщине Чернобыльской катастрофы также является публичным механизмом анализа состояния дел с преодолением ее последствий. Кроме того, существуют международные организации и международные экспертные группы, которые анализируют ситуацию и наработывают свои рекомендации по ее улучшению. Для преодоления последствий Чернобыльской катастрофы такой международной экспертной группой, которая представила в 2006 г. свои отчеты о влиянии Чернобыльской аварии на окружающую среду [35] и на здоровье [36], а также рекомендации Правительствам Беларуси, России и Украины относительно дальнейших действий [37], является Чернобыльский форум.

Предложения по усовершенствованию чернобыльской нормативно-правовой базы должны решать проблемные вопросы, идентифицированные в разделе 7.1.1. Видится необходимость следующих изменений:

1. Усовершенствование механизма пересмотра границ зон радиоактивного загрязнения, внесение в закон нормы о периодичности проведения такого пересмотра.
2. Переход в национальном законодательстве на дозовый критерий разграничивания зон радиоактивного загрязнения, образовавшихся в результате Чернобыльской катастрофы.
3. Внесение в закон нормы об обязательности проведения периодической (ежегодной) дозиметрической паспортизации.
4. Закрепление в нормативно-правовом акте нормы о проведении СИЧ-мониторинга лиц, проживающих на территориях радиоактивного загрязнения.
5. Закрепление механизмов позитивной мотивации местной власти и жителей населенных пунктов к улучшению радиологического состояния в этих населенных пунктах.
6. Установление системы поддержки развития бизнеса на территориях, отнесенных к радиоактивно-загрязненным, и тех, которые выведены из зон радиоактивного загрязнения.
7. Усовершенствование существующей системы льгот и компенсаций.

Необходимо согласовать положения законодательства в сфере ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы с правовыми нормами в других сферах. В частности, современная система радиационной безопасности и противорадиационной защиты [38] полностью учитывает чернобыльский опыт, поэтому настало время предпринять попытку согласовать положения нормативно-правовых актов в сфере ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы и законодательства о радиационной защите.

Усовершенствование системы предоставления льгот должно осуществляться в соответствии со Стратегией упорядочивания системы предоставления льгот отдельным категориям граждан до 2012 года, одобренной распоряжением Кабинета Министров от 3 июня 2009 г. №594-р [39] и с учетом особенностей и практики предоставления льгот чернобыльским категориям.

Реализация изменений к чернобыльскому законодательству потребует консолидации усилий экспертной среды, исполнительной и законодательной власти, мобилизации информационных ресурсов. Сегодня это может быть сделано только в том случае, если всеми участниками процесса этот вопрос будет рассматриваться как имеющий чрезвычайную важность.

## **7.2. Анализ выполнения государственных программ по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы**

### ***7.2.1. Радиологическая защита населения***

Сегодня, оглядываясь на 25 лет назад и оценивая меры по радиологической (противорадиационной) защите населения, необходимо признать, что, несмотря на первоначальную недооценку масштабов события и режим секретности, на раннем этапе ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы были реализованы практически все определенные международными и национальными регламентами контрмеры, направленные на защиту населения от ионизирующего облучения.

Были приняты первоочередные меры в случаях радиационных аварий – эвакуация и переселение, йодная профилактика, санитарно-гигиенические мероприятия, ограничение доступа на радиоактивно загрязненные территории, ограничение потребления загрязненных продуктов питания, меры в аграрном секторе, дезактивация загрязненных территорий, информирование населения и другие.

Одним из ключевых заданий реализации государственной политики по минимизации последствий Чернобыльской катастрофы на нынешнем этапе является осуществление комплекса мер, направленных на всестороннюю защиту населения, создания безопасных условий проживания на радиоактивно загрязненных территориях. Реализация заданий государственной политики осуществлялась до 2006 года по ежегодным программам, важное место в которых занимали меры, направленные на соблюдение требований радиационной безопасности населения, которое проживает и работает на радиоактивно загрязненных территориях.

В 2006 году был принят Закон Украины от 14.03.2006 № 3522-IV «Об Общегосударственной программе ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы на 2006-2010 годы», который определил задания и приоритеты радиологической защиты населения на позднем этапе ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы [1].

В соответствии с положениями Общегосударственной программы комплекс мероприятий, направленных на уменьшение негативного влияния радиоактивного загрязнения окружающей среды на здоровье населения, включает: дозиметрический мониторинг; обеспечение контроля за уровнями радиоактивного загрязнения продуктов питания и сырья; обеспечение сети радиационного контроля приборами нового поколения; проведение радиологической реабилитации территории; перепрофилирование хозяйств, переподготовку и аттестацию специалистов по радиологической защите населения; информирование населения о радиационной обстановке территории.

Усилия сосредоточивались, прежде всего, на уменьшении коллективной дозы дополнительного облучения населения путем соответственного уменьшения общего поступления радионуклидов с употребляемой продукцией и закреплении качественных показателей, достигнутых в производстве чистой продукции на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению. Также они направлялись на те «**критические**» населенные пункты и хозяйства, где существует угроза превышения дополнительной среднегодовой суммарной дозы облучения населения свыше 1 миллизиверта.

Основанием для планирования мер по радиологической защите населения была и остается сегодня объективная оценка радиологических условий проживания населения на загрязненных территориях. Ведущая роль в выполнении этой задачи принадлежит дозиметрическому мониторингу, который состоит из: дозиметрической и тиреодозиметрической паспортизации населенных пунктов, определения доз внутреннего облучения, по данным прямого измерения радиоцезия в организме человека.

Система общедозиметрической паспортизации населенных пунктов была внедрена после 1991 года и охватывает на сегодня 74 района, 12 областей, 2139 н.п. Она предусматривает расчет паспортной дозы для населенных пунктов, отнесенных к зонам радиоактивно загрязненных. Для ее расчета используются данные о плотности загрязнения территории  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , концентрации их в пробах молока и картофеля.

Комплекс работ включает:

- отбор проб продуктов питания (молока и картофеля) и их спектрометрический и радиохимический анализ; («*молочный*» мониторинг)
- измерение содержания радионуклидов в организме человека;
- расчет доз облучения населения;
- контрольные измерения для оценки качества результатов дозиметрической паспортизации;
- составление и издание дозиметрических паспортов населенных пунктов.

В результате проведенных расчетов получаем данные о:

- средней для территории НП (и его окрестностей) плотности выпадений  $\text{Cs}^{137}$ ,  $\text{Sr}^{90}$  в почве;

- значениях среднегодовой концентрации  $Cs^{137}$ ,  $Sr^{90}$  в молоке.
- величине расчетной паспортной дозы облучения.

В соответствии с порядком выполнения работ по уточнению радиационной обстановки и проведения радиоэкологического мониторинга на загрязненных территориях Украины вводится:

**двухразовый отбор и анализ молока в 503** населенных пунктах зоны гарантированного добровольного отселения;

**одноразовый** – в других **1627** населенных пунктах, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения;

**отбор проб картофеля** проводится один раз в год (август – сентябрь) в населенных пунктах, где по результатам обследований предыдущих лет паспортная доза облучения превышает 0,5 мЗв/год, в среднем отбиралось порядка 16670 проб картофеля и молока.

То есть, во время реализации системы общедозиметрической паспортизации населенных пунктов осуществляется мониторинг радиоактивного загрязнения почвы и основных продуктов питания.

**Таблица 7.5.**

*Финансирование Программы по разделу «Радиологическая защита населения и экологическое оздоровление территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению»*

| Статьи финансирования   | Финансирование по годам, тыс. гривен |                |                |               |               |
|---|--------------------------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
|   | 2006                                 | 2007           | 2008           | 2009          | 2010          |
| Предусмотрено Государственной программой  | 19500,0                              | 15000,0        | 20000,0        | 20000,0       | 20000,0       |
| Утверждено в Госбюджете   | 12743,0                              | 12743,0        | 13609,5        | 1361,0        | 1861,0        |
| <b>Фактически профинансировано, в том числе:</b>                                    | <b>11517,1</b>                       | <b>11518,2</b> | <b>10367,1</b> | <b>1361,0</b> | <b>1861,0</b> |
| <b>Реабилитация территории:</b>   |                                      |                |                |               |               |
| – залужение и перезалужение лугов и пастбищ   | 2013,0                               | 1660,1         | 1275,0         | 0             | 0             |
| – известкование кислых почв   | 1000,0                               | 642,0          | 0              | 0             | 0             |
| – внесение повышенных доз минудобрений  | 1547,2                               | 2815,0         | 1830,0         | 0             | 0             |
| – внедрение комбикормов, минерально-солевых брикетов на основе ферроциана и цеолита | 1287,0                               | 1145,2         | 1595,0         | 0             | 0             |
| – комплекс контрмер на территории зоны безусловного (обязательного) отселения       | 350,0                                | 450,0          | 450,0          | 150,0         | 100,0         |
| – радиологическое обследование земель   | 400,0                                | 250,0          | 220,0          | 0             | 0             |
| – оценка эффективности контрмер и их сопровождение                                  | 165,0                                | 120,0          | 128,6          | 0             | 0             |
| – целевые программы в животноводстве  | 616,0                                | 615,0          | 702,8          | 0             | 0             |
| – противопожарные мероприятия в лесах   | 5585,0                               | 385,0          | 3310,0         | 0             | 0             |
| <b>Система радиационного контроля:</b>  |                                      |                |                |               |               |
| – приобретение приборов радиационного контроля, ремонт, поверка                     | 310,3                                | 324,0          | 123,0          | 0             | 0             |
| – дозиметрический мониторинг- (паспортизация населенных пунктов)                    | 862,6                                | 797,0          | 1007,0         | 0             | 0             |
| – радиационный контроль продукции (сеть радиационного контроля)                     | 2221,0                               | 2185,0         | 2485,7         | 1111,0        | 1035,0        |
| <b>Подготовка кадров</b>  | 160,0                                | 130,0          | 240,0          | 100,0         | 126,1         |



Паспортная доза является средневзвешенной по профессионально-возрастной структуре жителей населенного пункта и предназначена исключительно для поддержки решений, принимаемых государственными органами в соответствии с действующим законодательством. Отмечено, что использование этой дозы в эпидемиологических исследованиях неприемлемо.

Результаты общедозиметрической паспортизации населенных пунктов обобщаются в специальных выпусках, которых издано уже 13 сборников. В последнем сборнике приведены обобщенные данные за 2008 год.

Материалы радиационного и дозиметрического мониторинга (детальнее см. раздел 2.1.2) являются основанием для формирования программы реабилитации территории и, при условии достаточного финансирования, дают возможность оценить и оптимизировать применение мероприятий по реабилитации территорий. Объемы мероприятий по радиологической защите населения и экологическому оздоровлению территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению, напрямую зависят от объемов финансирования соответствующего раздела Чернобыльской программы (табл. 7.5).

При обоснованной потребности (2006–2007 гг.) 43,7 млн. грн. в год за последние годы объемы финансирования существенно сократились, сначала в 3-4 раза, а затем, начиная с 2009 года, финансирование проведения мероприятий по реабилитации территории и дозиметрической паспортизации прекратилось вообще. Такая диспропорция в финансировании контрмер на фоне общих средств, выделяемых государством на ликвидацию последствий Чернобыльской катастрофы, сдерживает получение чистой продукции, не дает возможности эффективно влиять на уменьшение дозы облучения населения и не содействует ослаблению социально-психологической напряженности в регионах, пострадавших от аварии на ЧАЭС.

Законами Украины предусмотрена возможность пересмотра границ зон, в случае изменения радиологической ситуации, и постепенное возвращение их в хозяйственное использование без ограничений, однако, недостатки правового механизма фактически заблокировали его действие и, несмотря на то, что на значительной части радиоактивно загрязненной территории дозы облучения населения на сегодня ниже, чем критерии, установленные действующим законодательством, границы зон 20 лет не пересматриваются (за исключением 6 НП Ровенской и Волынской областей).

### ***Контрмеры в аграрном и лесохозяйственном секторах экономики***

Одним из основных направлений радиологической защиты населения, проживающего на территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению, является проведение оптимизированных на основании дозиметрического мониторинга контрмер, в частности, для обеспечения производства продуктов питания с соблюдением установленных государственных гигиенических нормативов по содержанию радионуклидов.

В соответствии с рекомендациями по ведению сельскохозяйственного производства на территориях, загрязненных вследствие Чернобыльской катастрофы, в отдаленный период к основным мероприятиям, признанным самыми эффективными, относятся: залужение лугов и пастбищ; известкование кислых почв; внесение повышенных норм минеральных удобрений; внедрение комбикормов на основе добавок цеолита и ферроцина, минерально-солевых брикетов также на основе ферроцина; перепрофилирование хозяйств на «мясное животноводство» и «репродуктивное свиноводство»; дополнительное радиологическое обследование отдельных критических территорий и комплекс противорадиационных мероприятий в лесном хозяйстве.

По программе реабилитации радиоактивно загрязненной территории предусмотрено реализовать главное задание – в результате осуществления комплекса контрмер, направленных на производство чистой сельхозпродукции, существенно снизить ожидаемую коллективную дозу облучения проживающего на этой территории населения. Только благодаря применению контрмер на

сельскохозяйственных угодьях дозовые нагрузки на население были снижены в два раза, что было официально признано Мировым сообществом и зафиксировано в документах МАГАТЭ.

Максимальный уровень проведения основных контрмер был достигнут в 1991–1992 годах. Фактические объемы известкования и коренного улучшения лугов и пастбищ в 2008 г. по сравнению с 1991 уменьшились с 69,99 до 0,76 тыс. га (рис. 7.1) и со 112,15 до 0,964 тыс. га, соответственно. Также уменьшились объемы применения комбикормов, цеолитов и премиксов (рис. 7.2). Такое положение с использованием контрмер возникло вследствие финансовых ограничений, начавшихся с середины 90-х годов (табл. 7.5).

За 25 лет, прошедших со времени аварии на ЧАЭС, в лесохозяйственной отрасли принимался целый ряд решений, направленных, в целом, на обеспечение безопасных условий труда работников лесного хозяйства и проживания их семей, а также выпуск продукции, радиоактивное загрязнение которой не превышало установленные нормативы.

Требованием времени является необходимость получения оперативной адекватной информации о радиационном состоянии лесов в случае любого атомного инцидента, а это, в свою очередь, требует наличия в системе Госкомлесхоза группы специалистов по лесной радиоэкологии на постоянной основе, поскольку леса являются критическими ландшафтами с точки зрения формирования доз внутреннего облучения населения, в частности, в Украинском Полесье. В условиях, когда большинство населения в той или иной мере использует в пищу пищевые продукты леса, характеризующиеся значительным содержанием  $^{137}\text{Cs}$ , вклад последнего в формирование дозы внутреннего облучения является определяющим, важной составляющей в минимизации последствий аварии на ЧАЭС является предупреждение производства и поступления потребителям продукции со сверхнормативным содержанием радиоактивных веществ.

В течение острого послеварийного периода первоочередными контрмерами на предприятиях лесного хозяйства были мероприятия ограничивающего характера. Среди них: сокращение длительности рабочего дня, прекращение хозяйственной деятельности на отдельных площадях с высокими уровнями радиоактивного загрязнения, эвакуация предприятий и рабочих в безопасную зону, запрещение отдельных видов производственной деятельности лесохозяйственных предприятий (заготовка и реализация дикорастущих ягод, грибов, лекарственного сырья, древесины и т.д.).

Для обеспечения производственной деятельности лесохозяйственных предприятий загрязненной зоны, на основании научных исследований, были разработаны новые рекомендации по ведению лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения (2008г.).

Проведение контрмер в острый и отдаленный периоды после аварии на разных уровнях государственного регулирования в лесной отрасли позволило предотвратить переоблучение работников, сохранить их здоровье и обусловило стабильность работы предприятий и рост объемов производства.

В отдаленный период после аварии используются наиболее действенные контрмеры: запрещение доступа населения в лесные массивы с плотностью загрязнения более  $555 \text{ кБк}\cdot\text{м}^2$ ; обеспечение радиационного мониторинга лесов, радиационный контроль мест заготовки пищевых ресурсов леса, лекарственного сырья; внедрение и обеспечение индивидуального дозиметрического контроля работников, рабочих мест, оборудования и техники; сортировка древесины по удельной активности радионуклидов, применение специальных технологических приемов обработки древесины из лесосек; обеспечение радиационного контроля лесной продукции.

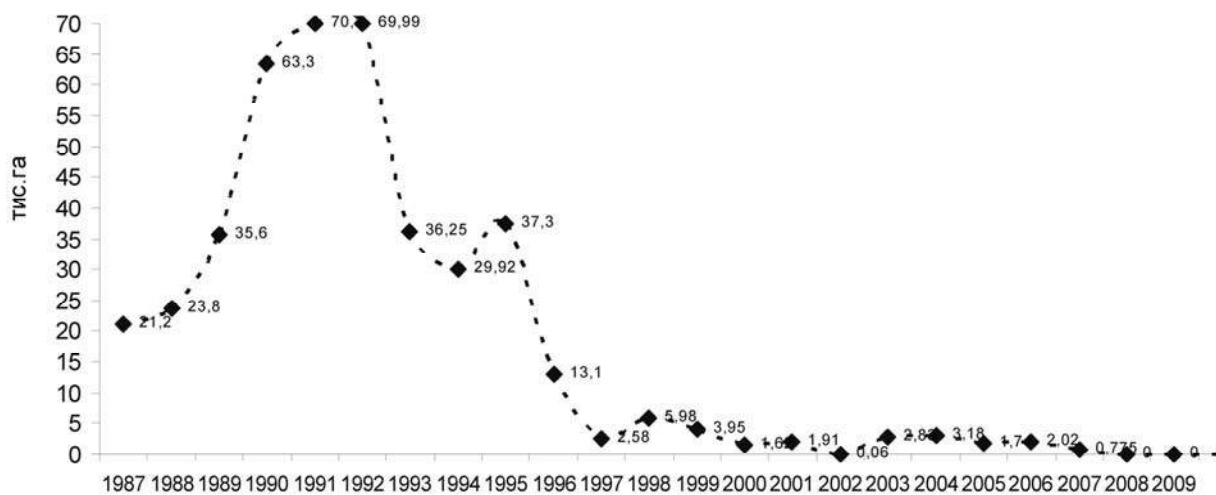
Начиная с 1989 г., все меры по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в лесном хозяйстве выполнялись и финансировались в рамках государственных Программ минимизации последствий аварии, что позволило выполнять значительные объемы работ, предотвратить переоблучение работников лесного хозяйства и снизить коллективные дозы облучения населения вообще. С 1992 г. финансирование программ по минимизации последствий аварии на ЧАЭС в лесном

хозяйстве было уменьшено на 50 %, а с 2009 г. прекращено совсем. Эти работы сейчас выполняются за собственные средства предприятий. Ситуация, сложившаяся с финансовым обеспечением радиационного контроля лесной продукции, может привести к его полному прекращению. Использование населением дикорастущих ягод, грибов, лекарственного сырья без радиационного контроля, в конце концов приведет к увеличению коллективной дозы облучения населения.

Подводя итоги выполнения заданий Государственной программы по радиологической защите населения, необходимо отметить, что, несмотря на то, что общая площадь загрязненных вследствие Чернобыльской катастрофы территорий (свыше 37 кБк·м<sup>-2</sup> по <sup>137</sup>Cs) сократилась почти вдвое, а годовые дозы облучения – в 7–30 раз (в зависимости от места проживания), в Украине остается около 300 населенных пунктов, в которых среднегодовые дозы облучения населения или сельскохозяйственная продукция местного производства не отвечают гигиеническим нормативам. По оценке специалистов, без проведения контрмер количество таких населенных пунктов будет уменьшаться крайне медленно.

При планировании и проведении долгосрочных мероприятий по радиологической защите необходимо учитывать, что выбор реабилитационных мер должен быть оптимизирован по критериям экономической, социально-психологической и экологической целесообразности.

Основой радиологической защиты остаются: дозиметрический мониторинг, достоверное, научно обоснованное информирование населения о радиологической ситуации на территориях, загрязненных вследствие Чернобыльской катастрофы, а также оптимизированные контрмеры в сельском и лесном хозяйстве, поскольку именно они в отдаленный период ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы сохраняют высокую радиологическую и экономическую эффективность.

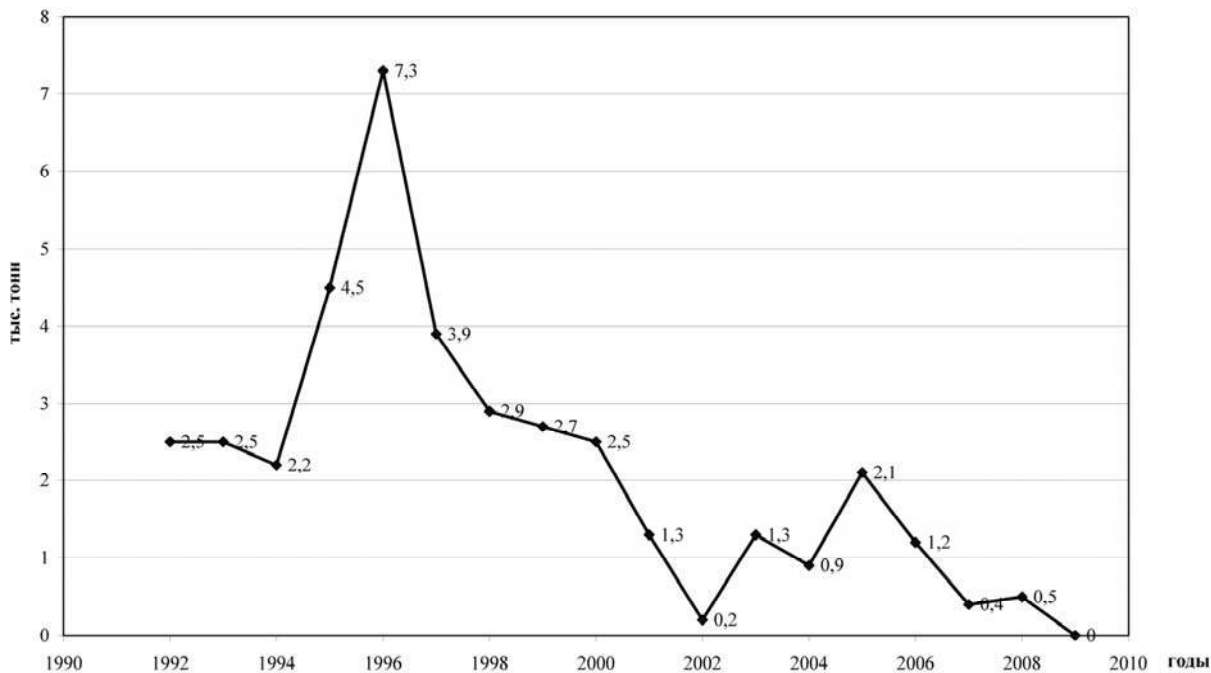


**Рис. 7.1.** Объемы известкования кислых почв, загрязненных вследствие Чернобыльской катастрофы, тыс. га.

Медицинская защита пострадавших после катастрофы осуществлялась постоянно. В последние годы она проводилась в соответствии с заданиями, определенными Общегосударственной программой ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы на 2006-2010 годы (далее – Программа).

Для реализации заданий этого направления Программы, МЧС совместно с Министерством охраны здоровья (МОЗ) и государственными администрациями разработан комплекс мероприятий, включающий оказание стационарной медицинской помощи; ежегодные медицинские осмотры (диспансеризацию); развитие и функционирование государственного Реестра пострадавших лиц;

организацию работы межведомственных экспертных комиссий по установлению причинной связи болезней, инвалидности и смерти с действием ионизирующего излучения и других вредных факторов вследствие аварии на ЧАЭС; дооснащение медицинских заведений современным диагностическим и лечебным медицинским оборудованием; обеспечение лекарствами и расходными материалами медицинского назначения; лечение тяжелобольных; социально-психологическую реабилитацию; внедрение научных разработок в медицинскую практику.



*Рис. 7.2. Объемы использования комбикормов, цеолитов и премиксов на загрязненных вследствие Чернобыльской катастрофы территориях, тыс. тонн.*

### **7.2.2. Медицинская защита населения**

Для оказания постоянной медицинской помощи пострадавшим обозначена сеть специализированных центров, диспансеров и медицинских заведений в количестве свыше 300 заведений охраны здоровья, в том числе 36 научно-клинических учреждений высшего уровня аккредитации и 77 центральных районных больниц для оказания медицинской помощи сельскому населению на радиоактивно загрязненных территориях.

Необходимость проведения вышеперечисленных мероприятий обусловлена высокими уровнями заболеваемости и смертности среди пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы (см. разделы 3.2.1, 3.2.5). Пострадавшие граждане нуждаются в ежегодном плановом и внеплановом лечении, профилактике обострений хронических болезней для предупреждения инвалидизации и ухудшения состояния здоровья.

В стране создана система медицинского наблюдения за пострадавшими, которая включает ежегодную диспансеризацию, амбулаторное, по показателям, стационарное лечение и реабилитационные мероприятия в санаторно-курортных условиях и реабилитационных центрах.

По установленному порядку ежегодные медицинские осмотры инвалидов и участников ликвидации аварии максимально проводятся к годовщине Чернобыльской катастрофы, детей – к началу летнего оздоровительного сезона.

Показатели охвата ежегодными медицинскими осмотрами на протяжении последних лет являются стабильными и составляют среди участников ликвидации 97,3 – 97,8%, среди взрослого населения – 95,2% и среди пострадавших детей – 99,2%.

На уровне заболеваемости пострадавшего населения также влияют переходный период экономики, изменения в демографической ситуации и ухудшение социально-психологического состояния, недостаточная эффективность мер по ликвидации ранних и отдаленных эффектов действия негативных факторов Чернобыльской катастрофы, низкие уровни обеспечения высококвалифицированными кадрами и оснащения лабораторно-диагностическим оборудованием региональных медицинских учреждений и недостаток знаний в области радиобиологии и радиационной медицины органов местного самоуправления, медицинских и педагогических работников, которые работают на радиоактивно загрязненных территориях.

На уменьшение эффективности медицинской защиты существенно повлияли такие причины:

учет не в полной мере комбинированного действия ионизирующего излучения и других экологически опасных, в частности, химических факторов окружающей природной среды на организм человека;

несбалансированное питание, а также низкий уровень обеспечения населения белками животного и растительного происхождения, витаминами, необходимыми макро- и микроэлементами;

неудовлетворительная оснащенность передвижным оборудованием и аппаратурой выездных лабораторий для проведения текущего обследования населения в отдаленных населенных пунктах;

недостаточная социальная защищенность пострадавших различных категорий;

недостаточное финансирование для проведения своевременной целевой диспансеризации лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы;

недостаточное освещение средствами массовой информации опыта ученых и специалистов в сфере медицинских и гигиенических последствий Чернобыльской катастрофы;

проведение не в полной мере восстановительного лечения как на амбулаторно-поликлиническом уровне, так и в санаторно-курортных заведениях Украины.

Влияние внешнего облучения и поступление радионуклидов через органы дыхания со временем постепенно потеряли свою актуальность. На современном этапе после аварии на ЧАЭС основной вклад в облучение населения Украины вносит внутреннее облучение за счет поступления радионуклидов с продуктами питания.

Гигиеническими аспектами этого вопроса является нормирование допустимого минимального уровня загрязнения пищевых продуктов и сырья, запрещение производства и употребления местных продуктов, контроль уровней загрязнения пищевых продуктов и исключение из рационов питания наиболее загрязненных (грибов, лесных ягод, молока, мяса) при условии замены их привозными и разработка способов технологической, кулинарной обработки пищевых продуктов с целью снижения загрязнения их радионуклидами, повышения защитно-профилактических свойств пищевых рационов.

Государственной санитарно-эпидемиологической службой МОЗ Украины постоянно осуществляется радиационный контроль продуктов питания и пищевого сырья в рамках «Комплексной программы осуществления государственного санитарного надзора в области радиационной безопасности Украины, радиационного мониторинга окружающей среды учреждениями и организациями Государственной санитарно-эпидемиологической службы МОЗ Украины с привлечением НИИ АМН Украины на 2006-2010 годы» (приказ МОЗ Украины от 20.03.2006 № 137), поверхностных вод в соответствии с «Программой наблюдений за радиологическими показателями на трансграничных водных объектах с Россией и Белоруссией» и «Временной программой мониторинга качества воды бассейнов рек Южный Буг, Днепр, Днестр и Северский Донец в пределах Украины».

Ежегодно учреждениями Государственной санитарно-эпидемиологической службы МОЗ Украины проводится порядка 200 тысяч гамма – и бета-спектрометрических исследований

продуктов питания на содержание радионуклидов цезия-137 и стронция-90. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что радиационная ситуация в Украине остается стабильной, однако продолжают фиксироваться превышения допустимых уровней содержания радионуклидов в молоке, мясе, овощах и дикорастущих грибах и ягодах местного производства в Волынской, Житомирской, Ровенской, Киевской и Черниговской областях, наиболее пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС.

Анализ результатов ежегодного мониторинга около 5 тысяч исследований воды хозяйственно-питьевого водоснабжения и около 2 тысяч исследований поверхностных вод на содержание радионуклидов свидетельствует о непревышении контрольных уровней за последние годы.

Целенаправленным преодолением психологических проблем пострадавшего населения занимались Центры социально-психологической реабилитации населения и его информирования по вопросам ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы (далее – Центры) в городах Бородянка, Боярка, Иванков, Коростень, Славутич.

Специалистами Центров были разработаны и внедрены социальные проекты и реабилитационные программы, направленные на психологическое и физическое оздоровление разновозрастных категорий пострадавшего населения.

Центры не только оказывают социально-психологическую помощь населению, а также играют важную роль в жизни общин радиационно загрязненных территорий. Повысилась активность населения, его инициативность, самостоятельность в решении социально-экономических и социокультурных проблем.

Важным направлением деятельности Центров является развитие общественной активности молодежи с целью привлечения подрастающего поколения к социально-политической жизни своего города, воспитание у молодежи лидерских качеств, заинтересованности в принятии решений, влияющих на судьбу общины, формирования экологического мировоззрения и здорового способа жизни.

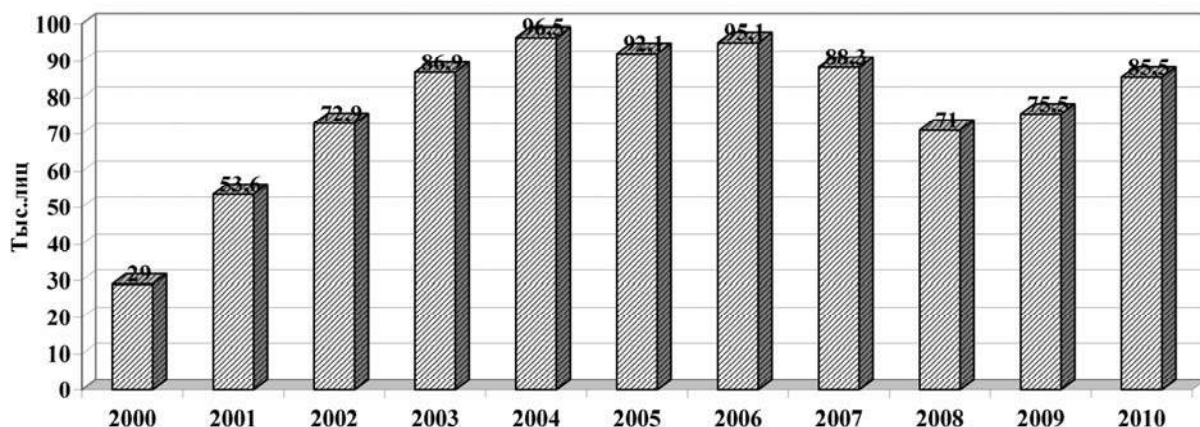
Новым направлением в информировании общественности является внедрение современных информационных технологий. Созданы собственные сайты в четырех Центрах (за 2010 год на сайтах было зарегистрировано 257,5 тыс. посетителей). Внедрение таких технологий дает возможность расширять свою деятельность в сфере информирования населения по вопросам преодоления социально-психологических последствий аварии на ЧАЭС, пропаганды здорового способа жизни, а также изучать запросы общины.

Для эффективного внедрения проектов и программ Центров, а также внедрения передовых международных технологий в процессы возрождения и становления устойчивого психологического и социального иммунитета пострадавшего населения Центры привлекают международные организации и их программы.

Всего в течение 2010 года в Центры обратилось 85469 лиц (рис. 7.3). Специалистами центров проведена индивидуальная работа и проконсультировано 9310 лиц, проведено 8045 групповых занятий, прочитано 187 лекций, издано 375 публикаций в СМИ и напечатано 132 информационных издания.

Обеспечивая непрерывную работу с гражданами по развитию их потенциала в самоуправлении и участии в местном развитии, эти институции являются гарантом стойкости результатов проектов и обеспечивают распространение и получение позитивного опыта.

Центры стали неотъемлемой частью социальной инфраструктуры городов и районов, направленной на установление партнерских связей между государственными заведениями, социальными институциями и общественными организациями с целью активизации населения путем самоорганизации, определения приоритетов развития как в социальной, экономической, так и в экологической сферах жизни.



*Рис. 7.3. Динамика численности посетителей Центров социально-психологической реабилитации населения.*

Следует отметить, что осуществление мероприятий по медицинской защите и социально-психологической реабилитации происходило в условиях постоянного дефицита средств государственного и местного бюджетов и недофинансирования утвержденных Программой объемов средств (табл. 7.6).

**Таблица 7.6.**

*Финансирование Программы по направлению «Комплексное медико-санитарное обеспечение и лечение онкологических заболеваний с применением дорогостоящих медицинских технологий граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы»*

|   | Годы реализации Программы, тыс. грн. |         |         |         |         | Всего    |
|---|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|
|   | 2006                                 | 2007    | 2008    | 2009    | 2010    |          |
| Предусмотрено Программой за счет государственного бюджета         | 45000,0                              | 45000,0 | 45000,0 | 45000,0 | 45000,0 | 225000,0 |
| Плановые объемы финансирования за счет государственного бюджета   | 44570,0                              | 44970,0 | 27000,0 | 6300,0  | 6300,0  | 129140,0 |
| Фактически профинансировано                                       | 25469,1                              | 44970,0 | 21381,5 | 5534,2  | 6300,0  | 103654,7 |
| Процент фактического финансирования к предусмотренному Программой | 56,6                                 | 99,9    | 47,5    | 12,3    | 14,0    | 46,1     |

Такие недостатки негативно отражаются на моральном состоянии пострадавших, задерживают сроки получения медицинской помощи, увеличивают количество обращений в центральные органы исполнительной власти.

Структурные изменения во всех центральных органах исполнительной власти, которые принимают участие в решении вопросов ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы, привели фактически к разрушению государственной системы управления в этой сфере.

Вывод о недостаточности финансирования основных мероприятий по медицинской защите населения РЗТ в течение 2006–2008 гг. сделан экспертами-специалистами ГУ «НЦРМ АМН Украины», Главного управления охраны здоровья Киевской облгосадминистрации и

Национальной медицинской академии последипломного образования им. П.Л.Шупика, которые оценили состояние выполнения в 2006–2008 гг. основных мер медицинской защиты жителей РЗТ с целью выявления возможных путей их коррекции.

Ограниченные объемы финансирования (уровень финансирования «частично») выделялись на психологическую помощь жителям РЗТ и пострадавшим вследствие ЧК, информирование об особенностях поведения при проживании на РЗТ, профилактические средства предупреждения отдельных видов заболеваний и реабилитационное лечение. Объемы закупок лекарств и затратных материалов были недостаточными для оказания качественной и в полном объеме медицинской помощи. Финансирование приобретения реактивов для клинических лабораторий и лечебно-диагностического оборудования также является частичным. Материально-техническая база специализированных лечебных учреждений в последние годы не обновляется.

Эксперты единодушны во мнении о том, что при сложившейся структуре заболеваемости существует необходимость оказания дополнительной или специализированной медицинской помощи всем категориям пострадавших. Система медицинской помощи жителям РЗТ остается действенной благодаря принципу последовательности между всеми учреждениями, которые оказывают медицинскую помощь.

Факторами худшего, чем надлежит, медицинского обеспечения являются:

недостаток специалистов по охране материнства и детства и профилактики отдельных видов заболеваний, оказанию первичной медико-санитарной и стационарной помощи, обследованию и лечению в специализированных медицинских заведениях, санаторно-курортного и реабилитационного лечения, информирования населения об особенностях поведения при проживании на РЗТ;

отсутствие методических материалов и инструкций по первичной медико-санитарной помощи, обследованию и лечению в специализированных медицинских заведениях, профилактическим мерам по предотвращению отдельных видов заболеваний, психологической помощи отдельным категориям пострадавших;

несоответствие материально-технической базы заданиям проведения в полном объеме ежегодных медицинских осмотров, обследования и лечения в специализированных медицинских заведениях, реабилитационного лечения, психологической помощи, мер по охране материнства и детства и профилактики отдельных видов заболеваний, информирования населения об особенностях поведения при проживании на РЗТ.

Анализ причин некачественного или неполного проведения мер, направленных на сохранение здоровья пострадавших, дает основания определить три главных направления совершенствования системы медицинской помощи жителям РЗТ.

Первое – включает группу мероприятий, требующих улучшения уровня финансирования первичной медико-санитарной помощи, первоочередной стационарной помощи, санаторно-курортного и реабилитационного лечения, мер по охране материнства и детства, приобретения лекарств, приобретения затратных материалов и реактивов для клинических лабораторий, закупки лечебно-диагностического оборудования, ремонта медицинских заведений и т.д.

Второе – работа с жителями РЗТ по формированию у них понимания необходимости систематического наблюдения за состоянием здоровья своего и своих близких.

Третье – комплексная направленность действий: информирование населения об особенностях поведения при проживании на РЗТ возможно при условии полного и регулярного финансирования, понимания населением необходимости систематического наблюдения за состоянием здоровья, наличии методических материалов и инструкций.

Требуют решения вопросы кадрового обеспечения врачами и средним медперсоналом на РЗТ, поиска новых путей оказания помощи, которые обеспечат современные методы стационарного лечения заболеваний (дневной стационар, стационар дома, традиционное



стационарное лечение), обнаруженных при профилактических осмотрах, повысят персональную ответственность пострадавших за сохранение собственного здоровья.

Контингентами приоритетного наблюдения третьего послеаварийного десятилетия должны быть лица, перенесшие острую лучевую болезнь, участники ЛПА с дозами облучения свыше 250 мЗв, эвакуированные из 30-километровой зоны, лица с высокими дозами облучения щитовидной железы, беременные женщины и дети, проживающие на загрязненных территориях и рожденные от родителей, получивших высокие дозы облучения.

Важнейшими проблемами на будущее следует считать:

необходимость государственной поддержки для проведения работ по изучению детерминированных и стохастических эффектов;

разработку мер по повышению эффективности научно-обоснованного лечения радиационноасоциированных и/или радиационноиндуцированных заболеваний;

разработку профилактических мер, направленных на уменьшение онкологической и онкогематологической заболеваемости;

диспансеризацию и мониторинг нарушений наиболее чувствительных к радиационному влиянию органов и систем в отдаленный период;

медицинскую реабилитацию пострадавшего населения;

сопровождение программы по изучению медицинских последствий Чернобыльской катастрофы в отдаленном периоде, особенно на контаминированных местностях, где у населения наблюдаются аномально высокие уровни инкорпорированных радионуклидов;

улучшение медико-санитарной базы специализированных лечебных заведений, которые постоянно оказывают медицинскую помощь пострадавшим.

### **7.2.3. Социальная защита населения**

*Динамика численности граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы.*

В данное время статус пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы в Украине имеют 2 млн. 210 тыс. 605 лиц, среди них почти полмиллиона – дети.

Динамика численности участников ликвидации аварии на ЧАЭС приведена по данным Государственного Комитета статистики Украины (по 2006 год включительно) и региональных органов труда и социальной защиты населения (с 2007 года) (табл. 7.7).

**Таблица 7.7.**

*Динамика численности участников ликвидации аварии на ЧАЭС*

| <b>Годы</b> | <b>Участники ЛПА</b> | <b>Из них 1 кат. инвалиды</b> |
|-------------|----------------------|-------------------------------|
| 1996        | 363780               | 41221                         |
| 1997        | 358633               | 44265                         |
| 1998        | 343084               | 49011                         |
| 1999        | 346316               | 56462                         |
| 2000        | 340654               | 58580                         |
| 2001        | 335785               | 60889                         |
| 2002        | 329607               | 62239                         |
| 2003        | 324332               | 63986                         |
| 2004        | 318 016              | 64 808                        |
| 2005        | 308 694              | 65 181                        |
| 2006        | 297 850              | 65 780                        |
| 2007        | 276 327              | 65 361                        |
| 2008        | 266 801              | 66 270                        |
| 2009        | 260 807              | 65 666                        |
| 2010        | 255 862              | 66 489                        |

По состоянию на январь 2011 года в органах труда и социальной защиты населения пребывают на учете:

- 255 862 участника ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС (удельный вес в общей численности – 11%);
- 1 954 743 пострадавших от аварии на ЧАЭС (больше 88%),  
из них 482 357 пострадавших детей (25%),
- 28 548 лиц, имеющих статус жены/мужа умершего гражданина, смерть которого связана с Чернобыльской катастрофой;
- 5 865 лиц, принимавших участие в ликвидации других ядерных аварий и отнесенных к соответствующим категориям пострадавших.

За 15 лет общая численность граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, по Украине уменьшилась на 1002721 человек, в том числе численность участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС уменьшилась на 107918 человек, численность пострадавших от Чернобыльской катастрофы уменьшилась на 294053 человек, численность детей, пострадавших от Чернобыльской катастрофы уменьшилась на 600750 человек (за счет потери статуса после достижения 18 лет). Количество инвалидов увеличилось на 50617 человек (табл. 7.8).

Относительно тенденций в будущем, можно ожидать, что вследствие естественного перемещения населения (при сохранении современных критериев национального законодательства) общая численность пострадавших будет уменьшаться, а в их структуре однозначно будет уменьшаться доля пострадавших детей.

Среди инвалидов, инвалидность которых связана с Чернобыльской катастрофой (общая численность 112729 лиц), 60% – непосредственные участники ликвидации последствий аварии на ЧАЭС (66 489 лиц).

В 1991 году после принятия Закона только начался процесс по установлению инвалидности. С 1996 года наблюдается более-менее стабильный процесс.

*Состояние финансирования программ по социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, и осуществление компенсационных выплат и помощи.*

Объем расходов на социальную защиту граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, предусматривается ежегодно с учетом реальных возможностей расходной части Государственного бюджета Украины.

Законом Украины «О Государственном бюджете Украины на 2010 год» увеличены на 18% ассигнования на выполнение чернобыльских бюджетных программ, главным распорядителем по которым является Минтруда, – с 2,1 млрд. до 2,46 млрд. гривен (табл. 7.9).

Однако, по расчетам экспертов, на реализацию Закона Украины «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» (далее – Закон) в полном объеме потребуется более 70 миллиардов гривен. Это делает осуществление выплат по программам социальной защиты чернобыльцев нереальным.

Кроме перечисленных 8-ми бюджетных программ, Минтруда финансирует программу «Социальная защита работников, освобождающихся в связи с выведением из эксплуатации Чернобыльской АЭС», расходы по которой определены Законом Украины «Об общих принципах дальнейшей эксплуатации и снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразования разрушенного четвертого энергоблока этой АЭС в экологически безопасную систему», а механизм реализации утвержден постановлением Кабинета Министров Украины от 21.06.01 № 1090 «Об обеспечении дополнительных государственных гарантий работникам, освобождающимся с работы в связи с досрочным снятием с эксплуатации ЧАЭС» (табл. 7.10).

Таблица 7.8.

Таблица представлена по данным Государственного Комитета статистики Украины (по 2006 год включительно) и Министерства труда и социальной политики Украины (с 2007 года)

| Годы | Всего пострадавших лиц | Участники ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС |                          |               |               |         |                         | Пострадавшие от Чернобыльской катастрофы (взрослые) |              |              |         |  |  | Дети, пострадавшие от Чернобыльской катастрофы |
|------|------------------------|--|--------------------------|---------------|---------------|---------|-------------------------|---|--------------|--------------|---------|--|--|--|
|      |                        | Всего  | Из них 1 кат. (инвалиды) | Из них 2 кат. | Из них 3 кат. | Всего   | Из них 1 кат (инвалиды) | Из них 2 кат  | Из них 3 кат | Из них 4 кат |         |  |  |  |
| 1996 | 3213326                | 363780   | 41221                    | 252939        | 69620         | 1766439 | 20891                   | 86727   | 489017       | 1169804      | 1083107 |  |  |  |
| 1997 | 3227311                | 358633   | 44265                    | 246094        | 68275         | 1764214 | 26633                   | 84472   | 485880       | 1167229      | 1104464 |  |  |  |
| 1998 | 3364475                | 343084   | 49011                    | 230381        | 63692         | 1760769 | 28498                   | 81165   | 487119       | 1163987      | 1258010 |  |  |  |
| 1999 | 3361870                | 346316   | 56452                    | 227135        | 62729         | 1748363 | 30323                   | 80847   | 486920       | 1150273      | 1264329 |  |  |  |
| 2000 | 3278521                | 340654   | 58580                    | 221164        | 60910         | 1741911 | 32639                   | 81008   | 487863       | 1140401      | 1193076 |  |  |  |
| 2001 | 3096814                | 335785   | 60889                    | 215542        | 59354         | 1709146 | 35109                   | 80220   | 482894       | 1110923      | 1048928 |  |  |  |
| 2002 | 2930184                | 329607   | 62239                    | 208567        | 58801         | 1696657 | 36938                   | 78059   | 485982       | 1095678      | 901050  |  |  |  |
| 2003 | 2772060                | 324332   | 63986                    | 202973        | 57373         | 1692794 | 41855                   | 78089   | 485232       | 1087618      | 754934  |  |  |  |
| 2004 | 2646106                | 318 016  | 64 808                   | 197817        | 55391         | 1682280 | 40443                   | 78255   | 482113       | 1081469      | 643030  |  |  |  |
| 2005 | 2594071                | 308 694  | 65 181                   | 191167        | 52346         | 1667717 | 41643                   | 77648   | 480798       | 1065022      | 617660  |  |  |  |
| 2006 | 2526216                | 297 850  | 65 780                   | 181748        | 50322         | 1636319 | 41602                   | 72885   | 481485       | 1040347      | 589455  |  |  |  |
| 2007 | 2376218                | 276 327  | 65 361                   | 166087        | 44879         | 1558250 | 41242                   | 70232   | 477153       | 967361       | 541641  |  |  |  |
| 2008 | 2307994                | 266 801  | 66 270                   | 158296        | 42235         | 1529493 | 43552                   | 65999   | 466263       | 951410       | 511700  |  |  |  |
| 2009 | 2254471                | 260 807  | 65 666                   | 154238        | 40903         | 1495255 | 45161                   | 64660   | 460465       | 922762       | 498409  |  |  |  |
| 2010 | 2210605                | 255862   | 66489                    | 149664        | 39709         | 1472386 | 46240                   | 63433   | 452397       | 908161       | 482357  |  |  |  |

Таблица 7.9.

## Объемы расходов бюджетных программ по социальной защите

| КПКВ    | Наименование бюджетной программы  | Объемы расходов, млн. грн. |               |                        |               |                              |               |
|---------|---|----------------------------|---------------|------------------------|---------------|------------------------------|---------------|
|         |   | Утверждено на 2009 год     | % к 2008 году | Утверждено на 2010 год | % к 2009 году | Предельный объем на 2011 год | % к 2010 году |
| 1       | 2   | 4                          | 5             | 6                      | 7             | 8                            | 9             |
| 2501200 | Доплаты за работу на радиоактивно загрязненных территориях, сохранение заработной платы при переводе на нижеоплачиваемую работу и в связи с отселением, выплаты повышенных стипендий и предоставление дополнительного отпуска гражданам, пострадавшим вследствие Чернобыльской катастрофы | 371,1                      | 100,0         | 596,0                  | 160,6         | 596,0                        | 100,0         |
| 2501210 | Компенсация семьям с детьми и расходы на бесплатное питание детей, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы   | 575,4                      | 100,0         | 579,9                  | 100,8         | 574,1                        | 99,0          |
| 2501230 | Ежемесячная денежная помощь в связи с ограничением употребления продуктов питания местного производства и компенсации за льготное обеспечение продуктами питания граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы  | 742,5                      | 100,0         | 814,5                  | 109,7         | 814,5                        | 100,0         |
| 2501240 | Компенсации за утраченное имущество и оплата затрат в связи с переездом на новое место проживания гражданам, пострадавшим вследствие Чернобыльской катастрофы   | 10,0                       | 100,0         | 10,0                   | 100,0         | 9,264                        | 92,6          |
| 2501250 | Компенсация за вред, причиненный здоровью, и помощь на оздоровление, в случае увольнения граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы  | 46,6                       | 100,0         | 46,6                   | 100,0         | 46,6                         | 100,0         |
| 2501270 | Помощь по временной нетрудоспособности гражданам, пострадавшим вследствие Чернобыльской катастрофы  | 15,2                       | 100,0         | 37,2                   | 244,7         | 37,2                         | 100,0         |
| 2501300 | Обслуживание банковских займов, предоставленных на льготных условиях до 1999 года гражданам, пострадавшим вследствие Чернобыльской катастрофы   | 0,4                        | 50,0          | 0,383                  | 95,8          | 0,341                        | 89,0          |
| 2501360 | Оздоровление граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы  | 330,0                      | 100,0         | 383,0                  | 116,1         | 385,0                        | 100,5         |
| Всего   |   | <b>2 091,2</b>             | <b>99,98</b>  | <b>2 467,5</b>         | <b>117,8</b>  | <b>2 463,0</b>               | <b>99,8</b>   |

Таблица 7.10.

Социальная защита работников, освобождающихся в связи с выведением из эксплуатации Чернобыльской АЭС

| Название расходов  | Утверждено на 2009 год | % к 2008 году | Утверждено на 2010 год | % к 2009 году | Предельный объем на 2011 год | % к 2010 году |
|--|------------------------|---------------|------------------------|---------------|------------------------------|---------------|
| Выплата помощи на период трудоустройства работникам, освобождающимся в связи с выведением из эксплуатации атомной станции, и пенсии до достижения пенсионного возраста и надбавок к пенсии | 0,87                   | 68,8          | 1,96                   | 226,4         | 1,30                         | 54,2          |

В рамках выполнения бюджетной программы «Доплаты за работу на радиоактивно загрязненных территориях, сохранение заработной платы при переводе на нижеоплачиваемую работу и в связи с отселением, выплаты повышенных стипендий и предоставление дополнительного отпуска гражданам, пострадавшим вследствие Чернобыльской катастрофы» проводятся доплаты лицам, работающим в зоне отчуждения (в соответствии с постановлением Кабинета Министров Украины от 10.09.2008 № 831 «О доплатах лицам, работающим в зоне отчуждения»), которые профинансированы на сто процентов к плановым назначениям.

Благодаря принятию постановления Кабинета Министров Украины от 10.09.08 № 831 «О доплатах лицам, работающим в зоне отчуждения» почти 7,5 тыс. работникам, которые постоянно работают в зоне отчуждения и выполняют мероприятия по усилению барьерной функции зоны отчуждения, выводу из эксплуатации энергоблоков Чернобыльской АЭС и преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, установлена доплата в размере 150 процентов минимальной заработной платы.

Размер доплат за работу на территории зоны отчуждения на период с 1 января 2009 года по 1 января 2012 года составляет 150 процентов от минимальной заработной платы. Такая доплата определяется пропорционально отработанному времени, но не больше установленного размера. По состоянию на 1.01.2011 г. размер этой доплаты составляет 1412 грн. (для сравнения: до принятия постановления КМУ – 264 гривны).

Финансирование компенсационных выплат и доплат, в том числе и предусмотренных вышеуказанным постановлением Кабинета Министров Украины, в 2010 году проводилось в полном объеме соответственно утвержденным госбюджетом объемам ассигнований.

Для снятия социального напряжения среди работников зоны отчуждения и Чернобыльской АЭС, принято постановление Кабинета Министров Украины от 24.02.2010 № 173 «О внесении изменений в Список № 1 производств, работ, профессий, должностей и показателей на подземных работах, на работах с особо вредными особо тяжелыми условиями труда, занятость на которых полный рабочий день дает право на пенсию по возрасту на льготных условиях», что позволит назначать пенсию указанной категории лиц путем зачисления времени работы или службы в стаж работы и выслуги лет на льготных условиях.

С 2009 года введен современный механизм оценки имущества, имущественных прав для выплаты компенсации гражданам за утраченное недвижимое имущество при отселении или самостоятельном переселении с радиоактивно загрязненных территорий (постановление Кабинета Министров Украины от 18.11.2009 № 1243 «Об утверждении Порядка выплаты компенсации гражданам за утраченное недвижимое имущество при отселении или самостоятельном переселении с радиоактивно загрязненной территории»).

### ***Пенсионное обеспечение граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы.***

Одним из актуальных вопросов остается пенсионное обеспечение пострадавших граждан, расходы на которое втрое превышают бюджетные ассигнования на все другие льготы и компенсации.

По состоянию на 01.11.2010 средний размер пенсии у инвалидов-участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, назначенной соответственно Закону Украины «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» (далее – Закон), составлял:

- I группы – 2262,98 грн.;
- II группы – 2374,16 грн.;
- III группы – 1835,25 гривен.

В соответствии с увеличением в 2011 году размера прожиточного минимума для лиц, утративших трудоспособность, возрастает размер дополнительной пенсии за вред, причиненный здоровью, и ежемесячной компенсации при потере кормильца, которые назначаются в соответствии с указанным Законом.

Государственные пенсии, назначаемые в соответствии с этим Законом (пенсия по инвалидности, которая наступила вследствие заболевания или увечья вследствие Чернобыльской катастрофы, и пенсия в связи с потерей кормильца вследствие Чернобыльской катастрофы), назначаются из заработка, полученного за работу в зоне отчуждения в 1986–1990 годах, в размере возмещения фактического ущерба, определяемого в соответствии с законодательством (часть первая статьи 54 Закона).

Минимальный размер этих пенсий установлен в Законе в кратном размере к показателю минимальной пенсии по возрасту (для инвалидов 1 группы – 10, для инвалидов 2 группы – 8, для инвалидов 3 группы – 6 минимальных пенсий по возрасту, часть четвертая статьи 54 Закона).

Одновременно следует отметить, что пенсионное обеспечение лиц, инвалидность которых связана с Чернобыльской катастрофой, осуществляется за счет средств государственного бюджета.

Согласно части второй статьи 95 Конституции Украины исключительно законом о государственном бюджете Украины определяются любые расходы государства на общие потребности общества, размер и целевое назначение этих расходов.

Таким образом, исходя из сказанного, размеры минимальной пенсии по инвалидности (с доплатой) и дополнительной пенсии за вред, причиненный здоровью, лицам, пострадавшим вследствие Чернобыльской катастрофы, которые выплачиваются согласно указанному Закону, установлены постановлениями Кабинета Министров Украины от 28.05.08 № 530 «Некоторые вопросы социальной защиты отдельных категорий граждан» и от 16.07.08 № 654 «О повышении уровня пенсионного обеспечения граждан».

### ***Организация оздоровления граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы.***

Особое место среди вопросов сохранения и восстановления здоровья пострадавшего вследствие Чернобыльской катастрофы населения принадлежит вопросам организации оздоровления, что является ключевым направлением социальной защиты граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы.

Законом Украины «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» (далее – Закон) предусмотрено оздоровление пострадавших граждан (2 454 471 человек), в том числе пострадавших детей (498 409 человек).

В 2010 году подано 364 417 заявлений, из которых: 147 121 заявление на получение путевок на санаторно-курортное оздоровление граждан в возрасте от 18 лет (взрослых), из них

35 003 граждан, отнесенных к категории 1; 193222 заявления детей в составе групп; 24074 детей в возрасте до 10 лет в сопровождении одного из родителей (по путевкам матери и ребенка).

Несмотря на увеличение расходов на указанные цели в Государственном бюджете Украины на 2010 год (на 53 млн. гривен, или на 16%), объемы необходимых средств на выполнение программы «Оздоровление граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» (383 млн грн.) остается недостаточным, при этом полная потребность в средствах на закупку путевок в 2010 году составляла свыше 1,15 млрд. гривен.

По результатам торгов в рамках выделенных средств было приобретено 111 383 путевок, из них 70 194 для детей.

Закупленные путевки распределены между административно-территориальными единицами пропорционально, согласно поданных заявлений, учитывая нозологию заболеваний.

Положительным достижением оздоровительной компании 2010 года является увеличение количества закупленных путевок для санаторно-курортного лечения инвалидов-спинальников из числа пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы на 48% в сравнении с предыдущим годом, но, к сожалению, это удовлетворяет потребность в закупке путевок для этой категории граждан только на 28%.

По информации главных управлений труда и социальной защиты населения, по состоянию на 01.12.2010 оздоровлено 89 108 граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, из них 56 157 детей.

#### ***Льготное обеспечение спецавтотранспортом.***

Льготное обеспечение спецавтотранспортом граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, определено пунктом 13 статьи 20 Закона Украины «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы».

Согласно пункту 12 Порядка использования средств государственного бюджета для выполнения программ, связанных с социальной защитой граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, утвержденного постановлением Кабинета Министров Украины от 20 сентября 2005 г. № 936, обеспечение инвалидов автомобилями осуществляется Главными управлениями труда и социальной защиты населения областных государственных администраций в соответствии с Порядком обеспечения инвалидов автомобилями, утвержденным постановлением Кабинета Министров Украины от 19 июля 2006 г. № 999.

По состоянию на 01.01.2010 г., на учете для обеспечения спецавтотранспортом состоит 87 177 инвалидов. В частности, 16 239 инвалидов из числа потерпевших или участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, в том числе:

- I и II группы, которые имеют медицинские показания на внеочередное обеспечение спецавтотранспортом, 4 320 инвалидов;
- II группы, у которых отсутствуют медицинские показания, и III группы с медицинскими показаниями, 11 919 инвалидов.

Следует отметить, что в условиях мирового финансово-экономического кризиса Законом Украины «О Государственном бюджете Украины на 2009 год» не было предусмотрено расходов на обеспечение инвалидов автомобилями, хотя во время его формирования соответствующие предложения были внесены.

Законом Украины «О внесении изменений к Закону Украины «О Государственном бюджете Украины на 2009 год» была возобновлена программа обеспечения инвалидов автомобилями, на которую предусматривалось 1,218 млн. гривен.

В 2009 году за счет специального фонда было приобретено 214 автомобилей только для семей, в которых проживают два и больше инвалидов, на сумму 7,8 млн. гривен.

Законом Украины «О Государственном бюджете Украины на 2010 год» на выполнение бюджетной программы «Обеспечение инвалидов и инвалидов-чернобыльцев автомобилями»

утверждено 89,1 млн. гривен, из них 88,1 млн. гривен направлено на закупку 2 253 автомобилей, которыми обеспечены инвалиды, состоящие на учете в органах труда и социальной защиты населения.

В Госбюджете на 2011 год увеличены ассигнования на соответствующую бюджетную программу и составляют 89,7 млн. гривен.

#### ***Усовершенствование законодательства.***

Во исполнение пункта первого Плана организации выполнения постановления Верховной Рады Украины от 18 апреля 2008 г. № 276-VI «О состоянии, мерах и перспективах ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы» разработан и совместно с центральными органами исполнительной власти, учеными и общественными «чернобыльскими» организациями проработан проект Закона Украины «О внесении изменений к Закону Украины «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы», в котором предлагалось внести изменения в большинство его статей.

Однако, следует отметить, что учет всех внесенных в законопроект предложений приведет к расширению круга льготников и, как следствие, – к значительной дополнительной нагрузке на расходную часть государственного бюджета.

Вместе с тем существует большая вероятность неприятия законопроекта общественными «чернобыльскими» организациями и, как следствие, усиление социальной напряженности среди соответствующей категории граждан.

Поскольку сегодня, в условиях нестабильной социально-экономической ситуации в стране, Правительством принимаются меры по жесткому режиму экономии бюджетных средств, на очередном заседании рабочей группы, состоявшемся 25.12.2009, было принято решение о целесообразности поэтапного внесения изменений в действующий Закон Украины «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» (далее – Закон).

Учитывая длительный, почти в четверть столетия, период, прошедший после аварии на Чернобыльской АЭС, а также ограниченные финансовые возможности государства, разработка стратегического документа, который предусматривает комплекс мероприятий по оптимизации существующей системы социальной защиты «чернобыльцев», является актуальным и чрезвычайно важным заданием.

#### ***Проблемные вопросы и пути их решения.***

Действующим Законом Украины «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» (далее – Закон), принятым еще во времена СССР, предусмотрено около 100 различных видов льгот, компенсационных выплат и доплат. На сегодня выполнение всего Закона в полном объеме стоит государству больше 70 млрд. грн. ежегодно при том, что расходы Государственного бюджета Украины на 2011 год утверждены в сумме 321,9 млрд. гривен.

Отдельными статьями Закона предусмотрено проведение выплат, доплат и помощи пострадавшим вследствие Чернобыльской катастрофы гражданам в размерах, установленных от минимальной заработной платы (статьи 30, 36, 37, 39, 48) и минимальной пенсии по возрасту (статьи 50, 51, 52, 54). Только для выполнения этих статей Закона в полном объеме необходимо 36,8 млрд. гривен ежегодно.

В соответствии со статьей 95 Конституции Украины исключительно Законом Украины «О Государственном бюджете Украины» определяются любые расходы государства на общегосударственные потребности, размер и целевая направленность этих расходов, исходя из реальных финансовых ресурсов государственного бюджета.

Поэтому отдельными статьями Законов Украины «О Государственном бюджете Украины» (ст. 101 в 2007 году, ст. 73 в 2008 году, ст. 71 в 2009 году и ст. 70 в 2010 году) Кабинету



Министров Украины дано право устанавливать размеры социальных выплат, которые, в соответствии с законодательством, определяются в зависимости от размера минимальной заработной платы, в абсолютных суммах в пределах ассигнований, предусмотренных соответствующими бюджетными программами.

Как следствие, возникло несоответствие размеров выплат, определенных Законом, размерам, установленным постановлениями Кабинета Министров Украины (размеры отдельных выплат, предусмотренные Законом, превышают фактически выплачиваемые суммы в соответствии с постановлением Кабинета Министров в 8–10 раз).

Это привело к массовым обращениям пострадавших граждан в суды различных инстанций с исковыми требованиями. Большинство этих исков судами удовлетворяется в части выплаты пенсионных, компенсационных доплат и помощи в полном объеме в соответствии с Законом.

Таким образом, получатели вышеперечисленных компенсационных выплат, доплат и помощи поставлены в неравные условия: часть из них получает социальную поддержку от государства на основании судебных решений, большинство – в соответствии с постановлениями Правительства, что по размерам является значительно ниже.

По оперативной информации региональных органов труда и социальной защиты населения, по состоянию на 01.02.11 г. на рассмотрении в судах различных инстанций находится свыше 134 тысяч исков граждан на общую сумму более 1 318 млрд. грн. относительно пересчета компенсационных выплат в размерах, предусмотренных Законом, в том числе свыше 75 тысяч судебных решений на сумму 832 млн. грн., не подлежащих обжалованию, в связи с чем органами исполнительной службы на конец 2010 года было наложено 215 арестов на общую сумму 72 млн. грн. на счета региональных органов труда и социальной защиты населения, не предусмотренных в Государственном бюджете.

Поскольку еще с 1996 года социальные выплаты, размеры которых в соответствии с Законом зависят от размера минимальной заработной платы и минимальной пенсии по возрасту, начали устанавливаться Кабинетом Министров Украины, а также с учетом того, что на сегодня эти размеры (статьи 30, 36, 37, 39, 48, 50, 51, 52, 54) установлены постановлениями Кабинета Министров Украины (от 20.04.2007 № 649 «Об установлении размеров выплат некоторым категориям граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы», от 26.07.1996 № 836 «О компенсационных выплатах лицам, пострадавшим вследствие Чернобыльской катастрофы», от 12.07.2005 № 562 «О ежегодной помощи на оздоровление граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы», от 28.05.2008 № 530 «Некоторые вопросы социальной защиты отдельных категорий граждан», от 16.07.2008 № 654 «О повышении уровня пенсионного обеспечения граждан»), Минтруда совместно с причастными центральными органами исполнительной власти и при участии сторон социального диалога разрабатывается проект Закона Украины «О внесении изменений к Закону Украины «О статусе и социальной защите граждан, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы» (относительно размеров пенсионных, компенсационных выплат, доплат и помощи) (далее – законопроект), который должен привести в соответствие размеры пенсионных, компенсационных выплат, доплат и помощи с установленными Кабинетом Министров Украины гарантиями в рамках расходов, предусмотренных госбюджетом на соответствующий год.

#### ***7.2.4. Повышение уровня радиозэкологических знаний и информированности населения по вопросам ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы***

За 25 лет, прошедших после аварии, радиобиология и ее отдельная отрасль радиозэкология пополнились принципиально важным фактическим материалом. Хорошо изучены эколого-биологические, медицинские и социально-демографические последствия аварии, исследованы новые аспекты действия на организм малых доз ионизирующей радиации, хронического

облучения организма, разрабатываются научные основы противорадиационной защиты на всех уровнях – от отдельных индивидуумов до групп организмов. Радиоэкология, кроме проблем радиационного мониторинга окружающей среды, разрабатывает современные методы ведения хозяйственной деятельности, прежде всего, сельского хозяйства, в условиях загрязненных радионуклидами территорий.

Однако, несмотря на эти достижения, заметны определенные противоречия в трактовке полученных результатов учеными различных направлений, членами правительства, которые нередко приводят к не всегда верным выводам относительно современной радиационной обстановки. Безусловно, это является следствием недостаточной радиоэкологической грамотности не только населения, но и чиновников, работающих в области атомной энергетики и экологии. Это – результат несовершенства, в целом, экологического образования на всех его уровнях, начиная с начальной школы и заканчивая высшим образованием.

Что касается первых уровней (школы, лицеи, гимназии, профессиональные училища), то в стандартах образования радиобиология или радиоэкология как самостоятельный предмет или раздел другого предмета отсутствуют. Отдельные сведения о радиоэкологии ученики получают или могут получить при изучении физики, химии, биологии, основ безопасности жизнедеятельности.

В системе среднего специального образования (техникумы, колледжи) вопросы радиоэкологии могут рассматриваться при изучении основ экологии. Однако объем информации в этой сфере и ее уровень в значительной степени зависят от индивидуальных особенностей преподавателя, его ознакомленности с проблемой, отношения к ней. Хотя, следует отметить, в первые 10–15 лет после аварии преподавание основ радиоэкологии было включено в учебные планы некоторых учебных заведений этого уровня, в частности, аграрной направленности, по специально утвержденной программе. Был издан и отдельный учебник.

Государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования предусматривают для ряда направлений, специальностей и специализаций учебные радиологические дисциплины (радиобиология, радиоэкология, радиология и некоторые другие, более узкой направленности) в объеме, как правило, 32–48 часов для инженерно-технических специальностей и 48–64 часов для биологических, медицинских и аграрных специальностей. Однако, при составлении учебных планов эти дисциплины чаще всего относят к элективным (предмет по выбору учебного заведения) или факультативным (необязательным).

Анализ состояния радиоэкологического образования в Украине свидетельствует о том, что наиболее благополучная ситуация в этом плане – в сфере аграрного и экологического образования. В высших аграрных учебных заведениях курс радиобиологии с основами радиоэкологии как обязательный впервые был введен в учебные планы ветеринарных факультетов и факультетов почвоведения и агрохимии в конце 50-х годов минувшего столетия в период массовых испытаний атомного оружия в атмосфере. Уже тогда было ясно, что основным аккумулятором и, соответственно, источником облучения человека, являются сельскохозяйственные угодья и продукция растениеводства и животноводства. Именно специалисты этих направлений, владеющие основами знаний по радиобиологии и радиоэкологии, сыграли значительную роль в минимизации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в аграрной сфере страны.

Будущие медики в то время получали некоторые основы радиоэкологических знаний из курсов медицинской радиологии и рентгенологии. Определенные знания по радиоэкологии давались студентам на факультетах физики, особенно с акцентированием внимания на ядерную физику.

После аварии ситуация в отношении радиоэкологического образования изменилась к лучшему. С 1987–1988 учебного года курс радиобиологии с тем или иным уклоном (сельскохозяйственная радиобиология, ветеринарная радиобиология, лесная радиобиология, радиобиология, радиоэкология) был введен во всех не только высших, но и средних специальных сельскохозяйственных учебных заведениях практически для всех агро- и биолого-естественных

специальностей (кроме упомянутых ветеринарной медицины, почвоведения и агрохимии, – для всех агрономических специальностей, зооинженерии, лесного и садово-паркового хозяйства и некоторых других), временами в достаточно больших объемах (до 120 часов). Но тоже как элективный. Именно поэтому он до сегодняшнего дня, хоть и в усеченном виде, сохранился в университетах, расположенных на территории официальных зон радиоактивного загрязнения, исключен из планов, либо объединен с другими дисциплинами в учебных заведениях областей, которые считаются условно «чистыми». Наиболее благополучной по изучению дисциплины следует считать ситуацию в Национальном университете биоресурсов и природопользования Украины (НУБиП Украины – ранее УСХА, НАУ) и Житомирском национальном агроэкологическом университете (бывший ЖСХИ, ГАУ).

В первом курсе радиобиологии, в котором больше половины составляют радиоэкологические разделы, как самостоятельная обязательная учебная дисциплина преподается на 11 факультетах естественно-аграрной направленности: экологическом, биотехнологическом, агробиологическом, агрохимсервиса и почвоведения, защиты растений, плодоовощеводства, ветеринарной медицины, зооинженерном, рыбного хозяйства, лесохозяйственном, садово-паркового хозяйства на образовательном-квалификационном уровне «Бакалавр» в объеме от 32 до 64 часов. Половину программы составляет лекционный курс и половину – лабораторные занятия.

В остальных аграрных университетах для большинства специальностей, кроме упомянутых ветеринарной медицины, агрохимии и почвоведения, экологии и охраны окружающей среды курс радиобиологии ведется элективно.

В свыше ста государственных университетах различного направления, в том числе аграрного, готовятся специалисты по направлению «Экология, охрана окружающей среды и сбалансированное природопользование». Направление предусматривает обязательное преподавание дисциплины «Радиобиология и радиоэкология», включающей лекционный курс и лабораторные занятия. В зависимости от возможностей университета, региона его расположения объем курса колеблется от 144 часов (НУБиП Украины) до 64 часов в большинстве заведений.

Максимальный по объему курс, который ведется на факультете экологии НУБиП Украины для этого направления, кроме расширенного лекционного курса и лабораторных занятий, предусматривает выполнение курсовой работы, которая представляет собой решение ситуативных задач по ведению отдельных отраслей сельского хозяйства на загрязненных радионуклидами территориях, и проведение учебной и производственной практик в хозяйствах, расположенных на территории повышенного радиационного контроля.

Двухнедельная учебная практика включает проведение гамма-съемки местности, отбор проб почвы, растений и животноводческой продукции, подготовку образцов к анализу содержания радионуклидов, проведение анализа содержания  $^{137}\text{Cs}$  в образцах, расчет коэффициентов накопления и перехода радионуклида, картирование местности на содержание  $^{137}\text{Cs}$  в почве.

Производственная практика, которая проводится в рамках подготовки дипломных работ, предусматривает выполнение этих общих заданий, а также других, безусловно, радиобиологической и радиоэкологической направленности в зависимости от тем конкретных работ.

На образовательном уровне «Магистр» студентам этой специальности, а также специальности «Агрохимия и почвоведение» читается специальный курс по сельскохозяйственной радиоэкологии.

Житомирский национальный агроэкологический университет с 1997 г. в рамках этого направления проводит подготовку специалистов по специализации «Радиоэкология». Подготовка включает преподавание цикла специализированных дисциплин по радиометрии и дозиметрии, радиационному мониторингу, противорадиационной защите, радиационной гигиене и,

безусловно, особенностям ведения различных отраслей сельского хозяйства на загрязненных радионуклидами территориях.

Учебную практику студенты этого университета проходят на базе Лаборатории возрождения земель радиационной зоны Института сельского хозяйства Полесья НААН Украины. В рамках выполнения дипломных работ обоих образовательных квалификационных уровней студенты привлекаются к научным исследованиям на стационарах в зоне радиоактивного загрязнения по государственной тематике «Провести комплексный радиологический мониторинг загрязненных территорий и разработать научные основы технологий производства экологически безопасной сельскохозяйственной продукции на радиоактивно загрязненных землях».

В рамках этого же направления существует специализация «Радиоэкология» в Одесском государственном экологическом университете и Севастопольском национальном университете ядерной энергии и промышленности. В первом, на эколого-экономическом факультете на протяжении 3–5-го курсов, кроме общих базовых курсов по радиобиологии, радиоэкологии, радиационной безопасности, ведется десять спецкурсов, среди которых такие, как «Моделирование физических процессов в радиоэкологии», «Методы нелинейного анализа и динамичные процессы в радиоэкологии», «Создание и использование баз данных в радиоэкологических исследованиях», «Физическая кинетика радионуклидов». На эколого-технологическом факультете второго, на 3–4-м курсах, кроме базовых курсов, – такие спецкурсы, как «Обращение с радиоактивными отходами», «Радиационные источники», «Радиационная токсикология».

Кафедра радиобиологии и специальность «Радиобиология» были открыты в первые годы после аварии на биологическом факультете Киевского национального университета имени Тараса Шевченко. Учебный план включает ведение большого цикла таких специальных дисциплин, как радиационная биофизика, радиационная биохимия, молекулярная радиобиология, клеточная радиобиология, радиобиология растений, радиобиология микроорганизмов, радиобиология человека и животных, радиоэкология, радиологический мониторинг, биогеохимия радионуклидов, радиобиологические последствия атомных катастроф, радиация и эволюция, теория микродозиметрии, количественная радиобиология, математическое моделирование радиобиологических процессов. Для их преподавания приглашаются специалисты из научных учреждений НАН Украины.

На кафедре медицинской радиофизики радиологического факультета этого университета проводится обучение по дисциплинам «Безопасность жизнедеятельности человека» и «Биологическое действие ионизирующей радиации», которые включают общие и специализированные разделы радиобиологии и радиоэкологии.

На большинстве специальностей медицинского профиля студенты получают некоторые основы знаний по радиоэкологии из курсов радиологии, радиационной гигиены, экологии, общей гигиены, безопасности жизнедеятельности. В Национальном медицинском университете имени А.А. Богомольца курс радиологии на соответствующей кафедре был дополнен курсом радиационной медицины. Была создана кафедра радиационной гигиены, и в рамках соответствующего курса преподавались определенные вопросы по общей радиоэкологии и радиологическому мониторингу. Однако, в 2004 г. кафедра была закрыта и курс радиационной гигиены в сокращенном виде присоединен к курсу общей гигиены.

На кафедре радиологии Национальной медицинской академии последипломного образования имени П.Л. Шупика организованы выездные курсы «Избранные вопросы радиационной медицины» объемом 18 часов практически во все области Украины.

В Институте последипломного образования НУБиП Украины отдельные лекции по радиологической ситуации в Украине и особенностям ведения сельскохозяйственного производства на загрязненных радионуклидами территориях читаются практически для всех

направлений курсов повышения квалификации специалистов. Иногда они сопровождаются лабораторными занятиями, которые включают ознакомление с работой и практическим использованием радиометров и дозиметров разных систем.

Несмотря на то, что для всех направлений были подготовлены учебники и учебные пособия по радиобиологии и радиоэкологии на украинском языке и есть соответствующие пособия на русском языке; что страна имеет в целом достаточное количество специалистов по специальности 03.00.01 – «Радиобиология» (ежегодно на двух специализированных диссертационных советах защищается несколько докторских и до десятка кандидатских диссертаций по этой специальности биологического и медицинского направлений), преподавание радиоэкологии как отдельной дисциплины, и дисциплин, содержащих радиоэкологические разделы в целом сворачивается. Дисциплины «радиобиология» и «радиоэкология» в перечне основных фактически остались только для направлений, для которых они преподавались до 1986 г. Для остальных специальностей, кроме экологии и охраны окружающей среды, они являются дисциплинами, которые вводятся по решению учебного заведения, а, соответственно, и выводятся.

Именно поэтому с увеличением времени, прошедшего после аварии, и, в целом, с улучшением в стране радиационной обстановки радиоэкологические дисциплины стали ощущать определенное давление – сокращение объемов преподавания вплоть до полного исключения из учебных планов, объединения с другими курсами (экологией, гражданской защитой, безопасностью жизнедеятельности и другими). Так, курсы были исключены практически во всех специальных заведениях I–II уровней, а в некоторых учебных заведениях южных регионов – и III–IV уровней. Резко, иногда вдвое, сократились объемы преподавания дисциплин даже в учебных заведениях аграрного направления. Ликвидируются или объединяются с другими специализированные кафедры, которые были созданы в конце 80-х–начале 90-х годов. К настоящему времени сохранилась только одна такая узкопрофильная кафедра радиобиологии и радиоэкологии в НУБиП Украины.

Оснований и оправданий этому нет. Во всем мире после относительного снижения темпов строительства АЭС, обусловленного чернобыльским синдромом, наблюдается резкий подъем. Вводятся и планируется введение новых ядерных блоков и в Украине. Увеличивается количество радиационных технологий, применяющих в своих процессах облучение объектов ионизирующей радиацией или использование радиоактивных изотопов. Наряду с этим возрастает и количество источников излучения, что повышает вероятность выхода их из под контроля. Появились признаки угрозы ядерного терроризма. Все это требует повышения качества радиоэкологического энвайронменталитета как среди населения в целом, так и среди специалистов, подготовки достаточного количества специалистов-радиоэкологов для разных сфер хозяйствования.

Безусловно, Украина – ядерная держава. По запасам урана она занимает одиннадцатое место в мире и первое в Европе, по количеству ядерных блоков на атомных электростанциях – восьмое в мире; 15 блоков на четырех ее АЭС вырабатывают половину электроэнергии страны. И если прошлое, 20-е столетие было названо атомным, то начавшееся 21-е будет еще более атомным. И жители Украины должны знать все преимущества и недостатки атомной энергетики, иметь представление о том, как действует ионизирующая радиация на живой организм, какими путями поступают радиоактивные вещества в организм человека, как, наконец, ослабить возможные последствия влияния радиации.

Знание основ радиоэкологии необходимо не только специалистам отдельных направлений, но и каждому человеку, занятому в сфере производства материальных и духовных ценностей. И радиоэкология не должна оставаться только сферой интересов общей экологии, а должна стать обязательным элементом системы непрерывного экологического образования.

Как уже неоднократно отмечалось, несвоевременное и недостаточное информирование населения о последствиях аварии на ЧАЭС органами государственного управления создавало социально-психологическое напряжение в обществе. Поэтому сегодня одним из основных элементов государственной политики в сфере ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы является гарантированный доступ населения к информации о радиологической ситуации на территориях, загрязненных вследствие Чернобыльской катастрофы.

Действующим законодательством Украины определено, какая информация и с какой периодичностью должна готовиться и распространяться среди населения исполнительной властью. Эта информация касается доз облучения населения, плотности загрязнения территорий, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, и содержания радионуклидов в продуктах питания.

В последние годы эта информация готовится в виде буклетов, в которых, вместе с информацией о дозах облучения, также приводится полезная, научно обоснованная информация о закономерностях формирования радиологической ситуации на загрязненных территориях, атласов радиоактивного загрязнения территорий. Атласы содержат интерактивные карты, с помощью которых можно получить дополнительную радиологическую информацию по каждому населенному пункту, отнесенному к зонам радиоактивного загрязнения.

Ежегодно готовятся научные Национальные доклады Украины, в которых ведущие ученые Украины дают всестороннюю оценку состоянию ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы, оценивая, в частности, эффективность проведенных работ по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы. Подготовлены информационные бюллетени по динамике радиологического состояния на территориях, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения (в разрезе районов), для местных органов власти.

Для проведения просветительской работы в учебных заведениях по вопросам, касающимся основ радиэкологических знаний и «информирования общественности по вопросам безопасного ведения сельскохозяйственного производства на радиоактивно загрязненных землях» проведены тематические исследования по подготовке и проведению семинаров-тренингов для специалистов сфер управления, образования, охраны здоровья; по доработке и внедрению информационных материалов о безопасности проживания на территориях, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы для учителей; выполнено тиражирование и распространение учебного фильма для образовательных учреждений об основах радиэкологических знаний и т.д.

Большую работу по информированию населения по вопросам ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы выполняют созданные МЧС Украины центры социально-психологической реабилитации и информирования населения по вопросам ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы.

### **7.3. Государственная политика Украины по обеспечению ядерной и радиационной безопасности**

#### ***7.3.1. Повышение культуры безопасности для поддержания на современном уровне ядерной и радиационной безопасности на действующих атомных электростанциях Украины***

Термин «Культура безопасности» впервые применен в документе №75-INSAG-1 «Итоговый доклад о совещании по рассмотрению причин и последствий в «Чернобыле», дальнейшее развитие получил в последующих докладах №75-INSAG-3, №75-INSAG-4, INSAG-12, INSAG-13, INSAG-15 и других документах МАГАТЭ.

В Украине требования к обеспечению культуры безопасности изложены в нормативном документе НП 306.2.141-2008 «Общие положения безопасности атомных станций», в котором

учтены рекомендации МАГАТЭ, а также накопленный отечественный и зарубежный опыт эксплуатации АЭС.

В указанном нормативном документе НП 306.2.141-2008, так же, как и в докладе МАГАТЭ №75-INSAG-4, культура безопасности определена как фундаментальный принцип обеспечения безопасности.

Деятельность Компании по обеспечению фундаментального принципа безопасности – культуры безопасности – направлена на создание атмосферы приверженности персонала целям безопасности, его личной ответственности и формирования у него основных принципов культуры безопасности:

- понимание каждым работником влияния его деятельности на безопасность и последствия, к которым может привести несоблюдение или некачественное выполнение требований нормативных документов, производственных и должностных инструкций, технологического регламента безопасной эксплуатации;
- строгое соблюдение дисциплины при четком распределении полномочий и персональной ответственности руководителей и непосредственных исполнителей;
- соблюдение требований производственных инструкций и технологических регламентов безопасной эксплуатации, их постоянное совершенствование на основе накапливаемого опыта и результатов научно-технических исследований;
- самоконтроль работниками своей деятельности, влияющей на безопасность;
- подбор, обучение и повышение квалификации руководителей и персонала с акцентом на приоритет безопасности и понимания последствий ошибочных действий для безопасности;
- выполнение работы исключительно в соответствии с установленными процедурами;
- систематическая оценка деятельности, связанной с безопасностью.

В соответствии с требованиями законодательства Украины, с учетом рекомендаций МАГАТЭ и выпущенным в ГП НАЭК «Энергоатом» Заявлением в области безопасности, эксплуатирующая организация (далее по тексту – ЭО) ГП НАЭК «Энергоатом» берет на себя всю полноту ответственности за безопасность атомных станций на всех этапах жизненного цикла и устанавливает безусловный приоритет обеспечения безопасности над иными целями.

Основными задачами ЭО являются: поддержание проектного уровня безопасности АЭС, постоянное повышение безопасности АЭС в соответствии с правилами и стандартами по ядерной и радиационной безопасности, передовой международной практикой и опытом эксплуатации. В ГП НАЭК «Энергоатом» создан и регулярно проводит совещания Совет по культуре безопасности. Этот Совет является органом стратегического планирования, контроля и координации действий, направленных на совершенствование культуры безопасности ГП НАЭК «Энергоатом». В обособленных подразделениях АЭС также созданы Советы/Комитеты по культуре безопасности.

Руководство ГП НАЭК «Энергоатом» периодически пересматривает Заявление в области безопасности, регулярно обеспечивает проведение международной Конференции по культуре безопасности, инициирует пересмотр организационной структуры в целях совершенствования системы управления. Ответственность и обязанности руководства тщательно анализируются и документируются в должностных инструкциях.

18–19 ноября 2010 года в Киеве была проведена очередная, 5-я международная научно-практическая конференция по культуре безопасности, которая проводится один раз в два года. На этот форум собираются руководители и специалисты в области атомной энергетики и обсуждают различные аспекты, связанные с безопасной эксплуатацией и развитием культуры безопасности на атомных станциях. Для участия в Конференции приглашаются специалисты организаций Украины, России, стран Европы, в которых эксплуатируются ЯУ, а также МАГАТЭ. Основной задачей Конференции является обмен опытом и оценка результатов в области обеспечения

безопасности атомных электростанций, совершенствования культуры безопасности в атомной энергетике.

В ГП НАЭК «Энергоатом» выполнен ряд масштабных мероприятий по оценке состояния культуры безопасности на АЭС – разработаны методики, проведены самооценки и независимые проверки.

В 2008–2010 гг. на каждой ОП АЭС разработаны Программы конкретных действий, направленных на становление и развитие культуры безопасности в ОП АЭС на период 2008–2010 гг., Программы самооценки уровня культуры безопасности в ОП АЭС. В 2009–2010 гг. на каждой ОП АЭС и в других подразделениях Компании проведена самооценка уровня культуры безопасности в соответствии с Руководством SCART. В апреле–августе 2010 года была проведена независимая оценка текущего уровня культуры безопасности на АЭС. По результатам проведенных проверок (независимых оценок) разработаны отчеты по оценке текущего уровня фундаментального принципа безопасности – культуры безопасности в ОП АЭС, в которых определены области для совершенствования культуры безопасности и разработаны корректирующие мероприятия.

На энергоблоках АЭС реализовано значительное количество мероприятий в рамках Концепции повышения безопасности. Реализация мероприятий Концепции находится в завершающей стадии, Концепция будет выполнена до конца 2012 года в полном объеме.

Завершены мероприятия по повышению безопасности, предусмотренные для энергоблока 1 Ровенской АЭС, до конца года будут завершены для энергоблока 2, это позволит безопасно эксплуатировать блоки после продления сроков их эксплуатации.

Завершена реализация мероприятий по повышению безопасности энергоблоков 2 ХАЭС и 4 РАЭС, выполнявшихся по отдельной программе (147 для РАЭС и 146 для ХАЭС). Финансирование мероприятий осуществлялось за счет собственных средств ЭО и за счет средств кредита МФО (ЕБРР/Евратом). По мнению кредиторов ЕБРР/ЕА – реализация Программы модернизации X2/P4 является самым успешным проектом из кредитруемых ЕБРР/ЕА.

На этом Компания не останавливается, подготовлена к реализации Комплексная (сводная) программа повышения безопасности энергоблоков АЭС Украины.

Группой экспертов от Еврокомиссии и МАГАТЭ была проведена комплексная оценка безопасности украинских АЭС на соответствие современным международным стандартам (в этих миссиях приняли участие 92 эксперта из 20 стран и международных организаций, а также 32 штатных сотрудника МАГАТЭ). Подобные оценки пока не имеют аналогов в мире. Оценка была проведена на соответствие основным стандартам МАГАТЭ по направлениям, – проектная безопасность, эксплуатационная безопасность, обращение с РАО и снятие с эксплуатации, регуляторные вопросы. По всем направлениям было подтверждено соответствие требованиям МАГАТЭ по безопасности.

ГП НАЭК «Энергоатом» на пути становления и развития культуры безопасности ставит задачу внедрения культуры безопасности как процесса непрерывного совершенствования, в который каждый может и должен внести свой вклад – работники и руководство эксплуатирующей организации, поставщики оборудования, организации научной и инженерной поддержки, органы государственного управления и регулирования – для получения общего результата – устойчивого поддержания и повышения уровня безопасности ядерной энергетике, как значимой составляющей энергетической безопасности государства.

### ***7.3.2. Стратегия безопасного обращения с отработанным ядерным топливом***

Для Украины ядерная энергетика является базовой составляющей национальной энергетической системы, устойчивое и надежное функционирование которой является условием не только гарантированного обеспечения национальной экономики электрической энергией, но и



устойчивого экономического роста и улучшения благосостояния граждан сегодня и в будущем. На АЭС Украины эксплуатируются 15 энергоблоков типа ВВЭР, вырабатывающих приблизительно половину электроэнергии страны, цена которой вдвое меньше по сравнению с таковой на электроэнергию традиционной тепловой генерации. Это позволяет удерживать тарифы на электроэнергию на уровне, приемлемом для нынешнего экономического состояния общества.

Одним из неотъемлемых компонентов технологического цикла производства электрической энергии на АЭС является образование отработанного ядерного топлива (ОЯТ), которое в соответствии с положениями отечественного ядерного законодательства относится к категории ядерных материалов (а не радиоактивных отходов, использование которых в дальнейшем не предусматривается).

На сегодня в большинстве стран, имеющих атомную энергетику, приняты решения, которыми предусматривается длительное хранение отработанного ядерного топлива в соответствующих хранилищах на собственных территориях. Анализ мирового опыта эксплуатации упомянутых хранилищ, которые уже построены, свидетельствует о высоком уровне их безопасности и надежности, что подтверждается низким уровнем их влияния на окружающую среду.

Для Украины решение проблемы обращения с ОЯТ собственных атомных электростанций является чрезвычайно актуальным. На АЭС Украины отсутствуют хранилища ОЯТ, из-за чего эксплуатирующая организация АЭС – ГП НАЭК «Энергоатом» вынуждена ежегодно вывозить ОЯТ на хранение и переработку за пределы страны, в Российскую Федерацию, с условием принять назад в Украину радиоактивные отходы такой переработки. Стоимость услуг зарубежных специализированных предприятий по хранению и переработке ОЯТ АЭС Украины увеличилась за 15 последних лет более чем в 2 раза.

Кроме экономии средств, что должно позитивно повлиять на сдерживание роста тарифов на электроэнергию, сооружение в Украине собственного хранилища значительно повысит уровень энергетической безопасности Украины. Ведь, если вывоз ОЯТ по каким-то причинам приостановится, три действующие АЭС Украины, для которых предназначено хранилище, и которые на сегодня обеспечивают около 25% производства электроэнергии в стране, также вскоре придется остановить с учетом требований ядерной безопасности.

Таким образом, строительство в Украине для собственных потребностей безопасного временного хранилища ОЯТ реакторов ВВЭР в полной мере отвечает мировой практике, направлено, в первую очередь, на обеспечение энергетической и ядерной безопасности нашей страны и полностью отвечает Национальной энергетической программе Украины, утвержденной постановлением Верховной Рады Украины от 15.05.1996 г., Указом Президента Украины от 27.12.2005 «О решении СНБО Украины от 9 декабря 2005 года «О состоянии энергетической безопасности Украины на основании государственной политики в сфере ее обеспечения», Энергетической стратегии Украины на период до 2030 года, утвержденной Кабинетом Министров Украины.

Во исполнение упомянутых решений высших органов власти Украины и в соответствии с положениями действующего законодательства, подготовлен законопроект «О размещении, проектировании и строительстве централизованного хранилища отработанного ядерного топлива реакторов типа ВВЭР отечественных атомных электростанций». Площадка для размещения хранилища, выбранная по результатам многофакторного анализа во время разработки ТЭО строительства, предлагается в Чернобыльской зоне отчуждения, за 10-12 км на южный запад от ЧАЭС.

Соответственно требованиям статьи 5 Закона Украины «О порядке принятия решений о размещении, проектировании, строительстве ядерных установок и объектов, предназначенных для обращения с радиоактивными отходами, которые имеют общегосударственное значение»

разработан пакет обосновывающих материалов к законопроекту, включающий: утвержденное Кабинетом Министров Украины технико-экономическое обоснование инвестиций, положительный вывод государственной экологической экспертизы, отчет об информировании смежных государств о возможном влиянии ЦХОЯТ в трансграничном контексте и согласование МЧС Украины на размещение ЦХОЯТ в зоне отчуждения территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Технико-экономическое обоснование инвестиций строительства хранилища (ТЭО) прошло комплексную государственную экспертизу в составе: экологической, санитарно-эпидемиологической и инвестиционной экспертиз, экспертизы по ядерной и радиационной безопасности, выполненных уполномоченными государственными органами. В частности, в выводе государственной экологической экспертизы отмечается, что размещение и эксплуатация ЦХОЯТ на площадке, выбранной для этой цели, являются экологически допустимыми. Общий вывод комплексной государственной экспертизы ТЭО – позитивный.

Соответственно проектным решениям, предложенным в ТЭО, централизованное хранилище отработанного ядерного топлива предлагается построить в зоне отчуждения территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. Оцененная в ТЭО санитарно-защитная зона объекта не будет превышать 100 м, а зона наблюдения, где возможно влияние объекта, – 1000 м. Названные специальные зоны полностью принадлежат землям зоны отчуждения, что исключает влияние ЦХОЯТ на население.

Процедура принятия решения о размещении на землях зон отчуждения и безусловного (обязательного) отселения ядерных установок и объектов, предназначенных для обращения с радиоактивными отходами, которые имеют общегосударственное значение, урегулирована внесенными к Закону Украины «О порядке принятия решений о размещении, проектировании, строительстве ядерных установок и объектов, предназначенных для обращения с радиоактивными отходами, которые имеют общегосударственное значение» (Закон Украины №1566-VI, статья 3-1). В соответствии с этими изменениями, решение о согласовании размещения в зонах отчуждения и безусловного (обязательного) отселения ядерных установок и объектов, предназначенных для обращения с радиоактивными отходами, которые имеют общегосударственное значение, принимается центральным органом исполнительной власти, к компетенции которого относится вопрос правового режима территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы. В соответствии с этой законодательной нормой размещение ЦХОЯТ на территории зоны отчуждения было согласовано с МЧС Украины.

ГП НАЭК «Энергоатом» была проведена значительная информационно-разъяснительная работа с целью информирования общественности Украины по вопросам безопасности при строительстве и эксплуатации ЦХОЯТ, в частности:

- публикация в газете «Урядовый курьер» заявлений о намерениях и экологических последствиях строительства ЦХОЯТ, освещение в средствах массовой информации материалов о ЦХОЯТ, размещение на интернет-сайте ГП НАЭК «Энергоатом» информации об избранной технологии хранения ОЯТ, строительстве и эксплуатации хранилища, информационно-аналитический обзор материалов технико-экономического обоснования инвестиций строительства ЦХОЯТ и др.;
- встречи с общественностью (брифинги, «круглые столы» с представителями общественности и СМИ), общественное обсуждение в пгт. Иванков (при участии общественности Полесского р-на) и г. Славутич Киевской обл., информационная поддержка общественных слушаний в г. Славутич, проходивших при участии общественности Славутича, Иванковского и Полесского районов, организация экскурсии для представителей общественности указанных районов на Запорожскую

АЭС, где действует подобное хранилище отработанного топлива, для освещения вопросов безопасности проекта ЦХОЯТ;

- обработка результатов мероприятий, вопросов общественности, подготовка ответов на них, освещение результатов работы с общественностью.

Проведенная работа с общественностью Украины по вопросам безопасности ЦХОЯТ отображена в «Отчете о консультации с общественностью относительно создания Централизованного хранилища отработанного ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины». Упомянутый «Отчет...» был включен в состав ОВНС ЦХОЯТ, по которому проведена государственная экологическая экспертиза.

Одновременно, во исполнение положений статьи 12 Закона Украины «Об использовании ядерной энергии и радиационной безопасности» и с целью обеспечения учета рекомендаций упомянутых общественных слушаний по вопросам ЦХОЯТ в г. Славутич, законопроектом предусмотрено выделение средств в объеме до 10 процентов общей сметной стоимости строительства хранилища на сооружение объектов социального назначения в городе Славутич, Иванковском и Полесском районах Киевской области, что будет способствовать решению вопросов социально-экономического развития указанных территорий и даст возможность создать новые рабочие места. В соответствии с ч. 8 ст.12 вышеназванного Закона Украины перечисление упомянутых средств будет осуществляться пропорционально к освоенным капитальным инвестициям ЦХОЯТ.

### ***7.3.3. Усовершенствование системы физической защиты пунктов захоронения радиоактивных отходов Зоны отчуждения***

Пункты захоронения РАО и Пункты временной локализации РАО зоны отчуждения входят в сферу управления МЧС, которое, соответственно требованиям законодательных актов, несет ответственность за разработку программ по усовершенствованию системы физической защиты подведомственных ему объектов.

Вместе с тем, следует отметить, что реализация государственной политики в области физической защиты радиоактивных отходов, других источников ионизирующего излучения, направленной на защиту интересов национальной безопасности, предупреждения и прекращения актов ядерного терроризма и укрепления режима нераспространения ядерного оружия, на данное время не стала одним из приоритетных направлений деятельности МЧС, Администрации зоны отчуждения.

Так, по результатам комплексных проверок, проведенных Госатомрегулирование в 2008–2009–2010 годах, установлено крайне неудовлетворительное состояние системы физической защиты пунктов захоронения и временной локализации радиоактивных отходов (ПЗРО, ПВЛРО), размещенных в Чернобыльской зоне отчуждения. Как пример, отсутствие инженерно-технических средств выявления и видеонаблюдения не позволяет эффективно осуществлять функции охраны на ПЗРО «Подлесный», «Буряковка», «3 очередь ЧАЭС» и ПВЛРО «Рассоха». При отсутствии технических средств освещения зон ограничения доступа этих объектов не обеспечиваются в полном объеме функции охраны в ночное время. На отдельных участках зоны ограничения доступа ПВЛРО «Рассоха», примыкающих к лесному массиву, отсутствует ограда периметра и предупредительные знаки.

В качестве примера негативных последствий несоответствия системы физической защиты требованиям законодательно-правовых актов – кража в IV кв. 2009 г. с режимного объекта ПЗРО «Буряковка» радиоактивно загрязненных медно-никелево-железных труб, общим весом 6 т 920 кг. А в 2010 году при попытке проникновения на территорию ПЗРО «Подлесный» был задержан сотрудник одного из предприятий Зоны отчуждения, в III квартале того же года зафиксирована

кража радиоактивных материалов (изделия из обедненного урана) общим весом 74,4 кг на объекте «III очередь ЧАЭС».

По материалам проведенных проверок был сделан вывод, что система физической защиты радиоактивных отходов, пунктов захоронения РАО зоны отчуждения не в полном объеме отвечает требованиям ядерного законодательства по вопросам физической защиты, и не в состоянии выполнять функцию по противодействию расчетным угрозам. Организация работ на этих объектах не обеспечивает комплексного решения проблем, связанных с обеспечением режима физической защиты РАО, что в свою очередь может означать как невыполнение Украиной взятых на себя международных обязательств, а именно – Конвенции о физической защите ядерного материала. Отсутствие действенного ведомственного контроля создает обстановку безнаказанности и безответственности производственного персонала.

Также, одним из факторов негативного состояния вещей является несоблюдение требований ст.27 Закона Украины «О физической защите ядерных установок, ядерных материалов, радиоактивных отходов, других источников ионизирующего излучения» относительно порядка финансирования системы физической защиты радиационно-опасных объектов. До сих пор не проведены расчеты относительно потребностей создания надежной системы физической защиты ПЗРО, как это предусмотрено требованиями действующего законодательства.

#### ***7.3.4. Общегосударственные меры для реализации государственной политики по вопросам безопасного снятия Чернобыльской АЭС с эксплуатации, преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему и обращения с РАО***

Госатомрегулирование в рамках своих полномочий осуществляет реализацию государственной политики в сфере использования ядерной энергии, обеспечения соблюдения требований ядерной и радиационной безопасности, а в своей деятельности относительно объекта «Укрытие» руководствуется Законами Украины, постановлениями и распоряжениями Кабинета Министров Украины, нормативно-правовыми актами в сфере использования ядерной энергии.

С целью разъяснения политики государственного регулирования ядерной и радиационной безопасности относительно объекта «Укрытие» приказом Министерства охраны окружающей среды и ядерной безопасности Украины от 08.04.1998 № 49 было утверждено «Заявление о политике регулирования ядерной и радиационной безопасности объекта «Укрытие» Чернобыльской АЭС». В нем определены основные принципы обеспечения ядерной и радиационной безопасности при осуществлении деятельности относительно объекта «Укрытие» в процессе его преобразования в экологически безопасную систему: принципы управления, предотвращения ядерного инцидента, радиационной защиты, обращения с радиоактивными отходами, общие технические принципы.

В 2001 году Госатомрегулированием были разработаны и зарегистрированы в Министерстве юстиции Украины «Требования к структуре и содержанию отчета по анализу безопасности реализации проектов Плана осуществления мероприятий на объекте «Укрытие». Соответственно требованиям этого документа ГСП ЧАЭС разрабатывает отчеты по анализу безопасности проектов, которые предоставляются органу государственного регулирования ядерной и радиационной безопасности в составе пакета документов для получения разрешения на выполнение определенных работ или операций на объекте «Укрытие».

На протяжении 2005–2006 годов Госатомрегулированием с привлечением зарубежных экспертов были разработаны «Фундаментальные принципы безопасности деятельности в рамках Плана осуществления мероприятий на объекте «Укрытие» и «Руководство по применению основ безопасности при осуществлении регулирующей деятельности в рамках Плана осуществления мероприятий на объекте «Укрытие».

В октябре 2010 года вступил в действие разработанный Госатомрегулирующим нормативно-правовой акт «Условия и порядок выдачи отдельных письменных разрешений на виды работ или операций по преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему». Этот документ определяет виды работ или операций, которые должны осуществляться по отдельным разрешениям на объекте «Укрытие», устанавливает условия и порядок выдачи, внесения изменений, отказа в выдаче, прекращения действия и аннулирования отдельных разрешений на выполнение работ или операций по преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему.

Для организации взаимосогласованной деятельности регулирующих органов, привлеченных к выполнению международного Плана осуществления мероприятий на объекте «Укрытие» (ПОМ), с целью обеспечения исключения дублирования деятельности, сокращения сроков рассмотрения проектов, принятия взаимосогласованных регулирующих решений в 2003 году между Госатомрегулирующим, МОЗ, Минприроды, Минстроем, Госпромгорнадзором, Госпожбезопасности МЧС Украины был подписан «Протокол между органами государственного регулирования Украины о сотрудничестве и размежевании компетенции относительно выполнения Плана осуществления мероприятий на объекте «Укрытие».

Координация деятельности органов государственного регулирования по наиболее важным вопросам осуществляется через «Межведомственную рабочую группу по координации деятельности регулирующих органов во время выдачи лицензий на выполнение работ на объекте «Укрытие» и по снятию ЧАЭС с эксплуатации» (МРГРО).

Для обеспечения четкого процесса лицензирования при реализации проектов ПОМ, определения взаимодействия между сторонами, привлеченными к рассмотрению этих проектов, в 2003 году был разработан «План лицензирования при реализации проектов ПОМ. Фаза 2». Этот документ определяет схему согласования документов, получения разрешений регулирующих и надзирающих органов. В развитие этого документа были разработаны отдельные лицензионные процессы для наиболее важных проектов: выполнения стабилизационных мероприятий, реализации нового безопасного конфайнмента, интегрированной автоматизированной системы контроля объекта «Укрытие».

В соответствии с общегосударственной программой снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, утвержденной Законом Украины от 15.01.2009 N 886-VI, мероприятия, осуществляемые на объекте «Укрытие», квалифицируются как преобразование его в экологически безопасную систему.

Преобразование объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему требует привлечения значительных финансовых и материальных ресурсов и международной поддержки для решения этой широкомасштабной проблемы.

Совместными усилиями правительств и специалистов разных стран в течение 1997 года была разработана международная программа преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему – План Осуществления Мероприятий (ПОМ), по- английски: Shelter Implementation Plan (SIP).

План Осуществления Мероприятий включает в себя 22 задачи, направленные на обеспечение основных целей безопасности: уменьшение вероятности обрушения объекта «Укрытие» (стабилизация строительных конструкций), смягчение последствий аварии с обрушением, повышение ядерной безопасности, повышение безопасности персонала и окружающей среды, стратегия долгосрочных мероприятий по преобразованию объекта в экологически безопасную систему.

Госатомрегулирующий выполняет экспертизу ядерной и радиационной безопасности (техническую оценку) проектов, технических решений, проектной и проектно-технической документации, которая разрабатывается с целью реализации определенных заданий ПОМ. С начала реализации проектов ПОМ было проведено свыше 200 таких экспертиз.

Для их проведения был разработан ряд методических и нормативных документов, в которых выработана система требований для обеспечения ядерной и радиационной безопасности объекта «Укрытие» и деятельности на нем: от фундаментальных принципов и основ безопасности, применяемых для объекта «Укрытие», до конкретных критериев и требований к этому объекту.

Одним из основных проектов ПОМ является создание нового безопасного конфайнмента объекта «Укрытие» (НБК).

**Конфайнмент** – защитное сооружение, которое включает в себя комплекс технологического оборудования для извлечения из разрушенного четвертого энергоблока Чернобыльской АЭС материалов, содержащих ядерное топливо, обращения с радиоактивными отходами и другие системы, предназначенные для осуществления деятельности по преобразованию этого энергоблока в экологически безопасную систему и обеспечения безопасности персонала, населения и окружающей среды.

Обеспечение лицензионного процесса строительства нового безопасного конфайнмента объекта «Укрытие» является приоритетом деятельности Госатомрегулирования.

В процессе проектирования НБК Госатомрегулирования тесно взаимодействует с ГСП ЧАЭС и подрядчиком первого пускового комплекса НБК, осуществляет консультативную поддержку и разъяснение относительно требований нормативных документов, подходов к обоснованию безопасности проектов и др. В частности, такая поддержка оказывалась при разработке дополнительных проектных критериев и требований к НБК, касающихся воздействий, обусловленных сходом снега/льда с покрытия защитного сооружения НБК, влияния смерча класса 3 на конструкции НБК, воздействий от ветровых нагрузок, требований к материалу стальных листов и электросвариваемых труб несущих конструкций защитного сооружения НБК, системы основных кранов НБК и др.

Инфраструктура для обращения с РАО и ОЯТ ЧАЭС в рамках снятия ЧАЭС с эксплуатации предусматривает строительство хранилища отработанного ядерного топлива (**ХОЯТ-2**), завода по переработке жидких радиоактивных отходов (**ЗПЖРО**), промышленного комплекса по обращению с твердыми РАО (**ПКОТРО**), комплекса производств по дезактивации, транспортированию, переработке и захоронению радиоактивных отходов с территорий, загрязненных вследствие аварии на Чернобыльской АЭС (кодовое название «Вектор»).

**ХОЯТ-2** (Хранилище отработанного ядерного топлива).

Условиями лицензии ЭО № 000124 «Строительство ядерной установки», изданной Госатомрегулированием 13 мая 2003 года, предусмотрено выполнение работ по строительству ХОЯТ-2 только после утверждения в установленном порядке доработанного Проекта строительства ХОЯТ -2 и согласования с Госатомрегулированием предварительного отчета по анализу безопасности (ПОАБ) ХОЯТ -2.

На протяжении 2010 года Госатомрегулирование с привлечением экспертов ГНТЦ ЯРБ (Украина) и RISKAUDIT (Германия-Франция) проводил Государственную экспертизу ядерной и радиационной безопасности ПОАБ ХОЯТ-2 и других документов, касающихся завершения проекта строительства ХОЯТ-2 Чернобыльской АЭС.

19 октября 2010 года Постановлением Коллегии Госатомрегулирования № 12 был одобрен вывод государственной экспертизы ПОАБ и других документов, касающихся завершения проекта строительства ХОЯТ-2 Чернобыльской АЭС, как свидетельствующих о соответствии в целом проектных решений ХОЯТ-2 требованиям ядерной и радиационной безопасности.

По состоянию на сегодняшний день Чернобыльская АЭС осуществляет мероприятия по утверждению проекта ХОЯТ-2 и переоформлению лицензии ЭО № 000124 «Строительство ядерной установки», выданной Госатомрегулированием 13 мая 2003 года.

**ЗПЖРО** (Завод по переработке жидких радиоактивных отходов).

На данный период, Госатомрегулирование планирует свою деятельность в рамках лицензирования ЗПЖРО, базируясь на обновленном ГСП ЧАЭС «Графике подготовки и предоставления документов для получения разрешений на введение в эксплуатацию и эксплуатацию ЗПЖРО».

Экспертная поддержка в лицензионной деятельности, связанной с реализацией проекта ЗПЖРО, оказывается в рамках контрактов, заключенных в соответствии с «Соглашением о гранте (Проект ядерной безопасности Чернобыльской АЭС) между Европейским банком реконструкции и развития (как Распорядителем средств Гранта со Счета ядерной безопасности), Кабинетом Министров Украины и Государственным комитетом ядерного регулирования Украины (как Получателем)» (Соглашения о Гранте 007 от 08.07.09).

Госатомрегулирование согласовало Техническое решение ГСП ЧАЭС «Об изменениях проекта «Завод по переработке жидких РАО». Это Техническое решение является важным документом эксплуатирующей организации в контексте завершения проекта ЗПЖРО и введения в эксплуатацию этого объекта, поскольку в нем ГСП ЧАЭС формулирует перечень основных модификаций (изменений), которые должны быть внесены в проект ЗПЖРО и являются важными с точки зрения обеспечения безопасности этого объекта. В развитие этого технического решения, ГСП ЧАЭС будет готовить пакеты рабочей документации по модификациям и направлять их на комплексную государственную экспертизу.

Подача заявления и комплекта документов на получение отдельного письменного разрешения Госатомрегулирования на введение в эксплуатацию ЗПЖРО запланирована на 4-ый квартал 2011 года, на эксплуатацию – на 1-ый квартал 2012 года.

**ПКОТРО** (Промышленный комплекс по обращению с твердыми РАО).

*Состав проекта:* Лот 0 – Временное хранилище, предназначенное для промежуточного хранения низко- и среднеактивных долгоживущих и высокоактивных РАО, создаваемое в здании хранилища жидких и твердых РАО (ХЖТО) ЧАЭС; Лот 1- установка извлечения твердых РАО; Лот 2 – завод по переработке твердых РАО; Лот 3 – специально оборудованное приповерхностное хранилище твердых РАО (СОПХТРО), построенное на площадке комплекса «Вектор».

**Лот 0.** 10 декабря 2010 года Государственным комитетом ядерного регулирования Украины было подписано Отдельное разрешение № 000040/4 на эксплуатацию Временного хранилища твердых отходов III группы и низко- и среднеактивных долгоживущих отходов (далее – *ВХ ВАО та НСА ДЖО*), входящего в состав Промышленного комплекса по обращению с твердыми радиоактивными отходами (далее – *ПКОТРО*) на площадке ГСП «Чернобыльская АЭС».

Основаниями для выдачи этого разрешения стали:

1) положительные выводы государственной экспертизы ядерной и радиационной безопасности;

2) результаты инспекционного обследования, проведенного комиссией Госатомрегулирования в сентябре этого года (Акт № 46-24-34П от 17.09.10).

Также был принят во внимание «План мероприятий по устранению замечаний, отмеченных в Акте инспекционного обследования № 46-24-34П от 17.09.10, а также замечаний, выявленных в рамках государственной экспертизы ядерной и радиационной безопасности документов, которые обосновывают безопасную эксплуатацию ВХ ВАО и НСА-ДЖО» (утверждено техническим директором -главным инженером Бильком А.О. 26.11.10) и введенный в действие приказом ГСП ЧАЭС № 757 от 26.11.10 г.

Согласно с условиями этого разрешения:

- практические работы по приему упаковок РАО и загрузке их в отсеки ВХ ВАО и НСА ДЖО могут быть начаты лишь при условии реализации указанного выше «Плана мероприятий по устранению замечаний...» (включая предоставление подтверждающих документов),

- прием упаковок РАО может осуществляться только от Завода по переработке твердых РАО ПКОТРО.

Следует отметить, что это разрешение дает право проводить работы по эксплуатации ВХ ВАО и НСА ДЖО, связанные с приемом, хранением упаковок с ВХ ВАО и НСА ДЖО до полной загрузки отсеков хранилища. В будущем, принимая во внимание темпы заполнения отсеков ВХ ВАО и НСА ДЖО, но не позднее чем через 10 лет, ГСП «Чернобыльская АЭС» должна запланировать и провести переоценку безопасности хранилища. В рамках переоценки безопасности хранилища, ГСП «Чернобыльская АЭС» должна представить в Госатомрегулирование пересмотренный отчет по анализу безопасности хранилища и другие документы, которые обосновывают безопасное хранение упаковок РАО. Среди прочего, по результатам переоценки безопасности ВХ ВАО и НСА ДЖО должен быть определен и обоснован срок хранения упаковок РАО в этом хранилище.

**Лоты 1, 2.** 13 мая 2010 года Государственным комитетом ядерного регулирования Украины было подписано Отдельное разрешение № 000040/3 на введение в эксплуатацию Установки по извлечению твердых отходов (далее – УИТО, Лот 1) и Завода по переработке твердых радиоактивных отходов (далее – ЗПТРО, Лот 2) Промышленного комплекса по обращению с радиоактивными отходами ГСП «Чернобыльская АЭС».

В соответствии с данным разрешением, ГСП «Чернобыльская АЭС» имеет право проводить деятельность в рамках первого этапа введения в эксплуатацию («горячих испытаний») УИТО и ЗПТРО, как это предусмотрено документами «Программа введения в эксплуатацию ПКОТРО» и «Рабочая программа проведения первого этапа «горячих испытаний» ПКОТРО».

Программой введения в эксплуатацию ПКОТРО предусмотрено осуществление трех этапов введения в эксплуатацию УИТО и ЗПТРО:

Этап 1 – испытания с радиоактивными отходами (далее – РАО), которые находятся в герметичных упаковках, с заранее известными характеристиками,

Этап 2 – испытания с РАО без герметичных упаковок («открытыми» РАО) с известными характеристиками,

Этап 3 – испытания с радиоактивными отходами, извлеченными из отсеков Хранилища твердых отходов ГСП ЧАЭС.

Для получения разрешения на выполнение работ на втором этапе введения в эксплуатацию («горячих испытаний») УИТО и ЗПТРО, ГСП «Чернобыльская АЭС» должно предоставить в Госатомрегулирование отчетные материалы о достижении критериев завершения первого этапа, согласно Программе введения в эксплуатацию ПКПТРО, копии Актов комиссии по приемке технологического оборудования и систем УИТО и ЗПТРО после «горячих испытаний», Рабочую программу проведения второго этапа «горячих испытаний».

**Лот 3 – СОПХТРО.** ГСП «Техноцентр» выдана лицензия серии ЕО № 000894 от 02.07.2009 сроком действия 5 лет. В соответствии с особыми условиями этой лицензии, ГСП «Техноцентр» должен принять все необходимые меры по обеспечению и демонстрации безопасной эксплуатации хранилища в полном объеме посредством: выявления и устранения причин поступления воды под хранилище, обеспечения анализа выполнения конструкциями и системами хранилища функций, предусмотренных проектом, имплементации современных методологий оценки безопасности, выполнения реалистического анализа долгосрочной безопасности системы захоронения, оптимизации критериев приемки и др. С целью решения вопросов по оценке безопасности хранилища, включая сейсмический анализ, Европейская Комиссия оказывала ГСП «Техноцентр» техническую поддержку.



#### **7.4. Международное научно-техническое сотрудничество в области ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы**

Чернобыльская катастрофа является одним из наиболее трагических событий в истории человечества и, вместе с тем, – это яркий пример единения стран мира перед глобальной угрозой. Сейчас, спустя четверть века после аварии, окончательное решение Чернобыльских проблем, возможно, более, чем когда либо, зависит от усилий международного сообщества, его настойчивости и последовательности. Последние политические решения лидеров стран «большой восьмерки», провозглашенные на очередном саммите по вопросам ядерной безопасности, состоявшемся 11–14 апреля 2010 г. в Вашингтоне, демонстрируют намерения по выполнению обязательств по реализации Плана мероприятий по преобразованию объекта «Укрытие» (SIP) в экологически безопасную систему [2]. Как известно, главное задание Плана – сооружение новой защитной оболочки над разрушенным реактором – вопреки усилиям мирового сообщества, не выполнено и до нынешнего времени. Со значительной задержкой выполняется строительство технической инфраструктуры, необходимой для безопасного снятия станции с эксплуатации.

Потому и сейчас, через четверть века после аварии, последствия ее остаются глобальной проблемой сегодняшнего дня.

Важным шагом в разработке стратегии дальнейшего международного сотрудничества должна стать Международная научно-практическая конференция «Двадцать пять лет Чернобыльской катастрофы. Безопасность будущего», которую запланировано провести в Киеве 20–22 апреля 2011 года.

С первых дней аварии внимание мирового сообщества было приковано к Чернобыльской АЭС, как к источнику планетарной опасности. Главным фактором опасности были разрушенный реактор, а также другие реакторы Чернобыльской станции, которые продолжали работать.

Принимая во внимание угрозу, возникшую вследствие глобального радионуклидного загрязнения окружающей среды, экономически развитые страны мира, и в первую очередь – страны «Большой семерки» немедленно предложили СССР свою помощь, чтобы как можно быстрее овладеть ситуацией. Главным условием правительств стран «Большой семерки» было требование в наиболее короткие сроки окончательно остановить все реакторы ЧАЭС. Это не входило в планы руководства СССР, поэтому оно согласилось в 1986 году на сотрудничество только в сфере радиационной медицины и отказалось от сотрудничества в технической сфере.

Сейчас, двадцать пять лет спустя после аварии, ретроспективный обзор чернобыльских событий и знание текущего состояния дел с сооружением новой безопасной оболочки над «Укрытием» позволяет утверждать, – ни одна страна мира не была бы в состоянии самостоятельно справиться с заданием такого масштаба.

После распада СССР, начиная с 1992 года, международное сотрудничество Украины постепенно сформировалось по таким главным направлениям:

- выполнение Плана действий по «Укрытию» (SIP);
- техническая помощь по развитию инфраструктуры, необходимой для безопасного снятия Чернобыльской АЭС с эксплуатации и преобразования «Укрытия» в экологически безопасную систему;
- исследовательские проекты в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС и проекты по исследованию состояния здоровья лиц, пострадавших от радиации;
- проекты гуманитарной помощи:
  - а) поставка в Украину медицинского оборудования и лекарств, одежды, продуктов питания;
  - б) лечение и оздоровление пострадавших, преимущественно детей, за границей;
  - в) помощь в организации местного самоуправления и распространения общественного движения самопомощи (Программа ООН) [42].

Несмотря на техногенные и радиоэкологические аспекты, которые привлекали внимание мирового сообщества в первые годы после Чернобыльской аварии, со временем становятся более понятными чрезвычайные масштабы Чернобыля как гуманитарной катастрофы.

По оценкам, вследствие аварии непосредственно пострадало около 2,6 млн. лиц, проживавших в 2293 населенных пунктах [43]. На эти человеческие общины беда обрушилась как вследствие непосредственного радиационного влияния, так и ограничений на хозяйственную деятельность на загрязненных территориях. Кроме того, правительственные субсидии постепенно обесценились вследствие инфляции, что усилило апатию и пассивность населения. В общем это имело разрушительные последствия для уровня жизни населения: отсутствие доступных лекарств и медицинского оборудования, очень низкий уровень образования детей и молодежи, быстро деградирующая инфраструктура инженерных сетей в населенных пунктах.

С начала 90-х годов значительно упростились контакты украинских неправительственных организаций и физических лиц с различными зарубежными институтами. Сложились, в большинстве стран Европы, благоприятные условия для развития общественного движения солидарности с пострадавшим населением Украины, Белоруссии и России. После 1992 года в одной только Германии действовало более тысячи организаций, которые оказывали благотворительную помощь жителям пострадавших районов, эвакуированному населению, ликвидаторам [44]. Неоценимую помощь в лечении и оздоровлении детей из отселенных поселков и городов и по сей день оказывает правительство Кубы [45].

Благодаря многочисленным неправительственным организациям чернобыльской направленности за последние 20 лет распространилась инициатива разнообразной благотворительной помощи обозначенному выше контингенту лиц – от организации отдыха пострадавшим детям, медикаментозной и технической поддержки медицинских и оздоровительных учреждений, до масштабных социальных и экологических проектов [46]. Дальнейшим развитием европейского благотворительного движения должно стать создание, накануне 25-ой годовщины Чернобыльской аварии, единой Европейской сети чернобыльских неправительственных организаций. В январе 2011 года в Германии запланирована к изданию книга «25 лет после Чернобыля – европейская солидарность и культура памяти», цель которой – систематизировать и обобщить историю возникновения и деятельности европейского благотворительного движения [47].

Двусторонняя и многосторонняя, правительственная и неправительственная поддержка, которая с начала 90-х оказывалась Украине с целью смягчения последствий Чернобыля, имела тенденцию именно помощи, но со временем международное сообщество стало понимать, что необходимо смещать акценты с помощи в сторону развития.

Впервые на необходимость изменений подхода к оказанию гуманитарной поддержки пострадавшим от последствий аварии было обращено внимание в докладе «Гуманитарные последствия Чернобыльской аварии – стратегия возрождения» [48], изданном еще в 2002 году Программой развития ООН, Детским фондом ООН (ЮНИСЕФ) при поддержке Управления по координации гуманитарной деятельности ООН и Всемирной организации охраны здоровья. В конце года ПРООН и правительство Украины начали Программу возрождения и развития территорий, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы (ПВРЧ) [49].

Главное внимание Программы было уделено трем направлениям, касающимся местного населения. Программа должна была содействовать:

- восстановлению чувства собственного достоинства и самостоятельности;
- развитию инициативы по поиску ресурсов и экономических возможностей;
- защите здоровья и жизни жителей загрязненных территорий.

На протяжении 2003–2007 гг. ПРООН/ПВРЧ оказали, в общем, финансовую поддержку 190 проектам социального благоустройства. Суммарный бюджет этих проектов порядка 3,4 млн. USD, 30% из которых предоставил ПРООН/ПВРЧ [50].

Дополнительное финансирование для программы ВРЧ было предоставлено Канадской агентцией международного развития, Швейцарской агентцией по развитию и сотрудничеству. В рамках ПРООН/ПВРЧ были выполнены проекты по благоустройству в семнадцати наиболее загрязненных районах Черниговской, Ровенской, Киевской и Житомирской областей. Благодаря этой деятельности было создано 279 общественных организаций в 192 населенных пунктах с общей численностью жителей более 20 000 человек.

По Программе, которую финансировало правительство Японии через целевой фонд ООН по безопасности человека, оказывалась финансовая помощь (грантами от 20 000 до 75 000 USD) неправительственным организациям и медицинским учреждениям [51].

В период 2002–2008 гг. в рамках этой программы было выполнено 16 проектов общей стоимостью 717 500 USD.

Официальная позиция международного сообщества относительно дальнейшей программы действий по Чернобылю, изложенная в рекомендациях 62-ой Ассамблеи ООН (октябрь 2007 г.), состоит в том, что следующей стадией ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы должна стать фаза возрождения и развития. Генеральный секретарь ООН в докладе «Оптимизация международных усилий по изучению, смягчению и минимизации последствий Чернобыльской катастрофы» отметил, что возвращение к нормальной жизни является реальной перспективой для большинства людей, проживающих в районах, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы [52].

По выводам экспертов, главной проблемой в пострадавших регионах на данный момент является несоответствие социальной и экономической инфраструктуры, неудовлетворительное финансирование местных органов власти и ограниченные возможности органов местного самоуправления. Чернобыльские программы не были ориентированы на ликвидацию бедности населения в пострадавших районах вследствие устаревших подходов к системе социальной поддержки. Новые реалии требуют разработки новой концепции управления социальными последствиями Чернобыля, главное задание которой – от гуманитарной помощи и устаревшей системы социального обеспечения перейти к стимулированию социального и экономического развития регионов.

Поэтому старые программы, которые развивали менталитет «жертвы Чернобыля», следует решительно менять на программы развития инициативы на местах, которые привлекали бы местных жителей к строительству собственного будущего и придавали бы уверенность в собственных силах.

В связи с этим эксперты ООН предлагают главные усилия мирового сообщества в гуманитарной сфере сосредоточить в направлении стимуляции устойчивого социально-экономического развития, создания новых рабочих мест, привлечения инвестиций для возрождения территорий, пострадавших от Чернобыльской аварии.

С учетом обозначенного подхода эксперты Евросоюза разработали социально-экономическую стратегию развития Чернобыльского региона и зоны отчуждения. Впервые международная экспертная комиссия ЕС представила оценку бизнес–потенциала Чернобыльского региона, ведь до сегодняшнего времени эти территории рассматривались только с точки зрения безопасности. В качестве первоочередных для реализации эксперты отобрали три бизнес–идеи: завод по производству кирпича и выращивания рапса в Иванковском районе и переработка сухой древесины в зоне отчуждения [53].

В соответствии с выводами экспертов Европейского Союза, в Чернобыльской зоне до тех пор будет существовать реальная угроза возникновения пожаров, пока не будут приняты радикальные меры по утилизации загрязненного сухого леса. Эксперты ЕС предложили для Украины проект по экологически чистому сжиганию древесины в зоне отчуждения, реализация которого будет стоить 2,5 млн. евро. Специалисты рассчитали все риски и рентабельность

проектов. Привлечение инвесторов является обязанностью местных администраций. Однако для того, чтобы начать предпринимательскую деятельность на землях, отнесенных к категории загрязненных, необходимо специальное разрешение Кабинета Министров Украины и многочисленных контролирующих органов, что отпугивает потенциальных инвесторов.

Практическим вкладом международного сообщества в реализацию новой стратегии ООН стала серия семинаров, проведенных в России, Украине и Белоруссии на протяжении 2009 года [54]. Соорганизаторами семинаров впервые выступили все четыре профильные организации ООН: МАГАТЭ, ПРООН, ЮНИСЕФ и ВОЗ. Цель семинаров – повышение квалификации специалистов в сфере распространения информации, связанной с последствиями Чернобыльской катастрофы, и представителей местных органов власти, ответственных за принятие решений и информирование населения.

В Украине этот семинар прошел в период 2–4 июня 2009 г. в Киеве, на базе Научного центра радиационной медицины Академии медицинских наук Украины (УНЦРМ АМН) при поддержке Министерства Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы.

Семинар проводился в рамках Регионального проекта технической кооперации МАГАТЭ RER/3/004 «Радиологическая поддержка реабилитации территорий, пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской АЭС», а также в рамках проекта ICRIN (Международный проект организаций системы ООН), посвященного чернобыльской проблематике.

До нынешнего времени остается неизменной позиция международного сообщества относительно оценки современного состояния последствий аварии на ЧАЭС, представленной к 20-ти летию аварии в ряде документов Чернобыльского форума: общем отчете ООН, МАГАТЭ, ВОЗ «Наследие Чернобыля: медицинские, экологические и социально-экономические последствия», «Чернобыль: истинные масштабы аварии», докладе ПРООН и ЮНИСЕФ «Гуманитарные последствия аварии на ЧАЭС: стратегия реабилитации», материалах Международной конференции «Чернобыль 20 лет спустя» и принятом ООН Плана действий по Чернобылю на период до 2016 года [54].

Основные выводы из вышеперечисленных документов можно обобщить таким образом:

- степень негативного риска от влияния радиации на здоровье местного населения (за пределами зоны отчуждения Чернобыльской АЭС) на сегодняшний день оценивается как нулевая;
- ограничения в экономической и хозяйственной сферах возникают из-за радиационной стигматизации (то-есть навешивания ярлыков, неоправданного обобщения, например: в Украине все земли и вся сельскохозяйственная продукция являются радиоактивно-загрязненными), отсутствия инвестиций и инфраструктуры;
- практика широкого спектра льгот в социальной сфере сформировала «синдром зависимости» у населения пострадавших регионов, а развитая радиофобия стала причиной пассивности и беспомощности. Эти факторы объединены в понятие «синдром жертвы Чернобыля»;
- назрела необходимость изменения существующей политики оказания гуманитарной помощи со стороны международного сообщества, проведение которой способствует закреплению потребительских настроений среди потерпевшего населения;
- радиологическая реабилитация населенных районов завершена, размеры загрязненных территорий продолжают сокращаться, к их классификации предлагается применить существующие международные стандарты;
- международному научному сообществу необходимо более активное использование уникальной научной лаборатории, которой является зона отчуждения вокруг Чернобыльской АЭС.

Анализ накопленного опыта и результатов многолетней работы демонстрирует, что международное сотрудничество в Чернобыле не является движением «в одну сторону»: если Украина получала широкомасштабную гуманитарную и техническую помощь, то страны, которые ее предоставляли, – доступ к уникальному «чернобыльскому полигону».

Для содействия международным исследованиям в зоне отчуждения в Украине, при поддержке правительства США, образована Международная Радиологическая Лаборатория (МРЛ), которая имеет необходимую исследовательскую базу непосредственно в зоне отчуждения.

Несмотря на короткое время существования лаборатории, были достигнуты значительные научные успехи при выполнении международных проектов: научными сотрудниками МРЛ, совместно с ведущими учеными США, Великобритании, Германии, Франции и ряда других стран издано более 100 печатных работ. Начиная с 2007 г. МРЛ, совместно с исследовательскими центрами США Washington Savannah River Company LLC, Savannah River National Laboratory (позже – Savannah River Nuclear Solutions), сместили акценты многолетнего сотрудничества со сферы теоретической науки и анализа в область обобщения накопленных знаний и опыта, связанных с решением проблем минимизации последствий Чернобыльской аварии, обращением с загрязненными территориями и снятием Чернобыльской АЭС с эксплуатации. В частности, в ходе этого сотрудничества были систематизированы сведения о снятии с эксплуатации ЧАЭС и ее пруд-охладителя, строительстве новой защитной оболочки над «Укрытием», о радиоэкологических процессах, происходящих в разных экосистемах Чернобыльской зоны отчуждения, подходах к оценке радиоэкологических рисков, методах исследования окружающей природной среды и др.

Одним из наибольших объектов зоны отчуждения, безопасное обращение с которым требует сотрудничества на международном уровне, является пруд-охладитель Чернобыльской АЭС. Вследствие аварии пруд был загрязнен диспергированным ядерным топливом и высокоактивными сбросами воды из первого контура аварийного реактора. Вопросы обращения с этим объектом периодически рассматривается экспертами разных стран в рамках миссий МАГАТЭ на Чернобыльской АЭС. Одна из последних миссий, которая состоялась в октябре 2009 г., была посвящена обсуждению современного состояния загрязнения пруда – охладителя и прилегающей территории; влиянию пруда на окружающую природную среду; особенностям загрязнения донных отложений; прогнозу трансформации экосистемы в процессе ликвидации пруда; опыту реабилитации радиоактивно загрязненных водоемов, накопленному в мировой практике.

Создание Международной радиоэкологической лаборатории привело к пополнению общечеловеческой сокровищницы знаний в области радиоэкологии и радиационной защиты, расширило и укрепило контакты между учеными многих стран, способствовало сохранению и приумножению научного потенциала Украины. Функционирование МРЛ открывает широкие возможности для исследователей всего мира в сфере отработки методов и средств оценки последствий техногенного загрязнения среды и выработки оптимальных и эффективных решений по преодолению этих последствий.

В рейтинге наиболее экзотических мест для туризма, привлекающих внимание людей из многих стран мира, одну из самых высоких ступеней, по версии журнала Forbes, занимает Чернобыльская АЭС и ее зона отчуждения. Конечно, Чернобыль не является туристическим центром. Большинство людей, посещающих зону отчуждения, – это научные работники, журналисты, писатели, экологи, политики. Это люди, имеющие профессиональный интерес к аварии на ЧАЭС. Украина вынуждена постоянно привлекать внимание сообщества к проблемам и последствиям аварии. А так называемый туризм иностранцев в Чернобыль является одной из форм информирования иностранцев об этой катастрофе. Эти посещения необходимо рассматривать не в контексте развлекательного или туристического бизнеса, а исключительно как одну из форм информирования общественности о масштабах Чернобыльской катастрофы и ликвидации ее последствий.

## **7.5. Научное сопровождение мероприятий по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы**

Научное сопровождение всех направлений работ по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы определено одним из основных механизмов выполнения мероприятий общегосударственной программы ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы.

На момент самой крупной в мире техногенной катастрофы на ядерном объекте – Чернобыльской АЭС – в Украине не было специализированных научных учреждений в области радиационной медицины, радиобиологии, радиоэкологии, сельскохозяйственной радиологии. Учитывая масштабы аварии, было принято решение об организации в Киеве целого ряда специализированных научных учреждений для решения проблем, вызванных катастрофой. Незамедлительное формирование развитой инфраструктуры научного сопровождения работ дало возможность комплексно обрабатывать и решать широкий спектр научных проблем, вызванных Чернобыльской катастрофой.

### ***7.5.1. Минимизация медицинских последствий аварии***

Анализ и обобщение основных результатов 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 как факторы потери трудоспособности и смертности.

По результатам 15-летнего наблюдения за разными группами пострадавших в 2001 году украинскими учеными совместно со специалистами ВООЗ, НКДАР ООН, МАГАТЭ и других организаций были разработаны прогноз и рекомендации по минимизации медицинских последствий аварии на ближайшие годы. Указывалось, что в последующие 10 лет (до 2010 года) можно ожидать сохранения тенденций увеличения заболеваемости по многим классам болезней и, возможно, злокачественных новообразований, с учетом естественного старения пострадавших контингентов.

Целью «Общегосударственной программы ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы на 2006–2010 гг.» стало сохранение здоровья лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, и их потомков; укрепление и поддержка барьеров радиационной безопасности, противорадиационная защита населения, проживающего на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, максимально возможное нераспространение радионуклидов из зоны отчуждения; усовершенствование социальной защиты пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, реабилитация территорий и населенных пунктов.

Анализ подтверждает эффективность примененных медицинских контрмер по минимизации медицинских последствий Чернобыля, в частности, мер по снижению доз облучения детского населения в 1986 г., проведения планового оздоровления пострадавших детей. Эффективной стала система мер по ранней диагностике и лечению рака щитовидной железы, которая включала проведение диспансеризации с ультразвуковой диагностикой, хирургическое лечение и радиоiodотерапию метастаз. Чернобыльским Форумом ООН (2006 г.) было констатировано, что смертность от рака щитовидной железы в пострадавших странах не превышает 1%.

Чернобыльским Форумом были сформулированы рекомендации относительно приоритетных заданий системы здравоохранения. Они включали:

- продолжение мониторинга лиц, облученных в детском возрасте;
- при планировании мероприятий системы здравоохранения необходимо использовать прогнозные оценки с учетом рисков раков и доз облучения;

- рекомендовано проведение аналитических исследований, как таких, которые дают количественную оценку риску заболеваний у облученных и модифицирующих факторов. Важным является продолжение экологических исследований для эффективного распределения недостаточных финансовых средств в области здравоохранения, документирования географических и временных изменений рисков при большом числе случаев заболеваний;
- важным элементом считается работа реестров рака, которые характеризуются высоким качеством данных.

Чернобыльским Форумом было указано, что невозможно исключить возможность повышения радиационных рисков рака щитовидной железы после облучения во взрослом возрасте. Рекомендовалось проведение корректно спланированных и анализируемых исследований. Такие же рекомендации даны для проведения исследований у детей, облученных внутриутробно.

Рекомендовано продолжение крупномасштабных аналитических исследований лейкемии и временных отличий в значениях радиационных рисков. Относительно других форм раков сделан вывод, что, хотя на момент проведения анализа не было доказательств повышения частоты раков, кроме рака щитовидной железы, возможность повышения рисков не может быть исключена, особенно у ликвидаторов. Если избыток существует, он будет регистрироваться через одно или несколько десятилетий после катастрофы.

Рекомендовано также проведение исследований по верификации роли ионизирующей радиации в индукции сердечно-сосудистых заболеваний у ликвидаторов.

НКДАР ООН в 2008 г. была завершена проработка документа «Эффекты действия Чернобыльской аварии на здоровье человека, связанные с действием ионизирующей радиации». В документе, опубликованном в 2011 году, были проанализированы публикации включительно по 2006 год. основополагающим ограничением документа НКДАР было проведение анализа только тех эффектов, для которых связь с действием облучения была установлена раньше. В сравнении с предыдущим документом (Аппех J, 2000) к установленным эффектам, кроме рака щитовидной железы, были приобщены лейкемия, катаракты у ликвидаторов. Научно была обоснована необходимость проведения исследований раков, включая рак молочной железы, и сердечно-сосудистых заболеваний у участников ЛПА.

Прошло 25 лет со дня аварии на Чернобыльской АЭС. Проблемы, вызванные Чернобыльской катастрофой, не исчезли, острота их не уменьшилась. В то же время научный анализ показывает изменения тенденций заболеваемости, что требует внесения корректив в планирование мероприятий по минимизации медицинских последствий.

Основной проблемой в последние годы стало вероятное повышение смертности ликвидаторов, по сравнению с остальным населением Украины. Основными причинами смерти стали онкологические заболевания и смерть от сердечно-сосудистых осложнений. Данными экологических исследований подтверждаются предварительные предположения об увеличении заболеваемости раком щитовидной железы у взрослых – у участников ЛПА и эвакуированных. Заболеваемость раком молочной железы превышала ожидаемый уровень у участников ЛПА 1986-1987 гг. женского пола в 1,5 раза. Подтверждено увеличение радиационных рисков лейкемии, аналогичных установленным у пострадавших от ядерных бомбардировок. Результаты подтверждены исследованиями российских ликвидаторов группой Международного агентства по исследованию рака ООН.

В то же время появилась тенденция к снижению числа радиогенных случаев лейкемии среди ликвидаторов. Это является ожидаемым и может быть объяснено временными трендами изменения радиационных рисков, а также высокой смертностью от заболеваний сердечно-сосудистой системы и других форм онкологических заболеваний.

Изучение медицинских последствий Чернобыльской катастрофы показало, что одним из ее наиболее неблагоприятных эффектов является увеличение показателей заболеваемости у пострадавшего детского населения почти по всем классам болезней, среди которых преимущественное место занимают нарушения в иммунной системе и патология желудочно-кишечного тракта. Исследования последнего периода показывают также наличие проблем у детей-потомков облученных родителей (дети ликвидаторов и эвакуированных).

К менее актуальным проблемам с точки зрения радиационной медицинской защиты в последние годы относится общее состояние здоровья населения РЗТ. Это связано со снижением ежегодных дозовых нагрузок в связи с природными процессами распада и миграции радионуклидов; миграционными процессами с заселением РЗТ населением младшего возраста, которое не подвергалось влиянию ионизирующего облучения в основной дозоформирующий период. Указанные процессы положительно отражаются на демографических показателях. В то же время актуальными остаются проблемы радиационной защиты населения на РЗТ с аномально высокими уровнями инкорпорации радионуклидов.

Динамика и прогноз медицинских последствий Чернобыльской катастрофы свидетельствуют, что повышение эффективности медицинской помощи лицам, попавшим под влияние радиации, не только сохраняет актуальность, но и становится наиболее приоритетным на ближайшие годы. При существующей структуре заболеваемости необходимо оказание дополнительной или специализированной медицинской помощи всем категориям пострадавших. Система медицинской помощи жителям РЗТ остается действенной благодаря принципу последовательности между всеми заведениями, оказывающими эту помощь.

Необходимым условием и основой для разработки государственных программ, системы мероприятий, направленных на сохранение здоровья пострадавших, проведения научных и социологических исследований остается поддержка и надлежащее функционирование ГРУ и Национального канцер-реестра Украины. Уровень ГРУ не соответствует современным требованиям в связи с устарелостью оборудования и программного обеспечения; недостаточным качеством данных, вводимых на местных уровнях ГРУ; наличием доз облучения только у 38% и технической невозможностью включения ретроспективных данных индивидуальной дозиметрии и др. Необходимы согласование и взаимный обмен данными между тремя существующими системами учета – Государственным реестром Украины (ГРУ) лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, официальной статистикой ежегодной диспансеризации и специализированными ведомственными подреестрами. В ГРУ должны быть включены все пострадавшие.

Анализ медицинских последствий за 25 лет после Чернобыльской катастрофы показывает, в целом, их соответствие последствиям у пострадавших вследствие атомных бомбардировок. С учетом определенных закономерностей радиационных эффектов у пострадавших, в ближайшие годы прогнозируется:

- увеличение частоты онкологических заболеваний у участников ЛПА, в т.ч.
  - сохранение высокого уровня заболеваемости раком щитовидной железы, мочевыделительной системы, повышение заболеваемости раком молочной железы и легких;
  - снижение радиационно-индуцированной заболеваемости лейкемией при повышении заболеваемости множественной миеломой и миелодиспластический синдром;
- увеличение заболеваемости и смертности участников ЛПА от неопухолевых заболеваний, в первую очередь – сердечно-сосудистой патологии;
- сохранение повышенного уровня заболеваемости радиационными катарактами;
- повышенная заболеваемость неопухолевыми и отдельными формами онкологических заболеваний у населения, подвергшегося действию радиоактивного иода внутриутробно, в детском и взрослом возрасте (эвакуированные);



- повышение частоты врожденной и наследственной патологии, а возможно, и других классов заболеваний у детей, родившихся от родителей-ликвидаторов, а также эвакуированных в детском возрасте из г. Припять и 30-км зоны.

Контингентами приоритетного наблюдения третьего послеаварийного десятилетия остаются лица, которые перенесли острую лучевую болезнь, участники ЛПА с дозами облучения свыше 250 мЗв, эвакуированные из 30-километровой зоны, лица с высокими дозами облучения щитовидной железы, беременные женщины и дети, проживающие на загрязненных территориях и родились от родителей, получивших высокие дозы облучения.

Разработка мероприятий, направленных на сохранение здоровья и трудоспособности персонала ГСП Чернобыльская АЭС (ГСП ЧАЭС) и объекта «Укрытие» (ОУ) в период закрытия станции и преобразования ОУ в радиационно безопасную систему является одной из наиболее актуальных проблем современной радиационной безопасности и радиационной медицины, испытанием для системы радиационной медицинской защиты, в том числе и на способность к усвоению прошлых уроков и выводов из ошибок. Анализ результатов показывает, что эффективная медицинская защита возможна только при условии применения жестких нормативов медицинского профессионального отбора, постоянного текущего контроля дозовых нагрузок и внедрения культуры поведения работников в зоне облучения. Надлежащее применение этих известных критериев приводит к приемлемым рискам радиационно-индуцированных эффектов.

Важнейшими проблемами минимизации последствий Чернобыльской катастрофы в будущем следует считать:

- необходимость государственной поддержки для проведения работ по минимизации последствий катастрофы и утверждение Государственной программы на 2012–2016 гг.;
- внедрение эффективной диагностики отдаленных онкологических и неопухолевых эффектов облучения и обеспечение их лечения;
- диспансеризацию пострадавших со своевременной передачей персонализированных данных в ГРУ;
- продолжение научных аналитических, экологических, эпидемиологических и фундаментальных исследований по изучению медицинских последствий Чернобыльской катастрофы в отдаленном периоде в группах приоритетного наблюдения;
- медицинскую реабилитацию пострадавшего населения, разработку профилактических мероприятий, направленных на раннюю диагностику онкологической и онкогематологической заболеваемости;
- продолжение национальных и международных программ по информированию населения, продолжение участия в программе ВООЗ «ICRIN»;
- продолжение дозиметрической паспортизации на загрязненных местностях, где у населения наблюдаются аномально высокие уровни инкорпорированных радионуклидов, обеспечение местных медицинских учреждений современным дозиметрическим оборудованием вместо исчерпавшего свой ресурс;
- улучшение медико-санитарной базы специализированных лечебных заведений, которые постоянно оказывают медицинскую помощь пострадавшим.

На национальном и международном уровнях существует необходимость развития и углубления программ научных исследований с учетом долгосрочных заданий. Целесообразно продолжить усовершенствование системы медико-санитарного обеспечения и социальной защиты населения, пострадавшего в результате Чернобыльской аварии, уделяя особое внимание контингентам приоритетного медицинского наблюдения. Внедрение взвешенного и научно обоснованного подхода к мероприятиям, направленным на ликвидацию последствий катастрофы

и выполнение работ по преобразованию объекта «Укрытие» в радиоэкологически безопасную систему может гарантировать их целесообразность и высокую эффективность.

### ***7.5.2. Радиоэкологические исследования, радиологическая защита населения и экологическое оздоровление территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению***

Главным и координирующим институтом в области сельскохозяйственной радиологии, радиоэкологических исследований, реабилитации загрязненных территорий в Украине является созданный в 1986 году Украинский НИИ сельскохозяйственной радиологии (УкрНИИСХР), который разрабатывает вопросы ведения АПК на загрязненных территориях.

В первые послеварийные годы выполнены большие объемы практических работ для оценки радиологической ситуации на загрязненных территориях и в различных отраслях сельскохозяйственного производства, а именно: отбор и анализ десятков тысяч проб почвы, растительности, продукции животноводства, обобщение полученных результатов. В ходе исследований были выявлены критические хозяйства в загрязненных областях Украины, где содержание  $^{90}\text{Sr}$  в зерновых культурах превышало допустимые уровни, отработаны и внедрены контрмеры во всех отраслях сельскохозяйственного производства, разработаны специальные технологии и программы рекультивации загрязненных земель.

В тот период были разработаны:

- экспресс-метод оценки радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных угодий, что позволило в кратчайшие сроки обследовать их на всей территории Украины, провести картирование загрязнения сельхозугодий и вывести из использования наиболее загрязненные участки;
- программа перепрофилирования хозяйств, расположенных на загрязненной территории;
- радиологический паспорт сельскохозяйственного предприятия;
- разработана методика дезактивации приусадебных участков и технологические проекты дифференцированного применения контрмер в коллективных и личных хозяйствах.

Внедрение всех этих разработок ученых позволило стабилизировать радиологическую ситуацию в сельскохозяйственном производстве Украины и практически обеспечить в общественном секторе производство сельскохозяйственной продукции, содержание радионуклидов в которой не превышает допустимых уровней.

Для определения приоритетов при проведении долгосрочного этапа минимизации последствий Чернобыльской катастрофы в 2006 году был принят Закон Украины от 14 марта 2006 г. № 3522-IV «Об общегосударственной программе ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы на 2006–2010 годы».

Одной из ключевых задач реализации государственной политики по минимизации последствий Чернобыльской катастрофы является осуществление комплекса мероприятий, направленных на всестороннюю защиту населения, создания безопасных условий проживания на радиоактивно загрязненных территориях. Основанием для планирования этих мероприятий является объективная оценка радиоэкологических условий проживания и разработка соответствующих программ по радиоэкологическому возрождению территорий.

Объектами тематических исследований по направлению радиологическая защита населения и экологическое оздоровление территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению, стали загрязненные вследствие аварии на Чернобыльской АЭС территории, социально-экономическое развитие этих территорий и мест компактного переселения граждан, критические населенные пункты, которые относятся ко второй зоне радиоактивного загрязнения в соответствии со статьей 2 Закона Украины «О правовом режиме территории, подвергшейся

радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы» и по показателям радиационной обстановки могут быть выведены за пределы 2-й зоны.

По результатам комплексного радиационно-гигиенического анализа радиационной ситуации в населенных пунктах, относящихся ко второй зоне радиоактивного загрязнения, приведена характеристика радиационной обстановки на 01.01.2008 г. Также определены населенные пункты, которые по радиологическим показателям могут быть выведены за пределы 2-ой зоны, определены критические сельскохозяйственные угодья, проведена оценка эффективности существующих контрмер и процедуры оптимизации для их применения в указанных населенных пунктах.

Проведен анализ современного радиационно-экологического состояния территории Зоны отчуждения, перспектив деятельности по снятию с эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, выработаны предложения по использованию территории на кратко-, средне- и долгосрочный период.

При отработке вопросов дальнейшей стратегии ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы было проведено обобщение существующей информации, пересмотр подходов к планированию, определению приоритетов в проведении контрмер и оценке их эффективности для того, чтобы дать оценку стратегии противорадиационной защиты и эффективности защитных мер, проведенных в послеаварийные годы на загрязненных территориях. На основании разработанных критериев оценки радиологической эффективности контрмер определены наиболее критические населенные пункты и проведены расчеты объемов необходимого финансирования, продолжены работы по оценке путей и интенсивности поступления радионуклидов в организм людей. Нарботанные материалы стали основой заданий и мероприятий разработанного проекта Общегосударственной программы ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы на 2010–2014 гг.

За послеаварийный период учеными института опубликовано свыше тысячи научных работ, из них свыше 100 методик, рекомендаций, предложений по организации ведения сельскохозяйственного производства на территориях, загрязненных радиоактивными веществами, которыми руководствуются структурные подразделения Министерства аграрной политики Украины, работники радиологических служб на уровне областей, районов, хозяйств. Разработаны концепция ведения сельскохозяйственного производства на загрязненной территории Украины на период до 2010 года, программы реабилитации выведенных из землепользования территорий и т.д. Для наиболее критических населенных пунктов разработаны технические проекты, гарантирующие получение продукции, соответствующей требованиям Украины. Специалисты УкрНИИСХР в качестве высококвалифицированных экспертов приглашаются рядом национальных (НКРЗУ, ДКЯР, РНБО, МЧС, МАП, ИСИ, и др.) и международных организаций (МАГАТЭ, ОБСЕ, НАТО и др.) для решения важных научных и производственных задач.

В 2007–2008 гг. были разработаны и изданы новые редакции «Рекомендаций по ведению сельскохозяйственного производства на радиационно загрязненных вследствие Чернобыльской катастрофы территориях на период 2007–2010 годы» и «Рекомендаций по ведению лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения территорий».

Проведена доработка информационных материалов, которые отвечают самым актуальным проблемам сегодняшнего дня по обеспечению безопасного проживания на пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы территориях, и их анализ относительно восприятия молодежной и ученической аудиторией и доработка с дальнейшим изданием плаката соответствующего содержания. Результатом выполненной работы является создание нового макета плаката по путям поступления радионуклидов в организм человека и методов, позволяющих уменьшить возможность их поступления.

### *7.5.3. Сохранение культурного наследия*

Украинское Полесье, сохраняющее много уникальных архаических черт традиционной народной культуры, по одной из научных гипотез является частью прародины славян.

Вследствие Чернобыльской катастрофы отселенная на данное время территория зоны отчуждения и зоны безусловного (обязательного) отселения навсегда перестала существовать как целостный этнокультурный ареал. Появилась реальная угроза безвозвратной утери памятников материальной и духовной культуры полищуков. Разрушительные процессы в сфере социально-культурных традиций наблюдаются и в зоне гарантированного добровольного отселения (835 городов и сел с населением 650 тыс. лиц), которая продолжает оставаться территорией повышенного риска.

Таким образом, перед украинской наукой и обществом возникла неотложная проблема спасения и сохранения для потомков всего комплекса этнического наследия пораженного региона.

Поэтому оптимальным путем спасения культурного достояния в условиях разрушающих последствий Чернобыльской катастрофы является всесторонняя системно-целостная фиксация исчезающего этнокультурного комплекса с целью создания многопрофильного регионального научно-информационного фонда как исчерпывающей исходной базы для дальнейшего развития исторической науки и социально-культурной реабилитации пострадавшего населения.

В соответствии с постановлением Верховного Совета Украины «О неотложных мерах по защите граждан Украины от последствий Чернобыльской катастрофы» (1990) была образована Историко-культурологическая экспедиция Минчернобыля Украины. В 1992 г. она организовала разработку перспективной комплексной программы (вошедшей отдельным разделом в Национальную программу минимизации последствий Чернобыльской катастрофы), а также привлекла к ее реализации целый ряд временных творческих коллективов, сформированных на базе профильных академических институтов, вузов, музеев и общественных организаций Украины.

16 октября 2007 года на основе Историко-культурологической экспедиции в системе МЧС Украины было создано бюджетное научное учреждение Государственный научный центр защиты культурного наследия от техногенных катастроф.

Научная деятельность Государственного научного центра защиты культурного наследия от техногенных катастроф (далее – ГНЦЗКНТК) направлена на реализацию заданий, определенных Общегосударственной программой ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы на 2006-2010 гг.

За это время проведено 7 историко-этнографических и 3 археологические экспедиции, в процессе которых выполнены:

обследование пострадавших населенных пунктов, направленное на дальнейшее выявление и исследование объектов материальной и духовной культуры пострадавших территорий Украинского Полесья;

археологические раскопки на территории города Чернобыль периода средних веков (общей площадью 80 кв. м), где открыты культурные слои XI, XII, XVII и XVIII веков;

продолжение археологического исследования комплекса памятников вблизи села Большой Дивлин (Лугинский район). В результате шурфования сделано 623 находки, а также открыт новый памятник археологии – древнерусское поселение IX-X ст., названный «Большой Дивлин – 2».

В плане внедрения в культурное обращение собранных музейно-архивных фондов организованы:

к 22-ой годовщине Чернобыльской катастрофы историко-этнографическая выставка «Память об отчем крае», проходившая в период с 21 апреля по 10 мая 2008 года в Национальном музее литературы Украины. Обновлена экспозиция постоянно действующей выставки в г. Чернобыль «Память об отчем крае», археологическая выставка «Городище Чернобыль средних

веков» (с 25 апреля по 25 мая 2008 г.) в Национальном университете «Киево-Могилянская Академия»; историко-этнографические и археологические выставки: «Полесское ткачество» (г. Киев), «Память об отчем крае» (г. Чернобыль), «Археологическое исследование пораженных территорий Украинского Полесья» (г. Киев).

Важной частью внедрения результатов выполненных НИР ГНЦЗКНТК является выпуск научного издания «Народная одежда Правобережного Полесья середины XIX – XX ст. (Историко-этнографический атлас Словарь)» и подготовка рукописей научных исследований «Календарные обычаи и обряды Ровенского Полесья: Локальная специфика. Трансформации (XX – нач. XXI ст.)», «Иллюстрированный словарь строительной лексики Среднего Полесья», «Музыкальный фольклор Киевского Полесья. Ч.1». Также проводится мониторинг деятельности научных и научно-исследовательских учреждений в сфере сохранения культурного наследия от чрезвычайных ситуаций.

На сегодня Государственный научный центр защиты культурного наследия от техногенных катастроф является главным и фактически единственным учреждением такого профиля, и впредь остается основным фондосоздателем музейно-архивного комплекса пораженных районов Полесья. Основным заданием Центра в направлении дальнейшей реализации Общегосударственной целевой программы ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы является создание музея-архива этнокультурного наследия пораженных районов Украинского Полесья. Дальнейшая реализация этих государственно важных заданий требует обеспечения надлежащего содержания и сохранения музейно-архивных фондов, а также систематического проведения спасательных работ.

Необходимо учитывать, что будущий Музей-архив, как объект международного туризма, должен быть расположен в доступном для посещения месте с удобным транспортным сообщением.

#### ***7.5.4. Обращение с радиоактивными отходами***

МЧС, как орган государственного управления в сфере обращения с радиоактивными отходами, обеспечивает реализацию государственной политики в сфере обращения с радиоактивными отходами, в том числе и с образовавшимися вследствие Чернобыльской катастрофы. В соответствии с Законом Украины «Об обращении с радиоактивными отходами» Министерство разработало Закон Украины «Об Общегосударственной целевой экологической программе обращения с радиоактивными отходами», утвержденный Верховной Радой Украины от 17.09.2008 № 516-IV. Выполнение мероприятий программы позволит достичь высокого уровня ядерной и радиационной безопасности благодаря:

созданию единой системы обращения с радиоактивными отходами;

внедрению единой технической политики по обращению с радиоактивными отходами и их физической защиты;

уменьшению рисков поступления радиоактивных отходов в неконтролируемое обращение.

Во исполнение стратегических направлений и заданий, определенных Энергетической стратегией Украины до 2030 года, МЧС разрабатывает Национальную стратегию обращения с радиоактивными отходами Украины. Вышеназванная стратегия учитывает опыт, накопленный в сфере обращения с радиоактивными отходами в Украине, СССР, странах Евросоюза, и полностью отвечает принципам и требованиям Европейского законодательства и рекомендациям международных организаций МАГАТЭ, Евроатом и др.

В изданной монографии «Хранилища радиоактивных отходов» обобщено и освещено одно из основных заданий государственной политики в сфере обращения с РАО, которое сокращает сроки временного хранения отходов в местах их образования (производств) и интенсификацию

их переработки с дальнейшим сосредоточением в централизованных хранилищах для длительного и/или постоянного хранения (захоронения).

*Основными задачами научного сопровождения работ на последующий период остаются:*

продолжение изучения влияния последствий Чернобыльской катастрофы на состояние здоровья людей и окружающую природную среду;

усовершенствование системы радиоэкологического и дозиметрического мониторинга на территориях, подвергшихся загрязнению вследствие Чернобыльской катастрофы;

усовершенствование системы мероприятий, направленных на стимулирование производства чистой продукции, развитие экономики территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению;

обеспечение научно обоснованного использования средств для осуществления мероприятий по социальной защите лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы, и ликвидации ее последствий;

широкое внедрение в практику предотвращения возникновения других чрезвычайных ситуаций и ликвидации их последствий результатов работы по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы, аварийного реагирования на радиационные аварии;

координация международных исследований, связанных с последствиями Чернобыльской катастрофы, направленных на выполнение заданий, предусмотренных Программой.

Резкое уменьшение финансирования научных работ по проблеме ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы (научного сопровождения всех мероприятий и заданий Программы) в 2009–2010 годах (2739,2 тыс. гривен против предусмотренных общегосударственной программой 10000,0 тыс. гривен) значительно снижает возможности рационального использования национального научного потенциала для оптимального решения проблем минимизации последствий Чернобыльской катастрофы, приводит к принятию управленческих решений и выполнению части работ без их достаточного научного обоснования.

Минимизация последствий Чернобыльской катастрофы – это не временная, а рассчитанная на длительное время целенаправленная деятельность государства, которая будет проводиться в течение исторически продолжительного периода, для чего необходима абсолютная и действенная поддержка со стороны центральных и местных органов исполнительной власти, органов местного самоуправления, предприятий, учреждений и организаций независимо от формы собственности в вопросах облегчения жизни пострадавшего населения. Ведь понятно, что сделано недостаточно для удовлетворения потребностей пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы и минимизации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции. Поэтому необходимо сделать все возможное, чтоб обеспечить максимальное выполнение законов Украины по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы, чтобы каждый чернобылец ощутил, что деятельность центральных и местных органов власти, усилия ученых, медиков, общественных организаций направлены на конечный позитивный результат ради его благополучия.

**В связи с этим представляется обоснованным продление до 2012–2016 годов срока действия Общегосударственной программы ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы, которая предусматривает реализацию мер по дальнейшей социальной, медицинской и психологической реабилитации населения и его противорадиационной защите, завершению, в основном, экономического возрождения населенных пунктов и обеспечению развития территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению, и мест компактного переселения пострадавших граждан, сохранению их культурно-исторического наследия, научному сопровождению всех аспектов ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы.**

## **8. УРОКИ ЧЕРНОБЫЛЯ. БЕЗОПАСНОСТЬ БУДУЩЕГО**

### **8.1. Уроки Чернобыля для безопасности ядерной энергетики**

Авария нанесла сильный удар по ядерной энергетике во всем мире, замедлив ее развитие на многие годы. Ответственность за безопасность национальной ядерной энергетики перерастает в ответственность перед мировым сообществом. Это касается не только создателей ядерной установки и эксплуатирующего ее персонала, но и национальных регулирующих органов и высших эшелонов государственного управления.

Чернобыльская авария преподала еще один урок: необходимость соблюдения эффективного международного режима безопасности ядерной энергетики. Этот урок был достаточно быстро усвоен мировым сообществом, что подтверждается деятельностью МАГАТЭ, принятием ряда важнейших международных конвенций, в первую очередь конвенции о безопасности ядерных установок.

Наиважнейший урок: необходимость независимого государственного и общественного контроля безопасности ядерной энергетики. Только общество имеет право принимать решения о развитии ядерной энергетики, и это должно быть четко зафиксировано на законодательном уровне. Однако для принятия такого ответственного решения население должно быть соответствующим образом подготовлено. Оно должно знать, что такое АЭС, в чем состоит ее потенциальная опасность; что сделано для того, чтобы эта опасность была столь малой, чтобы ею можно было пренебречь. Необходимо проводить постоянную, методичную работу с общественностью.

Наличие независимого и полномочного органа государственного регулирования – индикатор культуры ядерной безопасности в стране. Отсутствие такого органа, финансовых и человеческих ресурсов, необходимых для выполнения им своих функций, отсутствие реальной независимости при принятии важнейших для безопасности решений означает отсутствие культуры безопасности ядерной энергетики в стране, нарушение международного режима ее безопасности.

Не менее важным уроком Чернобыльской аварии является обязательное существование профессионально сильной эксплуатирующей организации, которая способна решать связанные с ядерной энергетикой вопросы, обладает потенциалом для оценки и управления безопасностью ядерных установок, находящихся в эксплуатации.

Наконец, еще один урок: постоянный анализ безопасности АЭС, выявление дефицитов безопасности и их устранение. К нему следует отнести: научные исследования факторов, которые влияют на безопасность АЭС, постоянное совершенствование нормативной базы, создание особенного, ориентированного на безопасность, психологического климата в коллективах эксплуатационников, постоянное повышение квалификации персонала и формирование чувства ответственности за безаварийную работу ядерных энергоблоков.

Анализ того, что произошло 26 апреля 1986 года на Чернобыльской АЭС, не является самоцелью, он не должен быть обращен в прошлое. Главное – извлечь урок для ядерной безопасности сегодня и на будущее, предотвратить саму возможность повторения аварии с серьезными радиологическими последствиями. Все те, кто так или иначе связан с обеспечением ядерной безопасности, чьи решения могут прямо или косвенно повлиять на ядерную безопасность, должны понять, почему оказалось возможным эксплуатировать то, что не

соответствовало требованиям безопасности, почему годами не ликвидировали недостатки, о которых было известно и которые привели к аварии с катастрофическими последствиями. Это необходимо осознать.

## **8.2. Уроки Чернобыля и эффективность реагирования**

Современные технологии дают возможность создавать для людей комфортные условия проживания – широкое использование электрической энергии, разработка и внедрение новых материалов для различных отраслей народного хозяйства. Но, в то же время, это еще и дополнительные риски, связанные с использованием опасных материалов и технологий. В настоящее время в некоторых странах более 80% электроэнергии производится на АЭС; радиоактивные материалы широко используются в медицине, промышленности, транспорте, в военной и других областях человеческой деятельности. При нормальной эксплуатации ядерных и изотопных установок их вклад в облучение человека составляет менее одной десятой процента. Авария на IV энергоблоке Чернобыльской АЭС в 1986 году потрясла весь мир. Около 3 млн. человек подверглись дополнительному облучению. Авария показала: если мы хотим и дальше использовать ядерную энергию, то должны сделать все возможное для недопущения ядерных аварий и минимизации их последствий. Наша главная задача – защитить человека от высоких доз облучения в случае радиационных и ядерных аварий за счет эффективной системы реагирования на них. Изучение опыта реагирования на Чернобыльскую аварию – это уникальная возможность повысить эффективность реагирования на аварии для всех ядерных и других опасных объектов.

Эффективность реагирования на 100% зависит от создания и функционирования национальной системы противодействия чрезвычайным ситуациям, качества планирования действий органов управления и сил реагирования, их способности на основе предварительно разработанных планов использовать все меры для защиты людей, ликвидации аварии, ее последствий. Если существует система реагирования с точно определенными уровнями принятия решений, предусмотрены все возможные сценарии аварии, к реагированию готовы квалифицированные специалисты, должным образом подготовлено и информировано население, то влияние самой аварии, ее последствий на людей будет минимизировано.

Чернобыльская авария является уникальным примером того, как недостатки планирования и действий органов управления, соответствующих сил и специалистов во время реагирования, несмотря на героические усилия ликвидаторов аварии, привели к столь масштабным и долговременным последствиям.

### **8.2.1. Оценка планирования и контрмер**

В бытность Советского Союза также разрабатывались аварийные планы реагирования на радиационные аварии в пределах и за пределами территории объекта – Чернобыльской АЭС. Однако реализация этих планов в ходе реагирования на аварию показала их недостаточность и послужила основой для совершенствования аварийного планирования (особенно, но не только, в случае ядерных аварий) во всем мире.

Одним из основных недостатков этих планов было то, что они не предусматривали возможность такой масштабной аварии. Никто не предполагал, что для реакторов типа РБМК возможна авария с полным разрушением активной зоны. Поскольку возможность такой тяжелой аварии не предполагалась, то не планировались и соответствующие последствия. Вследствие этого на станции отсутствовало необходимое дозиметрическое и радиометрическое оборудование, позволяющее оперативно оценить радиационную обстановку на площадке сразу после аварии, в условиях высоких мощностей доз. А это привело к запоздалой оценке масштабов



аварии и, соответственно, инициализации необходимых защитных мер. Кроме того, недооценка возможных масштабов аварии обусловила отсутствие соответствующих защитных средств для бойцов пожарных команд, которые тушили пожар на 4 блоке, и персонала станции, что привело к смерти 28 человек от облучения. Отсутствие на площадке транспортных средств, обеспечивающих необходимую радиационную защиту, привело к дополнительному облучению персонала и аварийных рабочих. Отсутствие в этом типе реактора защитного конфайнмента сделало невозможным быстро установить контроль над разрушенным реактором и обеспечить эффективное проведение защитных мероприятий. Только возведение объекта «Укрытие» позволило восстановить контроль над аварийным источником.

### *8.2.2. Оценка реализации мер по защите людей*

Основная задача реагирования на техногенную аварию – защитить людей, окружающую среду от воздействия опасных веществ. Международная комиссия по радиологической защите в своем документе МКРЗ 63 определила, что именно доза облучения является показателем опасности для детерминированных и стохастических эффектов радиации. Рекомендации МКРЗ 63 по определению пороговых доз, которые являются основанием для принятия решений по защите населения от радиации, учитывались при разработке Международных основных стандартов безопасности (BSS) [18]. В Украине уровни вмешательства определяются национальным законодательством [10,13] и отличны от BSS.

В соответствии со статьей 8 Закона Украины «О защите человека от влияния ионизирующего излучения»: «Вмешательство, обусловленное необходимостью защиты жизни и здоровья человека, должно быть таким, чтобы уменьшение вреда, причиненного воздействием ионизирующего излучения путем снижения дозы облучения, было достаточным для оправдания как необходимости вмешательства, так и причиненных этим вмешательством убытков.

Мероприятия по укрытию людей применяются, если в течение первых двух недель после аварии ожидаемая совокупная эффективная доза облучения может превысить 5 миллизиверт. Временная эвакуация людей осуществляется в случае, если в течение первых двух недель после аварии эффективная доза облучения может достичь уровня 50 миллизиверт.

Йодная профилактика применяется в случае, если ожидаемая поглощенная доза облучения щитовидной железы от накопленного в ней радиоактивного йода может превысить 50 миллигрей для детей или 200 миллигрей для взрослых, согласно установленным Министерством здравоохранения Украины регламентом».

Уровни вмешательства в Законе установлены в единицах, которые не могут быть измерены полевыми инструментами во время аварии, а рассчитываются или определяются в лабораторных условиях. Следовательно, **уровни вмешательства не могут использоваться непосредственно в качестве основы для принятия решений о проведении защитных мероприятий на раннем этапе аварии.** В соответствии с международными рекомендациями (ТЕСДОС-955 [18]), до аварии должны быть рассчитаны действующие уровни вмешательства (ДУВ), которые могут быть непосредственно замерены приборами (например, мощность дозы). Эти ДУВ должны быть использованы во время аварии для быстрого принятия решений о необходимости проведения защитных мероприятий. Например, значение мощности дозы выше 1 мЗв/час свидетельствует о необходимости эвакуации жителей. ДУВ служат полезным инструментом реагирования, особенно на ранних этапах выброса, когда мало что известно о характере опасности, но существует необходимость незамедлительного принятия решений. ДУВ для внедрения в практику на основании рекомендаций BSS были рассчитаны в ТЕСДОС-955 [19]. Они основаны на различных допущениях относительно характеристик аварии. Такие устанавливаемые по умолчанию ДУВ предназначены для использования в течение первых нескольких часов или дней

после аварии на реакторе. Они должны быть пересмотрены после того, как станет известен состав выброса и реальное загрязнение окружающей среды. В большинстве случаев потребуется перерасчет установленных по умолчанию значений ДУВ из-за изменений изотопного состава и распространения радионуклидов. В TECDOC 955 представлены значения ДУВ для всех видов защитных мероприятий и методы, с помощью которых они могут быть приведены в соответствие с полученной позднее информацией о реальном загрязнении. Поскольку украинские уровни вмешательства отличаются от указанных в BSS, то и ДУВ, рассчитанные в TECDOC-955, не могут непосредственно использоваться в Украине в рамках действующего законодательства; в результате в настоящее время в Украине отсутствуют ДУВ, необходимые для срочной реализации защитных мер в случае ядерной аварии.

### 8.2.3. Готовность к проведению йодной профилактики

Особенностью радиационных аварий на АЭС или других ядерных установках является наличие среди радионуклидов выброса в окружающую среду, наряду с другими альфа-, бета- и гамма-излучателями, радиоактивных изотопов йода (йод-131, йод-132, йод-133, йод-135). Именно они представляют наибольшую радиационную опасность в течение первого месяца после аварии. Наиболее долгоживущий из них, йод-131, имеет период полураспада около 8 суток. Радиоактивные изотопы йода могут поступать в организм через органы пищеварения, дыхания, раневые и ожоговые поверхности.

В ранний период после аварии наибольшую опасность представляет ингаляционное поступление в организм радиоактивных изотопов йода, при котором они быстрее, чем при пероральном поступлении, проникают в кровь и уже в течение первых суток накапливаются в щитовидной железе в большом количестве. Избирательная и быстрая концентрация радиоизотопов йода в щитовидной железе обуславливает ее высокие дозы облучения. Накопление радиоактивного йода зависит от возраста. Так, у детей в щитовидной железе формируются в несколько раз более высокие, чем у взрослых, поглощенные дозы вследствие малых её размеров и повышенной функциональной активности. У новорождённых и детей первого года жизни на единицу поступившей активности поглощенные дозы в 25 раз выше, чем у взрослого человека. Особую опасность для новорождённых представляет ингаляционное поступление радиоактивного йода в связи с большей частотой дыхания у них и меньшей массой щитовидной железы.

Радиоактивный йод имеет такие же химические и биологические свойства, как природный йод, который находится в пище и используется в медицине. Поэтому существует простой, эффективный и легко реализуемый метод защиты людей от облучения щитовидной железы радиоактивным йодом. При приеме необходимой дозы стабильного йода, например, в виде таблеток йодистого калия (KI), происходит насыщение щитовидной железы йодом и блокируется поступление радиоактивного йода в щитовидную железу, таким образом, предотвращается ее переоблучение (так называемая йодная блокада или йодная профилактика). Дозы приема стабильного йода для различных возрастных групп, в соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения 1999 года [15], приведены в таблице 8.1.

**Таблица 8.1.**

*Дозы приема стабильного йода для различных возрастных групп*

| Возрастная группа                    | Масса йода (mg) | Масса KI (mg) | Часть таблетки 100 mg |
|--------------------------------------|-----------------|---------------|-----------------------|
| Взрослые и подростки (старше 12 лет) | 100             | 130           | 1                     |
| Дети (3-12 лет)                      | 50              | 65            | ½                     |
| Дети (от 1 месяца до 3 лет)          | 25              | 32            | ¼                     |
| Новорожденные (до 1 месяца)          | 12.5            | 16            | ⅛                     |

Наибольший защитный эффект достигается при использовании препаратов стабильного йода за 3-6 часов до поступления радиоактивного йода.

Эффективность метода в определённой мере сохраняется даже после задержки его применения: через 2 часа степень защиты составляет 80%, через 8 часов – 40%; через 24 часа – около 7%. Вместе с тем, опоздание в проведении йодной профилактики больше чем на 6 часов после выпадения радиоактивных осадков резко снижает её эффективность, а через сутки целесообразность ее вообще становится сомнительной. Йодная профилактика должна использоваться для уменьшения последствий не только ингаляционного, но и поступления радиоактивного йода с пищей, водой и, особенно, молоком и молочными продуктами, загрязнёнными радионуклидами. Тем более что риск облучения от употребления таких продуктов и воды может сохраняться в течение нескольких суток (до 2–3 недель).

Для эффективного применения йодной профилактики население, которое может пострадать в результате ядерной аварии, должно быть заранее информировано об этой методике, обеспечено препаратами йода и рекомендациями по их применению [17]. Препараты йода должны своевременно обновляться и быть легко доступными для персонала объекта и населения, особенно детей, где бы они ни находились в момент объявления о необходимости проведения йодной профилактики. Необходимо разъяснить населению содержание йодной профилактики и механизм ее действия в понятной, доступной в любое время форме: на соответствующих сайтах в Интернете, в виде брошюр, плакатов и в другом доступном для населения виде. Йодная профилактика – самая простая, дешевая и в то же время эффективная мера защиты населения, ее своевременное применение имеет также большое психологическое значение – человек почувствует себя защищенным в самом начале аварийной ситуации.

#### ***8.2.4. Оценка моделирования последствий аварии***

В случае тяжелых аварий со значительным воздушным выбросом радионуклидов в окружающую среду первым этапом оценки возможных последствий является моделирование с помощью программ переноса, распространения и выпадения радионуклидов. Вследствие Чернобыльской аварии существенному загрязнению, где потребовалась эвакуация населения, подверглась территория около 3000 км<sup>2</sup>. Но это стало известно только к 6 мая 1986 года, когда появились первые карты с изолиниями мощности дозы (для зонирования по внешнему облучению были использованы средние дозы гамма-излучения на открытой местности, приведенные к 10 мая 1986 года, когда была получена достаточно полная и достоверная информация по мощности доз в населенных пунктах [20]). Для получения этих карт были задействованы гигантские ресурсы Советского Союза, самолеты, оборудованные высокочувствительными гамма-спектрометрами. Эти масштабные работы были бы значительно более эффективными, если бы было проведено компьютерное моделирование с помощью программ переноса, распространения и выпадения радионуклидов. Однако эффективность такого моделирования требует большой подготовительной работы для своевременного обеспечения информацией о характеристиках выброса, детальной метеорологической информацией с учетом местных условий, ландшафтных характеристик местности [21]. К сожалению, и в настоящее время в Украине отсутствует такая система моделирования.

#### ***8.2.5. Оценка мониторинга***

Основной задачей мониторинга во время аварийной ситуации является обеспечение своевременной информацией, на основании которой первое решение о характере защитных действий (основанное на классификации аварий) подтверждается или пересматривается.

Для этого необходимо установить наличие радиоактивных выпадений, их локализацию и состав. Для осуществления эффективного реагирования на аварийную ситуацию самое важное – обеспечить быстрый мониторинг.

Решение об эвакуации или переселении людей в случае радиоактивной аварии принимается на основе данных мониторинга мощности доз излучения и радиоактивности в окружающей среде.

Система мониторинга радиоактивного загрязнения окружающей среды (отбор проб почвы, воды, растительности, продуктов питания и измерения радиоактивности) реально отсутствовала: не была обеспечена необходимым оборудованием, сертифицированными методиками отбора проб и измерений, подготовленным персоналом.

Для масштабных аварий используется аэрозъемка с самолетов и вертолетов, для более детальной информации о мощности доз и радионуклидном составе выпадений используются мобильные лаборатории. Очень важно, чтобы методики измерений были заранее опробованы, метрологически обеспечены и унифицированы для различных лабораторий, которые будут задействованы в случае тяжелой аварии. Приборы должны быть откалиброваны и персонал соответственно обучен.

### ***8.2.6. Оповещение населения***

Одной из главных мер защиты населения от чрезвычайных ситуаций является своевременное его предупреждение об опасности, обстановке, сложившейся в результате их реализации, а также информирование о порядке и правилах поведения в условиях чрезвычайных ситуаций.

Процесс оповещения включает своевременное, в кратчайший срок, доведение до органов управления, должностных лиц и сил реагирования, а также работающих (персонала), рабочей смены и населения соответствующей территории заранее установленных сигналов, распоряжений и информации от органов исполнительной власти и органов местного самоуправления об угрозе и порядке поведения в сложившихся условиях.

Необходимо подчеркнуть, что промедление в использовании системы оповещения существенно снижает эффективность защитных действий и может привести к неоправданным жертвам и утратам среди населения, как это случилось в первые сутки Чернобыльской трагедии 1986 года.

Процесс оповещения населения обязательно сопровождается организацией оповещения органов управления и ответственных должностных лиц, которые принимают решения о проведении конкретных мероприятий по защите населения, аварийно-спасательных и других неотложных работ в районах чрезвычайных ситуаций.

Ответственность за организацию и практическое оповещение несут руководители органов исполнительной власти соответствующего уровня.

В Единой системе гражданской защиты Украины оповещение населения предполагает сначала, при любом характере опасности, включение электрических сирен, прерывистый звук которых означает единый сигнал тревоги: «Внимание всем!». Услышав этот звук (сигнал), люди должны немедленно включить имеющиеся у них средства приема речевой информации – радиоточки, радиоприемники и телевизоры, чтобы выслушать информационное сообщение о характере и масштабах угрозы, а также рекомендации о наиболее целесообразном поведении в сложившихся условиях.

Речевая информация должна быть краткой, внятной и достаточно содержательной, чтобы стало понятным, что случилось и что следует делать.

Для решения задач оповещения на всех уровнях Единой системы гражданской защиты создаются специальные системы централизованного оповещения (СЦО), имеющие государственный, региональный, местный и объектовый уровни.

Основными уровнями являются региональный, местный и объектовый.

Системой оповещения любого уровня является организационно-техническое объединение оперативно-дежурных служб органов управления гражданской защиты, специальной аппаратуры управления и средств оповещения, а также каналов (линий) связи, которые обеспечивают передачу команд управления и речевой информации в чрезвычайных ситуациях. Решение о применении системы оповещения принимает соответствующий глава государственной администрации, органа местного самоуправления.

**Система централизованного оповещения регионального уровня** является основным звеном системы оповещения в целом. Именно с этого уровня планируется организация централизованного оповещения.

Задачами СЦО регионального уровня является оповещение должностных лиц, а также населения, которое проживает на территории, на которую распространяется действие СЦО данного уровня. Информация, которая доводится до органов управления и должностных лиц, носит оперативный характер, а до населения доводится информация о характере и масштабах угрозы, о действиях в сложившихся условиях.

**Система СЦО местного уровня** (город, сельский район) обеспечивает оповещение должностных лиц данного уровня и органов управления объектового уровня, а также населения, которое проживает на территории, которую охватывает система оповещения данного уровня.

Управление СЦО местного уровня может осуществляться непосредственно оперативно-дежурной службой МЧС в городе или через дежурного смены узла связи города.

Система оповещения сельского района формируется значительно сложнее, чем система оповещения города.

Это обусловлено целым рядом причин:

- сельские телефонные сети меньше развиты, чем городские;
- территория сельского района значительно больше, чем территория города;
- на территории района расположено значительное количество населенных пунктов;
- в части, хоть и незначительной, населенных пунктов телефонная связь совсем отсутствует;
- телефонные выходы на сельские населенные пункты создаются по одному-двум междугородным каналам связи;
- сельские населенные пункты в большинстве своем не имеют трехфазной сети энергоснабжения, что ограничивает использование электросетей.

Все это ограничивает возможности использования существующей аппаратуры управления и средств оповещения, требует привлечения значительных финансовых и материальных ресурсов. Поэтому в территориальные СЦО включены лишь райцентры, а жители других населенных пунктов сельской местности оповещаются об опасности в основном по радиосети и телевидению, сельской телефонной сети, мобильными звукоусиливающими средствами сил гражданской защиты, отделов внутренних дел, и при подворном обходе.

**Системы оповещения объектового уровня** делятся на локальные, которые создаются на объектах повышенной опасности (атомные электростанции, химически опасные объекты, гидросооружения), системы оповещения, которые создаются на других объектах экономики, не отнесенных к потенциально опасным.

Зона действия локальной системы оповещения (ЛСО) на атомной электростанции определена в радиусе 5 км вокруг нее, с обязательным включением поселка станции. Непосредственное управление ЛСО организуется начальником смены, как правило, начальником смены первого энергоблока. В случае аварии, последствия которой могут выйти за ее пределы, начальник смены самостоятельно и с помощью дежурной смены узла связи АЭС производит дистанционное включение средств оповещения должностных лиц и персонала станции, а также населения поселка станции и населенных пунктов, расположенных в 5-километровой зоне. По

прямому телефону начальник смены оповещает соответствующий орган управления МЧС через его оперативного дежурного.

Учитывая важность проблемы своевременного оповещения и информирования населения о возникновении или угрозе появления опасности, органы исполнительной власти и органы местного самоуправления, органы управления МЧС на всех уровнях должны принять меры для создания (модернизации) системы оповещения с использованием современных технических средств, которые обеспечивают наиболее полное оповещение населения, содержание этих систем в постоянной готовности к использованию. При этом следует обратить внимание на то, что аппаратура большинства СЦО находится в круглосуточном использовании в течение 20–25 лет, а в некоторых – больше; она морально и физически устарела и нуждается в безотлагательной замене на современную.

### **8.2.7. Информирование населения**

Несвоевременным и недостаточно объективным информированием населения об аварии на Чернобыльской АЭС органы государственного управления создали предпосылки для формирования социально-психологической напряженности в обществе.

Во время и после Чернобыльской аварии, как и в других чрезвычайных ситуациях в мире, преобладающими реакциями человека были страх, отчаяние, подавленность, безнадежность, интенсивность которых резко возрастает из-за отсутствия достоверной информации. Отсюда урок на будущее: информация должна быть своевременной, понятной, а ее полнота не должна оставлять места для неоднозначного толкования.

Исходя из этого, информация по вопросам гражданской защиты должна содержать сведения о чрезвычайных ситуациях, которые можно ожидать, или которые уже возникли, с указанием их классификации, границ их распространения и последствий, а также способах и методах защиты от них.

Органы управления единой государственной системой гражданской защиты обязаны представлять населению через средства массовой информации оперативную и достоверную информацию в сфере гражданской защиты, в частности: по вопросам угрозы и возникновения каких-либо чрезвычайных ситуаций, а также о своей деятельности в указанной сфере.

Руководители предприятий, которые эксплуатируют потенциально опасные объекты, обязаны размещать информацию о таких объектах.

Информация размещается путем:

опубликования ее в официальных печатных изданиях или распространения информационными службами соответствующих государственных органов и организаций;

опубликования ее в печатных средствах массовой информации или публичного оглашения через аудио и аудиовизуальные средства массовой информации;

Информация должна включать:

данные о субъекте, который ее представляет, и сфере его деятельности;

перечень опасных веществ, которые имеются на объекте, в частности, их опасных свойств;

природу возможного риска при авариях, включая влияние на людей и окружающую среду;

способ информирования населения в случае угрозы возникновения или при возникновении аварии, и о поведении, которого следует придерживаться;

сведения о предоставлении органам власти отчета о выполнении требований безопасности, заключении соответствующих договоров с аварийно-спасательными службами.

Руководители предприятий, которые эксплуатируют объекты повышенной опасности, в частности, радиационно-опасные, разрабатывают перечень сведений, которые представляются населению, проживающему в зоне наблюдений рядом с таким объектом, в случае угрозы возникновения или при возникновении на нем аварии, связанной с выбросом опасных веществ, в

частности, радиоактивных. Перечень таких сведений утверждается специально уполномоченным центральным органом исполнительной власти по вопросам гражданской защиты.

### **8.3. Национальная система противодействия чрезвычайным ситуациям**

#### ***8.3.1. Единая государственная система гражданской защиты***

На современном этапе развития Украины проблема обеспечения и повышения уровня безопасности населения и территорий в случае возникновения чрезвычайных ситуаций становится одной из важнейших социальных, экономических и экологических проблем.

Гражданская защита – это функция государства, направленная на защиту населения, территорий, окружающей среды и имущества от чрезвычайных ситуаций путем предупреждения и ликвидации таких ситуаций, оказания помощи пострадавшим.

Гражданская защита осуществляется на всей территории Украины в мирное время и в особый период и касается всего ее населения, органов государственной власти, других государственных органов, Совета Министров Автономной Республики Крым, органов местного самоуправления и предприятий, других юридических лиц.

Гражданская защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций становится приоритетом в работе всех властных структур.

С целью обеспечения и повышения безопасности общества, для успешной борьбы с опасными природными явлениями, техногенными, природными и экологическими катастрофами необходима целенаправленная государственная политика и создание действенного инструмента ее реализации – системы противодействия чрезвычайным ситуациям.

Государственная политика в сфере гражданской защиты в Украине имеет соответствующее законодательное обеспечение.

Основными законами Украины, определяющими государственную политику в сфере гражданской защиты, ее реализацию в мирное и военное время, определяющими правовые отношения и организационные принципы субъектов деятельности в этой сфере, являются Законы Украины:

«О гражданской обороне Украины», принят в 1993 году;

«О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера», принят в 2000 году;

«О правовых основах гражданской защиты», принят в 2004 году;

«Об аварийно-спасательных службах», принятый в 1999 году;

«О пожарной безопасности», принятый в 1993 году.

Все эти документы разрабатывались на протяжении почти 15 лет и содержат многочисленные дублирования и противоречия, а в ряде случаев не отвечают нормам международного права.

Несовершенство законодательства в сфере гражданской защиты подтверждается тем, что сегодня в стране, в соответствии с законодательством, существует три государственных системы по противодействию чрезвычайным ситуациям, а именно:

– система гражданской обороны (создана на основании Закона Украины «О гражданской обороне Украины» (принят в 1993 году));

– единая государственная система предотвращения и реагирования на чрезвычайные ситуации техногенного и природного характера (создана на основании Закона Украины «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера» (принят в 2000 году));

- единая государственная система гражданской защиты населения и территорий (создана на основании Закона Украины «О правовых основах гражданской защиты» (принят в 2004 году)).

Однако практически функционирует одна государственная система, которая решает вопросы в сфере гражданской защиты, и составные части этой системы: органы управления, силы гражданской защиты, средства обеспечения – материальные и финансовые резервы на случай чрезвычайных ситуаций, системы мониторинга, подготовки специалистов, обучения населения действиям в чрезвычайных ситуациях – одни и те же.

Поэтому по решению Совета национальной безопасности и обороны Украины от 16 мая 2008 года «О функционировании единой государственной системы предотвращения и реагирования на чрезвычайные ситуации техногенного и природного характера», введенному Указом Президента Украины от 26 июня 2008 года № 590/2008, начата разработка Кодекса Украины о гражданской защите – единственного законодательного акта по вопросам гражданской защиты.

По состоянию на 1 апреля 2011 года, проект Кодекса Украины о гражданской защите подготовлен, проводится процедура его согласования и передачи на рассмотрение в Кабинет Министров Украины.

В настоящее время функционирование единой государственной системы гражданской защиты закреплено Законом Украины «О правовых принципах гражданской защиты». Кодекс Украины о гражданской защите предполагает усовершенствование и развитие системы, конкретизирует ее составляющие, определяет задачи и функции этих составляющих.

Единая государственная система гражданской защиты создавалась и функционирует с целью объединения действий центральных и местных органов исполнительной власти, органов местного самоуправления, предприятий, учреждений и органов, подчиненных им сил для обеспечения гражданской защиты в Украине.

Единая государственная система гражданской защиты – это совокупность ее органов управления, подчиненных им сил гражданской защиты, а также предприятий, учреждений и организаций, которые обеспечивают реализацию отдельных функций по вопросам гражданской защиты, в частности:

- предприятий, которые содержат фонды финансовых, материально-технических и медицинских ресурсов, в том числе их резервы, предусмотренные на случай чрезвычайных ситуаций;
- субъектов обеспечения системы экстренной помощи населению по единому телефонному номеру 112;
- предприятий системы связи (в том числе специальной), оповещения и информационного обеспечения;
- учреждений, заведений и организаций, которые составляют сеть системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций;
- образовательных и научных учреждений, которые осуществляют обучение и научное обеспечение по вопросам гражданской защиты.

Организационная структура единой государственной системы гражданской защиты состоит из постоянно действующих функциональных и территориальных подсистем, которые имеют государственный, региональный, местный и объектовый уровни.

Функциональные подсистемы единой государственной системы гражданской защиты создаются центральными органами исполнительной власти в соответствующей сфере общественной жизни.

На местном и объектовом уровнях образуются звенья функциональных подсистем, а именно: на предприятиях, в учреждениях и организациях соответствующих сфер общественной жизни.



Непосредственное руководство функциональной подсистемой единой государственной системы гражданской защиты, ее звеном возлагается на руководителя органа, предприятия, создавшего такую подсистему, звено.

Территориальные подсистемы единой государственной системы гражданской защиты создаются Советом министров Автономной Республики Крым и местными органами исполнительной власти, соответственно, в Автономной Республике Крым, областях, городах Киеве и Севастополе.

Звенья территориальных подсистем единой государственной системы гражданской защиты создаются местным органом исполнительной власти в районах Автономной Республики Крым, областей, городов Киева и Севастополя, а исполнительными органами городских советов – в областных центрах, в городах областного и районного значения.

Непосредственное руководство территориальной подсистемой единой государственной системы гражданской защиты, ее звеном возлагается на должностное лицо, возглавляющее орган, который создал такую подсистему, звено.

Непосредственное руководство территориальной подсистемой единой государственной системы гражданской защиты Автономной Республики Крым возлагается на Совет министров Автономной Республики Крым.

Единая государственная система гражданской защиты, в зависимости от масштабов и особенностей возникшей или прогнозируемой чрезвычайной ситуации, функционирует в режимах повседневного функционирования, повышенной готовности, чрезвычайной ситуации, чрезвычайной обстановки, особого периода.

### ***8.3.2. Функциональная подсистема «Безопасность объектов ядерной энергетики»***

В соответствии с законодательством в сфере гражданской защиты и на основании постановления Кабинета Министров Украины от 3 августа 1998 года № 1198 «О единой государственной системе предотвращения и реагирования на чрезвычайные ситуации техногенного и природного характера», Государственным комитетом ядерного регулирования (в соответствии с Указом Президента Украины № 1085 от 09 декабря 2010 года Государственный комитет ядерного регулирования Украины переименован в Государственную инспекцию ядерного регулирования Украины) создана и обеспечивается деятельность функциональной подсистемы «Безопасность объектов ядерной энергетики» единой государственной системы гражданской защиты.

Функциональная подсистема «Безопасность объектов ядерной энергетики» действует на государственном, региональном и объектовом уровнях.

На объектовом уровне деятельность подсистемы обеспечивают Государственные инспекции по ядерной безопасности на атомных электростанциях, на региональном уровне – Государственные региональные инспекции по ядерной и радиационной безопасности.

На государственном уровне ключевым элементом подсистемы является Информационно-кризисный центр (далее- ИКЦ) Государственной инспекции ядерного регулирования, к работе в котором привлекаются наиболее опытные специалисты Государственной инспекции ядерного регулирования и подчиненных организаций.

В течение 2010 года ИКЦ функционировал исключительно в повседневном режиме, при котором обеспечивается круглосуточное дежурство, поддерживается оперативная связь с атомными электростанциями Украины, проводится анализ и регистрация информации о событиях на атомных электростанциях Украины, которая вводится в компьютеризированную базу данных. Информационные сводки о состоянии энергоблоков Украины и сообщения о нарушениях в работе атомных электростанций Украины размещаются на веб-сайте Государственной инспекции ядерного регулирования [www.snrcu.gov.ua](http://www.snrcu.gov.ua).

Основными системами ИКЦ являются:  
система надежного электропитания;  
система записи телефонных переговоров;  
система автоматизированного оповещения персонала;  
система передачи и отображения данных атомных электростанций в режиме реального времени через основной кризисный центр Государственного предприятия Национальная акционерная энергетическая компания «Энергоатом» (далее – ГП НАЭК «Энергоатом»).

### ***8.3.3. Кризисные центры ГП НАЭК «Энергоатом»***

Система аварийной готовности и реагирования ГП НАЭК «Энергоатом» является составной частью функциональной подсистемы ЕГС ЧС «Атомная энергетика и топливно-энергетический комплекс», относящейся к сфере управления Министерства топлива и энергетики Украины (в соответствии с Указом Президента Украины № 1085 от 09 декабря 2010 года «Об оптимизации системы центральных органов исполнительной власти» Министерство топлива и энергетики Украины реорганизовано в Министерство энергетики и угольной промышленности Украины). Указанная система создана и функционирует на принципах, определенных законодательством Украины по вопросам использования ядерной энергии и радиационной безопасности, а также по вопросам гражданской защиты.

В состав этой функциональной подсистемы в качестве технических средств входят основной и резервный кризисные центры ГП НАЭК «Энергоатом», центр оказания помощи атомным станциям, находящийся в обособленном подразделении этой организации – «Аварийно-техническом центре», расположенном в с. Белогородка Киевской области.

Основной кризисный центр ГП НАЭК «Энергоатом» размещен в здании дирекции ГП НАЭК «Энергоатом» в г. Киеве. Резервный кризисный центр создан и действует на базе обособленного подразделения «Атомремонтсервис» в с. Днепрополье Черниговской области.

Кроме упомянутых резервного и основного кризисных центров ГП НАЭК «Энергоатом», действующие регулирующие документы предусматривают создание на каждой атомной электростанции внутреннего (на площадке АЭС) и внешнего (в зоне наблюдения) кризисных центров.

Внутренний кризисный центр атомной электростанции выполняет функции центра управления действиями по локализации аварии и ликвидации ее последствий на площадке АЭС и в санитарно-защитной зоне. Внешний кризисный центр атомной электростанции предусматривается использовать в случаях таких аварий, когда деятельность во внутреннем кризисном центре становится невозможной.

В случае аварии на атомной электростанции, при необходимости, включается в работу вся сеть кризисных центров ГП НАЭК «Энергоатом», в том числе внутренние кризисные центры атомных электростанций, которые продолжают работать в повседневном режиме, на уровне групп инженерно-технической поддержки.

Для обеспечения надежной видеосвязи на случай чрезвычайной ситуации в ГП НАЭК «Энергоатом» установлена система спутниковой связи, которая включает основной и резервный кризисные центры ГП НАЭК «Энергоатом», центр оказания помощи атомным электростанциям подразделения «Аварийно-технический центр», внутренние и внешние кризисные центры обособленных подразделений «Ровенская АЭС», «Запорожская АЭС», «Хмельницкая АЭС» и «Южно-Украинская АЭС». При помощи системы передачи данных на мониторы кризисных центров поступает необходимая информация, которая характеризует аварийную обстановку.

При возникновении чрезвычайной ситуации на атомной электростанции силы и средства обособленных подразделений «Аварийно-технический центр» и «Атомремонтсервис» направляются к аварийному объекту, где передаются в оперативное подчинение руководителя

аварийными работами на площадке, который руководит работами по ликвидации аварии на атомной электростанции и ее последствий. Используя, в случае необходимости, робототехнику и другие уникальные технические средства, аварийный персонал обособленных подразделений «Аварийно-технический центр» и «Атомремонтсервис» помогает персоналу аварийного объекта выполнять радиационную и инженерную разведку, сбор и локализацию радиоактивных отходов, дезактивацию, ремонт оборудования реакторного, турбинного и электрического цехов атомной электростанции и др.

#### **8.3.4. Система аварийной готовности и реагирования на ядерные аварии**

Главным стратегическим заданием системы аварийной готовности и реагирования ГП НАЭК «Энергоатом» (далее – САР) является дальнейшее развитие, усовершенствование и реализация в полном объеме непосредственно самой системы, ее аварийно-технических и ремонтных подразделений и аварийно-технических подразделений действующих АЭС, как взаимосвязанного комплекса технических средств и ресурсов, организационных, технических и радиационно-гигиенических мероприятий, направленных на достижение цели аварийного реагирования – предупреждения или уменьшения радиационного влияния на персонал, население и окружающую природную среду в случае аварии на АЭС, а также чрезвычайной ситуации, вызванной ею.

Первоочередными и перспективными заданиями функционирования и развития САР является усовершенствование практической готовности к аварийному реагированию, в соответствии с требованиями МАГАТЭ (№GS-R-2) [24], на любую ядерную или радиационную аварийную ситуацию.

Основными первоочередными заданиями этого направления являются:

стандартизация и унификация организационных и технических решений при эксплуатации внутренних и внешних кризисных центров АЭС, основного и резервного кризисных центров дирекции ГП НАЭК «Энергоатом»;

поддержка в рабочем состоянии и усовершенствование систем сбора, обработки, документирования, сохранения, отображения и передачи данных от систем контроля и управления энергоблоков АЭС, систем оповещения и связи;

развитие и усовершенствование законодательной и нормативно-правовой базы по вопросам аварийной готовности и реагирования, создания и обеспечения актуальности библиотечного фонда нормативной и организационно-распорядительной документации, а также резервного фонда проектной, конструкторской, технологической, производственно-технической документации АЭС – в объемах, необходимых для всестороннего обеспечения противоаварийных мероприятий и ликвидационных работ;

урегулирование отдельных расхождений между законодательством в сфере гражданской защиты и в сфере использования ядерной энергии и радиационной безопасности;

техническое дооснащение и модернизация материальной базы, оборудования и средств аварийного реагирования, восстановления и расширения запасов материального резерва и аварийных комплектов для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера;

создание и обеспечение текущего функционирования отраслевой группы экспертной поддержки принятия решений в аварийных ситуациях, в том числе – разработка программного обеспечения поддержки и оптимизации управленческих решений и решений по мероприятиям защиты персонала и населения в случае радиационной аварии на АЭС;

методическое и материально-техническое усовершенствование системы и процесса подготовки аварийного персонала и противоаварийных тренировок различных уровней.

Среднесрочными и перспективными заданиями являются:

создание единой информационно-аналитической системы по вопросам аварийной готовности и реагирования эксплуатирующей организации-оператора ядерных установок, ее аварийно-технических и ремонтных подразделений и действующих АЭС, интеграция этой системы в единое информационно-аналитическое пространство органов государственного регулирования ядерной и радиационной безопасности, государственного управления в сфере использования ядерной энергии и по вопросам гражданской защиты, а также организаций-проектировщиков ядерных установок и организаций, обеспечивающих научно-техническую поддержку их эксплуатации, других эксплуатирующих организаций-операторов ядерных установок и др.;

решение вопросов социальной защиты и дополнительного стимулирования аварийного персонала;

дальнейшее наращивание сил и средств аварийного реагирования, оснащение сил аварийного реагирования современными материально-техническими средствами и обеспечение новейшими технологическими и программными продуктами;

адаптация планов и заданий по аварийной готовности к условиям корпоратизации ядерно-промышленной отрасли и мероприятий по энергосбережению в топливно-энергетическом комплексе Украины;

привлечение и внедрение инвестиционных программ к проектам дальнейшего развития системы аварийной готовности и реагирования различных уровней.

С целью поэтапной реализации этих и других заданий в ГП НАЭК «Энергоатом» принята «Программа развития системы аварийной готовности и реагирования ГП НАЭК «Энергоатом» на период до 2015 года» ПМ-Д.0.03.396-10. Реализация этой Программы, при условии необходимого финансирования, обеспечит поддержку и дальнейшее совершенствование существующего сегодня высокого (по оценкам международных экспертов различных уровней) уровня готовности к аварийным действиям в случае возникновения чрезвычайных ситуаций радиационного характера.

### ***8.3.5. Аварийное планирование***

Для организованного проведения работ по преодолению последствий радиационных аварий разрабатываются соответствующие планы аварийного реагирования.

На государственном уровне разработан План реагирования на радиационные аварии, утвержденный совместным приказом Государственного комитета ядерного регулирования Украины и Министерства по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы от 17.05.2004 года № 87/211, зарегистрированный в Министерстве юстиции Украины 10 июня 2004 года за № 720/9319.

В марте 2010 года План реагирования на радиационные аварии был пересмотрен.

Пересмотр Плана осуществлялся рабочей группой специалистов из Госатомрегулирования, МЧС, Минтопэнерго, МОЗ и Минприроды, которая была создана для выполнения решения Коллегии Госатомрегулирования от 20.03.2008 № 11 «О внедрении рекомендаций МАГАТЭ в сфере готовности и реагирования с учетом опыта проведения противоаварийных тренировок».

Изменения к плану утверждены приказом Госатомрегулирования и МЧС от 02.03.2010 года № 24/126 «Об утверждении изменений к Плану реагирования на радиационные аварии», зарегистрированным в Минюсте 25.03.2010 года за № 250/17545. План реагирования на радиационные аварии (далее-План) предназначен для обеспечения согласованного оперативного реагирования органов управления, сил и средств функциональных и территориальных подсистем Единой государственной системы гражданской защиты в случае угрозы или при возникновении радиационной аварии (далее – РА). План разработан с учетом требований Законов Украины «Об использовании ядерной энергии и радиационной безопасности», «О защите населения и

территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера», «О правовых принципах гражданской защиты», «О защите человека от влияния ионизирующего излучения», Плана реагирования на чрезвычайные ситуации государственного уровня, утвержденного постановлением Кабинета Министров Украины от 16.11.2001 № 1567, в части, касающейся РА, а также рекомендаций Международного агентства по атомной энергии.

План разработан с целью обеспечения:

правового регулирования действий функциональных и территориальных подсистем единой системы гражданской защиты, с учетом специфики аварийного планирования и реагирования на РА;

гармонизации нормативно-правовой базы в сфере аварийного реагирования Украины с действующей нормативно-правовой базой стран Европейского Союза.

План реагирования на РА устанавливает:

категории радиационной опасности объектов и деятельности, которые могут привести к возникновению РА;

разделение радиационных аварий и других опасных событий на классы, в частности: авария коммунальная, авария на площадке, авария промышленная, аварийная готовность, утрата контроля над источником;

распределение обязанностей по реагированию на РА между предприятием, центральными и местными органами исполнительной власти;

порядок аварийного реагирования, в частности: введение планов в действие, организация работы кризисных центров и т.п.;

обеспечение финансирования мероприятий, предусмотренных планом;

организацию и проведение противоаварийного обучения.

С целью своевременного реагирования на РА и применения действенных мер для защиты населения и территорий, кроме этого плана, разрабатываются следующие планы реагирования на РА:

Аварийные планы объектов, где осуществляется практическая деятельность, связанная с радиационными или радиационно-ядерными технологиями;

Планы реагирования звеньев территориальных подсистем единой системы гражданской защиты местного уровня;

Планы реагирования территориальных подсистем единой системы гражданской защиты регионального уровня;

Планы реагирования функциональных подсистем единой системы гражданской защиты.

Объекты, которые могут оказаться в зонах радиационного загрязнения, предусматривают в своих планах реагирования на чрезвычайные ситуации отдельным разделом соответствующие мероприятия по вопросам реагирования на РА.

Ответственность за разработку, утверждение и осуществление мер, предусмотренных аварийными планами объектов, где осуществляется практическая деятельность, связанная с радиационными или радиационно-ядерными технологиями, несут руководители предприятий, которые эксплуатируют эти объекты.

Руководители предприятий, которые осуществляют перевозку радиоактивных материалов, несут ответственность за разработку, утверждение и выполнение планов действий по ликвидации последствий аварий, которые могут произойти во время перевозки радиоактивных материалов, в соответствии с Положением о планировании мероприятий и действий в случае аварии во время перевозки радиоактивных материалов, утвержденным приказом Госатомрегулирования Украины от 07.04.2005 № 38, зарегистрированным в Минюсте 22.04.2005 за № 431/10711.

В аварийных планах, которые разрабатываются на объектах, где осуществляется практическая деятельность, связанная с радиационными или радиационно-ядерными технологиями, должна быть определена категория радиационной опасности объекта. Категория радиационной опасности устанавливается на основе анализа радиационной безопасности

объекта с учетом примерного распределения объектов и видов деятельности по категориям радиационной опасности.

Аварийные планы объектов категории радиационной опасности разрабатываются на основе Типового аварийного плана АЭС Украины, ответственность за подготовку и согласование которого с заинтересованными министерствами возлагается на Минтопэнерго.

Требования к планам реагирования на РА территориальных подсистем местного и регионального уровней единой системы гражданской защиты разрабатываются МЧС при участии МОЗ и Минприроды, в соответствии с категорией радиационной опасности объектов и видов деятельности, которые в случае РА могут оказать влияние на территорию подсистем.

Планы реагирования территориальных подсистем единой системы гражданской защиты, вся территория или часть территории которой принадлежит к зоне наблюдений объектов категории радиационной опасности I–II (но не менее, чем тридцатипятикилометровая зона для АЭС мощностью до 4 ГВт, пятидесятикилометровая зона для АЭС мощностью более 4 ГВт), разрабатываются как отдельные документы.

Планы реагирования территориальных подсистем единой системы гражданской защиты, на территории которых размещены объекты категории радиационной опасности III или осуществляется деятельность категории радиационной опасности IV–V, могут входить отдельными разделами в планы реагирования на чрезвычайные ситуации, наиболее вероятные для территории, которые разрабатываются для выполнения постановления Кабинета Министров Украины от 16 ноября 2001 года № 1567 «Об утверждении Плана реагирования на чрезвычайные ситуации государственного уровня».

Планы реагирования территориальных подсистем единой системы гражданской защиты, вся территория или часть которых принадлежит зоне наблюдений объектов категории радиационной опасности I–II, разрабатываются на основе исходной информации, предоставляемой предприятиями, которые эксплуатируют объекты категории радиационной опасности I–II и согласовываются руководством этих предприятий.

Планы реагирования территориальных подсистем единой системы гражданской защиты, вся территория или часть которой принадлежит зоне наблюдений объектов категории радиационной опасности I, разрабатываются на основе Образцового плана реагирования на РА территориальных подсистем единой системы гражданской защиты, утвержденного приказом МЧС и согласованного с Минтопэнерго, МОЗ и Минприроды.

Все планы реагирования территориальных подсистем должны быть взаимосогласованы.

В планах реагирования функциональных и территориальных подсистем единой системы гражданской защиты должны быть установлены:

Порядок информационного обмена с другими участниками реагирования на РА;

Рекомендации о форме и содержании пресс-релизов, которые подготавливаются для информирования населения и средств массовой информации, в зависимости от сложившейся ситуации или прогнозируемой на разных этапах развития РА.

### **Заключение**

Современное общество не может отказаться от использования ядерной энергетики. Однако память о Чернобыльской катастрофе обязывает людей ответственно относиться к опасным технологиям. Именно это и является основой культуры безопасности. Без научной и технологической поддержки, системы подготовки квалифицированных кадров, многоуровневой системы принятия решений и ответственности ядерную энергетику использовать невозможно.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Раздел 1

1. Подлазов Л.Н., Трехов В.Е., Черкашов Ю.М. и др. Расчётное моделирование аварии на четвертом блоке Чернобыльской АЭС // Атомная энергия. – 1994. – т. 77, вып. 2 – с. 93–100.
2. Кучин А.В., Халимончук В.А. Нейтронно-физические и теплофизические исследования аварии на 4-м энергоблоке ЧАЭС. Доклады Академии наук Украины. – 1993, № 1, с. 140–147.
3. Абагян А.А., Асмолов В.Г., Гуськова А.К. и др. Информация об аварии на Чернобыльской АЭС и её последствиях, подготовленная для МАГАТЭ // Атомная энергия. – 1986. – Т.61, вып.5. – С. 301–320.
4. Summary Report on the Post-Accident Review Meeting on the Chernobyl Accident. Safety Series. N 75-INSAG-1. IAEA. – Vienna, 1986. – 106 p.
5. INSAG-7. The Chernobyl Accident Updating of INSAG-1; A report by International Nuclear Safety Advisory group IAEA. – Vienna, 1992, Safety series N 75-IAEA-7. – 135 p.
6. О причинах и обстоятельствах аварии на 4 блоке Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 г. // Доклад ГПАН СССР – М. 1991 г.
7. Богатов С.А. Взаимодействие аварийного топлива 4-го энергоблока ЧАЭС с конструкционными материалами – количественные оценки // Объект «Укрытие» – 10 лет. Основные результаты научных исследований. – 1996. – С. 112–127 (МНТЦ «Укрытие», Чернобыль).
8. Пазухин Э.М. Горение графита 4-го энергоблока во время активной стадии аварии на Чернобыльской АЭС. Возможный вариант сценария // Радиохимия. – 2008. – Т.50, N 2. – С. 188–192.
9. Петелин Г.И., Зимин Ю.И., Тепикин В.Е., Рыбалка В.Б., Пазухин Э.М. «Горячие частицы ядерного топлива чернобыльского выброса в ретроспективной оценке аварийных процессов на 4-м блоке ЧАЭС // Радиохимия. – 2003. – Т. 45, N 3. – С. 278–281.
10. Израэль Ю.А., Вакуловский С.М., Ветров В.А., Петров В.Н., Ровинский Ф.Я., Стукин Е.Д. Чернобыль: радиоактивное загрязнение природных сред / Под ред. Израэля Ю.А. – Гидрометеиздат, 1990. – 296 с.
11. Купный В.И. Объект «Укрытие»: вчера, сегодня, завтра // Объект «Укрытие» – 10 лет. Основные результаты научных исследований. – Чернобыль, 1996. – С. 57–77.
12. Пазухин Э.М. Об эффективности засыпки шахты реактора 4-го энергоблока ЧАЭС при аварии 26 апреля 1986 г. // Радиохимия. – 1997. – Т. 39, вып. 4. – С. 375–378.
13. Боровой А.А., Пазухин Э.М., Стрижов В.Ф. Эффективность мер по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС (активная стадия аварии) // Препринт ИАЭ-6471/11. – Москва, 2007. – 38 с.
14. Chernobyl Catastrophe, House of Ann. Issue, Kyiv, 1997, Ed. by Viktor Baryakhtar: Чорнобильська катастрофа: Колективна монографія. – К.: Наука
15. Ильин Л. А. Реалии и мифы Чернобыля. – М.: ALARA Ltd, 1994.
16. Розсекречені документи на сайті СБУ див. 2 і 3 зображення ([http://www.sbu.gov.ua/sbu/control/uk/publish/article?art\\_id=49046](http://www.sbu.gov.ua/sbu/control/uk/publish/article?art_id=49046))
17. Sich A. R. Chernobyl Accident Management Actions», Nuclear Safety, Vol. 35, №1, Janusry June 1994.
18. Маслов В. П., Мясников В. П., Данилов В. П. Математическое моделирование аварийного блока ЧАЭС.–М.: Наука, 1987.
19. Пурвис Э. Сценарий Чернобыльской аварии: по состоянию на апрель 1995 г. Отчет МНТЦ.– Чернобыль, 1995.
20. Постанова КМУ №327 від 11.06.1992, Київ
21. Атлас. Україна. Радіоактивне забруднення. Мінчорнобиль України.– К., 2001.
22. 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.
23. Холоша В. И., Проскура Н. И., Иванов Ю. А., Казаков С. В., Архипов А. Н. Радиационная опасность объектов Зоны отчуждения // Проблемы Чернобыля: Наук. техн. збірник. Вип. 5.– Мат. Міжнар. Науково-практ. конф. «Укриття 98». – 1999.

24. Постанова Кабінету Міністрів України від 2 березня 2002 р. № 253 «Про затвердження Стратегії заміни системи пільг на адресну грошову допомогу населенню».
25. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2004 році.
26. Перелік найважливіших рішень Уряду Української РСР по усуненню наслідків аварії на Чорнобильській АЕС за 1986–1990 рр. К.: Б. і., 1990.
27. Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87 и Основные санитарные правила работы ОСП-72/87. М.: Энергоатомиздат, 1988.
28. 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.
29. Сборник нормативных документов по организации медицинской помощи при радиационных авариях. М.: Минздрав СССР, уч. метод. каб.– 1986.
30. Маковська Н. В., Парфененко М. Д., Шагаліна С. П. Чорнобильська трагедія. Документи і матеріали /Упорядники.: Н. П. Барановська (голов. упоряд.)– К.: Наук. думка, 1996.
31. 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.
32. О неотложных мерах по защите граждан Украины от последствий Чернобыльской катастрофы / Постановление Верховного Совета УССР от 01.08.90 г.– Правда Украины.– 1990.– 7 августа.
33. 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. Дорогунцов. – К.: СОПС УССР АН УССР, 1991.
34. Відомості Верховної Ради УРСР. 1991. – № 9.
35. Відомості Верховної Ради УРСР. 1991. – № 16.
36. 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.
37. Відомості Верховної Ради України. – 1997. – № 36.
38. Відомості Верховної Ради України. – 2000. – № 13.
39. Відомості Верховної Ради України. – 1996. – № 35.
40. Парламентські слухання 08.04.2009, сайт ВРУ [http://www.rada.gov.ua/zakon/new/par\\_sl/sl0804109.htm](http://www.rada.gov.ua/zakon/new/par_sl/sl0804109.htm)
41. Основные проектные решения, принятые при ликвидации последствий аварии на чернобыльской АЭС. Отчет Всесоюзного проектного и научно-исследовательского института комплексной энергетической технологии «ВНИПИЭТ». – Инв. № 34713. – Ленинград, 1986. – 106 с.

## Раздел 2

1. 20 років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє // Національна доповідь України. – К.: Атака, 2006. – 224 с.
2. Атлас загрязнения Европы цезием после Чернобыльской аварии // Научн. рук. Ю.А.Израэль. – Люксембург: Бюро по официальным изданиям Европейской Комиссии, 1996. – 108 с.
3. Атлас «України. Радіоактивне забруднення». – К.: МНС України, 2008. – 52 с.
4. Kashparov V.A., Oughton D.H., Protsak V.P. etc. Kinetics of fuel particle weathering and <sup>90</sup>Sr mobility in the Chernobyl 30 km exclusion zone // Health Physics. – 1999. – v. 76. – P. 251–259.
5. Державні гігієнічні нормативи «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів <sup>137</sup>Cs та <sup>90</sup>Sr у продуктах харчування та питній воді», Наказ МОЗ України від 03.05.2006, №256.
6. Фоновое загрязнение природной среды на территории СССР техногенными радиоактивными продуктами. Отчеты ИЭМ. Обнинск, 1981–1985.
7. Радіоактивне забруднення території України в 2009 році. Щорічник. Звіт. Центральна геофізична обсерваторія. – Київ:2010, 102 с.
8. Гаргер Е.К. Вторичный подъем радиоактивного аэрозоля в приземном слое атмосферы. Ин-т проблем безопасности АЭС. –Чернобыль:2008, 192 с.
9. Фондовые материалы Госкомгидромета СССР. Обнинск, 1986
10. Berkovsky V, Ratia G, Nasvit O. Internal doses to Ukrainian populations using Dnieper River water, Health Physics 71 (1996) – p. 37–44.
11. Balonov M., Konoplev A., Levis D., Voitsekhovych O., Zheleznyak M, Zhukova. / Radilological Conditions in the Dnieper River Basin RARS, IAEA 2006. 186 p.



12. Войцехович О.В. / Радиоактивное загрязнение водных систем после аварии на ЧАЭС. Обзор результатов решения проблемы за период 1986-2005 гг. // Национальная доповідь 20 рiччя Чорнобильської аварії. Екологічні наслідки аварії на Чорнобильській АЕС. Чорнобиль-інтерінформ. 2006 р.
13. Войцехович О.В. Управление качеством поверхностных вод в зоне влияния аварии на Чернобыльской АЭС. К.: Вiпол, 2001. – 136 с.
14. Y. Onishi, O.Voitsekhovich, M. Zheleznyak. Chernobyl: What Have We Learned? The Successes and Failures to Mitigate Water Contamination over 20 Years. Springer, 2007. – 360 p.
15. Канивец В.В. Анализ основных тенденций развития радиационной обстановки в Днепроводной водной системе после Чернобыльской аварии // Вісник аграрної науки. – 1996. – №4. – С.40–56.
16. Войцехович О.В., Шестопапов В.М., Скальський А.С., Канивец В.В. Мониторинг радиоактивного загрязнения поверхностных и подземных вод после аварии на ЧАЭС.// Вiпол. 2001 – 147 с.
17. Войцехович О.В., Панасевич Э.Л. Про дозову и социально-экономическую целесообразность современной водоохранной деятельности в зоне отчуждения ЧАЭС // Бюллетень екологічного стану зони відчуження. – №12. – 1998. – С.3–8.
18. С.І. Кіреєв, Д.О. Вишневський, Бар'єрні функції зони відчуження / Бюллетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення №2 (32), 2008. С. 5–16.
19. С.І. Кіреєв, С.М. Обрізан, Шевченко О.Л., Бугай Д.О. та ін. Перспективи водоохоронної діяльності в зоні відчуження / Бюллетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення №1 (27), 2006. – С. 66–77.
20. Шестопапов В.М., С.І. Кіреєв, Б.О. Годун, та інші. Радіаційний стан зони відчуження у 2007 році / Бюллетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення №1 (31), 2008. – С. 8–10.
21. С.І. Кіреєв, Б.О. Годун, Т.І. Нікітіна. Та інші. Радіаційний стан зони відчуження в 2009 році / Бюллетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення №1 (35), 2010. – С. 11–14.
22. Кузменко М.І., Гудков Д.І., Кіреєв С.І., та інші. / Техногенні радіонукліди у прісноводних екосистемах Київ Наукова Думка, 2010, – С. 261.
23. Канивец В.В., Деркач Г.А., Луценко С.И. Состояние радиоактивного загрязнения речных и морских вод Украины через два десятилетия после Чернобыльской аварии. Сборник научных докладов Международной конференции RANEXA05 «Радиоактивность после ядерных взрывов и аварий», Москва, декабрь 2005.
24. Smith, J.T., Alexei V. Konoplev, Oleg V. Voitsekhovitch and Gennady V. Laptev. The Influence of Hot Particle Contamination on Models for Radiation Exposures via the Aquatic Pathway. Radioactive Particles in the Environment. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, 2009, IV, – P. 249-258.
25. M.J.Buckley, D.Bugai, L.M.C.Dutton, M.Yu.Gerchikov et al. Drawing and evaluating remedial strategies for Chernobyl cooling pond. Final Report. Proj. ref. B7-5230/2000/306958/MAR/C2, NNC Limited, 2002.
26. Войцехович О, Канивец В., Лаптев Г., Бугай Д., и др. Экологическое обоснование возможности вывода водоема-охладителя из эксплуатации и подготовка исходных данных для выполнения технико-экономического расчета № госрегистрации 0106U011970. подготовлено ЦМДПТ по заказу ЧАЭС. 2006.
27. Bulgakov A, Konoplev A, Smith J, Laptev G, Voitsekhovich O. Fuel particles in the Chernobyl cooling pond: current state and prediction for remediation options. J Environmental Radioactivity. 2009 Apr; 100(4) – P. 329–32.
28. Кашпаров В.О., Хомутнин В.Ю., Глуховский О.С. и др. Оценка опасности вторичного ветрового переноса радиоактивных аэрозолей после частичного осушения водоема-охладителя ЧАЭС. Бюллетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення, №1 (21), 2003, – с.67–74.
29. Петров М.Ф., Кіреєв С.І. Природне заростання ложа водойми-охолоджувача ЧАЭС після пониження його рівня / Бюллетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення №1 (27), 2006. – С. 78–82.
30. Бугай Д. И др. Экспериментальные гидрогеологические исследования и фильтрационные расчеты водоема-охладителя Чернобыльской АЭС. Бюллетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення №1 (25), апрель 2005. – С.42–58.
31. Канивец В.В., Деркач Г.А., Луценко С.И. Состояние радиоактивного загрязнения речных и морских вод Украины через два десятилетия после Чернобыльской аварии. Сборник научных

- докладов Международной конференции RANEXA05 «Радиоактивность после ядерных взрывов и аварий», Москва, декабрь 2005.
32. *Shestopalov V. M.* (2002). Chernobyl disaster and groundwater. (Editor. V. Shestopalov)/ Balkema Publisher, 2002. – 289 p.
  33. IAEA (2003). Marine Environment Assessment of the Black Sea (Working material). Final report. Technical cooperation project RER/2/003. – 358 p.
  34. *Джено С. П., Скальський А. С., Бугай Д. А.* Радиационный мониторинг подземных вод // В кн. Радиозкология водных объектов зоны влияния аварии на Чернобыльской АЭС.– Т. 1. Мониторинг радиоактивного загрязнения природных вод Украины.– К.: Чернобыльинтеринформ, 1997.– С. 152–214.
  35. *Vakulovsky S. M., Nikitin A. I., Chumichev V. B., Katrich I. Yu., Voitsekhovitch O. A., Medinets V. I., Pisarev V. V., Bovkum 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, – P. 103–122.
  36. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Т.4. Водообмен в гидрогеологических структурах и Чернобыльская катастрофа. – Киев, 2000. – 618 с.
  37. *Шестопалов В.М.* Радиоактивне забруднення і бар'єрні функції геологічного середовища в Зоні відчуження. /Бюлетень екологічного стану Зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення( 1999. – № 15. – С. 25–27.
  38. *Довідник для радіологічних служб Мінсільгоспроду України.* – К.: УкрНДІСГР, 1997. – 176 с.
  39. *Глазовская М.А.* Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – М.: Высшая школа, 1988. – 328 с.
  40. *Л.Л. Малишева.* Геохімія ландшафтів. – К.: Либідь, 2000. – 472 с.
  41. *Реймерс Н.Ф.* Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь-справочник. – М.: Просвещение, 1992. – 320 с.
  42. *ISO 11074-4.* Soil quality – Vocabulary – Part 4: Terms and definitions related to the rehabilitation of soils and sites. – Geneva, 1999. – 22 p.
  43. *Ретроспективно-прогнози 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 / Под ред. И.А.Лихтарева. — К.: МЧС Украины, 1998. – 155 с.
  44. *Accelerated Bioremediation with Slow release Electron Donors and Electron Acceptors / S.S. Koenigsberg (Ed.)* – San Clement: Regenesys Bioremediation Products, 2002. – 413 p.
  45. *Бондаренко Г.Н.* Концепция формообразования в геохимии техногенных радионуклидов // Збірник наукових праць ДНЦ РНС. – Київ, 2000. – С. 26–48.
  46. *Орлов О.О., Долін В.В.* Біогеохімія цезію-137 у лісболотних екосистемах Українського Полісся / За ред. Е.В. Собоновича. – К.: Наукова думка, 2010. – 198 с.
  47. *Долін В.В., Бондаренко Г.М., Орлов О.О.* Самоочищення природного середовища після Чорнобильської катастрофи / За ред. Е.В. Собоновича. – К.: Наукова думка, 2004. – 221 с.
  48. *Distribution of Carbon isotopes in forest ecosystems within the Chernobyl Exclusion Zone / J.T. Morris, V.V. Dolin, M.M. Kovalyukh et al.* // Final Project Report: CRDF Award # UB1-2500-KV-03. – Kyiv, 2006. – 25 p.
  49. *Kovalyukh N., Skrypkin V., Pazdur A., Pazdur M.* Radiocarbon studies of environmental behavior of radioactive graphite from Chernobyl outburst // Annual Report. – Gliwice: Silesian Technical University (Poland), 1994. – P. 35–37.
  50. *Собонович Э.В., Скрипкин В.В., Жданова Н.Н. и др.* Трансформация реакторного графита чернобыльского аварийного выброса в биогеохимических системах / Доп. НАН України. – 1996. – № 11. – С. 173–176.
  51. *Холоша В.І., Проскура М.І., Іванов Ю.О. та ін.* Радіаційна і екологічна вагомість природних та техногенних об'єктів Зони відчуження // Бюл. екологічного стану Зони відчуження та Зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 1999. – № 13. – С. 3–8.
  52. *Долін В.В., Бондаренко Г.М., Орлов О.О.* Самоочищення природного середовища після Чорнобильської катастрофи / За ред. Е.В. Собоновича. – К.: Наукова думка, 2004. – 221 с.
  53. *Холоша В.І., Проскура М.І., Іванов Ю.О. та ін.* Радіаційна і екологічна вагомість природних та техногенних об'єктів Зони відчуження // Бюл. екологічного стану Зони відчуження та Зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 1999. – № 13. – С. 3–8.
  54. *Геохимия техногенных радионуклидов / Под ред. Э.В.Собоновича, Г.Н.Бондаренко.* – К. – Наукова думка. – 2002. – 332 с.

55. *Бідна С.М.* Демутаційні процеси в Чорнобильській зоні відчуження та їх використання для заліснення радіаційно забруднених територій: автореф. дис. канд. сільгосп. наук: 06.03.03. – К., 2000. – 21 с.
56. *Балашов Л.С.* Роль рослинного покриву в процесах автореабілітації // Автореабілітаційні процеси в екосистемах Чорнобильської зони відчуження / Шестопапов В.М., Францевич Л.І., Балашов Л.С. та ін. / Під ред. Ю.О. Іванова, В.В. Доліна. – Київ, 2001. – С. 133–144.
57. *Федоренко Н.М., Кондратюк С.Я., Орлов О.О.* Лишайники та ліхенофільні гриби Житомирської області. – Житомир: ПП «Рута», Вид-во «Волинь», 2006. – 148 с.
58. *Вірченко В.М., Орлов О.О.* Мохоподібні Житомирської області. – Житомир: ПП «Рута», Вид-во «Волинь», 2009. – 216 с.
59. *Гащак С.П., Вишневецький Д.О., Заліський О.О.* Фауна хребетних тварин Чорнобильської зони відчуження (Україна) / За заг. ред. С.П. Гащака. – Славутич: Вид-во Чорнобильського центру з проблем ядерної безпеки, радіоактивних відходів та радіоекології, 2006. – 100 с.
60. Козубов Г.М., Таскаев А.И. Радиобиологические исследования хвойных в районе Чернобыльской катастрофы. М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2002. 272 с.
61. Grodzinsky D.M., Bulakh A.A., Gudkov I.N. Radiobiological effects in plants // Chernobyl Catastrophe. – Kyiv: Edit. House of Ann. Issue «Export of Ukraine», 1997. – P. 314–328.
62. Geraskin S.A., Zimina L.M., Dikarev V.G., Dikareva N.S., Zimin V.L., Vasiliyev D.V., Oudalova A.A., Blinova L.D., Alexakhin R.M. Bioindication of the anthropogenic effects on micropopulations of *Pinus sylvestris*, L. in the vicinity of a plant for the storage and processing of radioactive waste and in the Chernobyl NPP zone // Journal of Environmental Radioactivity. – 2003. – V. 66. – P. 171–180.
63. Йощенко В.И., Бондарь Ю.О. Дозовая зависимость частоты морфологических изменений у сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Чернобыльской зоне отчуждения // Радиационная биология. Радиоэкология. 2009. Т. 49. № 1. – С. 117–126.
64. Йощенко В.И., Кашпаров В.А., Левчук С.Е., Бондарь Ю.О., Лазарев Н.М., Йощенко М.И. Эффекты хронического облучения сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Чернобыльской зоне отчуждения // Радиационная биология. Радиоэкология. 2010. Т. 50. № 6.
65. Annals of the ICRP. Publication 103. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Elsevier, 2007. – 313 p.
66. ERICA. D-ERICA: An integrated approach to the assessment and management of environmental risks from ionizing radiation. Contract Number FI6R-CT-2004-5088472007; 2007 [online]. Available at: <http://wiki.ceh.ac.uk/download/attachments/115017395/D-Erica.pdf?version=1>. Accessed 26 July 2010.
67. *Гащак С.П., Вишневецький Д.О., Заліський О.О.* Фауна хребетних тварин Чорнобильської зони відчуження (Україна) / За заг. ред. С.П. Гащака. – Славутич: Вид-во Чорнобильського центру з проблем ядерної безпеки, радіоактивних відходів та радіоекології, 2006. – 100 с.
68. *Бідна С.М.* Демутаційні процеси в Чорнобильській зоні відчуження та їх використання для заліснення радіаційно забруднених територій: автореф. дис. канд. сільгосп. наук: 06.03.03. – К., 2000. – 21 с.
69. *Балашов Л.С.* Роль рослинного покриву в процесах автореабілітації // Автореабілітаційні процеси в екосистемах Чорнобильської зони відчуження / Шестопапов В.М., Францевич Л.І., Балашов Л.С. та ін. / Під ред. Ю.О. Іванова, В.В. Доліна. – Київ, 2001. – С. 133–144.
70. *Федоренко Н.М., Кондратюк С.Я., Орлов О.О.* Лишайники та ліхенофільні гриби Житомирської області. – Житомир: ПП «Рута», Вид-во «Волинь», 2006. – 148 с.
71. *Вірченко В.М., Орлов О.О.* Мохоподібні Житомирської області. – Житомир: ПП «Рута», Вид-во «Волинь», 2009. – 216 с.
72. *Глазко Т.Т., Архитов Н.П., Глазко В.И.* Популяционно-генетические последствия экологических катастроф на примере Чернобыльской аварии.-Москва: ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2008. – 555 с.
73. *Гудков Д.Л.* Радіонукліди в компонентах водних екосистем зони відчуження Чорнобильської АЕС: розподіл, міграція, дозові навантаження, біологічні ефекти : Дис... доктора біологічних наук: 03.00.01, НАН України Інститут гідробіології. – К., 2006. – 34 с.
74. *Рокитко П.В.* Склад бактерій в 10-км зоні ЧАЕС і їх стійкість до гама-випромінювання та інших стресових факторів: Дис...кандидата біологічних наук: 03.00.07/ НАН України, Інститут мікробіології вірусології ім. Д.К. Заболотного. – К. – 139 с.
75. *Радиоэкология водных объектов зоны влияния авария на Чернобыльской АЭС // Мониторинг радиоактивного загрязнения природных вод Украины.* – К.: «Чернобыльинтеринформ», 1997. – Т. 1. – 308 с.

76. *Шестопалов В.* Сучасні проблеми використання і оцінки ресурсів підземних вод./Водні ресурси України: екологічний та соціальний виміри. Центр соціального прогнозування. Київ, – 2003, – С. 36–44.
77. *Chernobyl disaster and groundwater.* Editor Shestopalov V. – A.A.Balkema Publisher. – 2002. – 289 p.
78. *Современные проблемы изучения и оценки эксплуатации ресурсов питьевых подземных вод // Материалы межд. научно – практ. Конф. (Беларусь, Казахстан, Россия, Украина).* – К, 2008. – 143 с.
79. IAEA International Atomic Energy Agency. Environmental consequences of the Chernobyl accident and their remediation: twenty years of experience // Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group «Environment» (EGE). – Vienna: IAEA, 2006. – 166 p.
80. *Каушаров В.А., Лазарев Н.М, Полищук С.В.* Проблемы сельскохозяйственной радиологии в Украине на современном этапе //Агроэкологічний журнал. – 2005. – №3. – С. 31–41.
81. *Загальнодержавна паспортизація населених пунктів України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Узагальнені дані за 2001 – 2004 р. Під ред. Лихтарьова І.А.* Збірник 10. – К.: МОЗ України, 2001. – 62 с.
82. *Пристер Б.С., Алексахин Р.М., Бебешко В.Г. и др.* Чернобыльская катастрофа: Эффективность мер защиты населения, опыт международного сотрудничества // Под ред. академ. УААН Пристера Б.С. – К.: ЦТИ «Энергетика и электрификация», 2007. – 100 с.
83. *Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи, у віддалений період (Рекомендації) // За заг. ред. академ. УААН Пристера Б.С. – К.: Атіка, 2007. – 196 с.*
84. *Пристер Б.С.* Проблемы прогнозирования поведения радионуклидов в системе почва – растение // В кн. «Адаптация агроэкоосферы к условиям техногенеза». По ред. чл. – кор. АН РТ Ильязова Р.Г. – Казань: АН РТ, 2006. – С. 78–125.
85. *Пристер Б.С.* Последствия аварии на Чернобыльской АЭС для сельского хозяйства Украины // Исследования ЦПЭР. – К. – 1999. – № 20. – 103 с.
86. *Федоров Е.А., Пристер Б.С., Романов Г.Н. и др.* Рекомендации по ведению сельского и лесного хозяйства при радиоактивном загрязнении внешней среды // Под ред. действ. чл. ВАСХНИЛ В. М. Клечковского. – М., 1973. – 101 с.
87. *Исследование статистического характера распределения активности почвы и растений на территории радиоактивного следа: Отчет // ОНИС; Пристер Б.С., Корчемкин Ю.И., Федоров Е.А., Сейц Л.Б. – Инв. ОН – 681. – 1968.*
88. *Пристер Б.С., Бизольд Г., Девиль – Кавелин Ж.* Способ комплексной оценки свойств почвы для прогнозирования накопления радионуклидов растениями // Рад. биология. Радиоэкология. – 2003. – Т. 43. – № 6. – С. 39–42.
89. *Пристер Б.С., Виноградская В.Д.* Модель для прогнозирования дозы внутреннего облучения населения при почвенном пути включения долгоживущих радионуклидов в пищевые цепи // Проблемы безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля. – 2009. – Вип. 11. – с. 128–135.
90. *Каушаров В.А., Лазарев Н.М., Перевозников О.Н.* Эффективность контрмер в населенных пунктах Украины после аварии на ЧАЭС //Агрохимический вестник. – 2008. – №2. – С. 25–27.
91. *Пристер Б.С., Алексахин Р.М.* Радиационная защита населения – уроки Кыштымской и чернобыльской аварии // В кн. «XXXVI радиоэкологические чтения В.М. Клечковского». – М., 2008. – С. 47–75.
92. *Prister B.S., Baryakhtar V.G., Pereplyatnikova L.V., Vynogradskaja V.D., Rudenko V.A., Grytsyuk N.R., Ivanova T.N.* Experimental Substantiation and Parameterization of the Model Describing <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr Behavior in a Soil-Plant System // Env. Science and Pollution Research. – 2003. – Special Issue No 1. – P. 126–136.
93. *Fesenko S.V., Alexakhin R.M., Balonov M.I. etc.* An extended critical review of twenty years of countermeasures used in agriculture after the Chernobyl accident // Science of The Total Environment. – 2007. – V. 383 (1). – P. 1 – 24.
94. *Концепція ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених територіях і їх комплексної реабілітації на період 2000 – 2010 р. // Під ред. Пристера Б.С.– К.: Світ, 2000. – 48 с.*
95. *Информационный циркуляр МАГАТЭ. Международная конференция «Десятилетие после Чернобыля: оценка последствий аварии».* – INFCIRC, 1996. – 26 с.
96. *Prister B.S., Aleksakhin R., Firsakova S. etc.* Short and Long Term Environmental Assesment // Proc. of the workshop on restorstion strategies for contaminated territories resulting from the Chernobyl accident. – Brussels. – November, 2000. – EUR 18193 en. – P. 103–114.
97. *Міжнародний форум «Нашадки Чорнобиля: Медичні, екологічні та соціально – економічні наслідки».* – Відень, 5 б вересня 2005.

98. *Бюлетень* радіаційного стану критичних населених пунктів на забруднених радіонуклідами територіях України. – К.: УкрНДІСГР НУБіП України, 2009. – 106 с.
99. *Характеристика* радіоактивного забруднення оточуючої середовища в результаті Чорнобильської катастрофи / О.В.Войцехович, О.Е.Гайдар, С.В.Давидчук і др. // В кн. 20 років Чорнобильської катастрофи. Взгляд в майбутнє. Національний доповідь України. – К.: Атика, 2006. – С. 13–29.
100. *Радіоекологія* водних об'єктів зони впливу аварії на Чорнобильській АЕС // Під ред. Войцеховича О.В. – К.: Чернобільінтерінформ, 1997. – Т. 1. – 308 с.
101. *Алексахин Р.М., Булдаков Л.А., Губанов В.А.и др.* Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры. Под общей редакцией Л.А.Ильина и В.А.Губанова – М.: ИздАТ, 2001 – 752с.
102. *Достоевський П., Глушко А., Білоном М.* Роль ветеринарної медицини України в ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС // Ветеринарна медицина в Україні. – 2001. – №4. – С. 8–10.
103. *Пристер Б.С., Іванов Ю.А., Перепелятнікова Л.В. и др.* Проблеми застосування контролю в сільському господарстві України після аварії на Чорнобильській АЕС // Вісник аграрної науки. – Січень 1996. – С. 74–81.
104. *Prister B.S., Lazarev N.M., Romanov L.M.* Radiobiological problems concerning grazing animals following the Chernobyl accident // Internal Conference: One decade after Chernobyl. Summing up the consequences of the accident. – Vienna. – 8 – 12 April 1996. – Vol. 2. – P. 465–469.
105. *Алексахин Р.М.* Проблеми радіоекології: Еволюція ідей. Ітоги. – М., 2006.
106. *Маяков Е.А., Бударков В.А., Ястребков Ю.А.* Средства ограничения миграции изотопов цезия и стронция по пищевым цепочкам // Материали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 40-літтю ВНИИВВиМ. – г. Покров, 1998.
107. *Радіобіологія.* Радиационная безопасность сельскохозяйственных животных. Под редакцией В.А.Бударкова. – М.:Колос, 2008.
108. *Краснов В.П.* Радіоекологія лісів Полісся України. – Житомир: Волинь, 1998. – 128 с.
109. *Краснов В.П., Орлов А.А.* Радіоекологія ягідних рослин. – Житомир: Волинь, 2004. – 264 с.
110. *Краснов В.П., Орлов А.А., Бузун В.А., Ландін В.П., Шелест З.М.* Прикладна радіоекологія ліса / Під ред. д. с.-х. н., проф. В.П. Краснова. – Житомир: Полісся, 2007. – 680 с.
111. *Ландін В.П.* Особливості радіоактивного забруднення лісів українського Полісся. // Лісівництво і агролісомеліорація. – Вип. 86. – Київ: «Урожай», 1993. – С. 10–19.
112. *Краснов В.П., Орлов О.О., Гетьманчук А.І.* Радіоекологія лікарських рослин. – Житомир: Полісся, 2005. – 216 с.
113. *Рекомендації* по веденню лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення / Краснов В.П., Орлов А.А., Ірклієнко С.П. і др. / Під ред. В.П. Краснова. – Київ: Аграрна наука, 1995. – 62 с.
114. *Рекомендації* з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення / Калетник М.М., Краснов В.П., Савущик М.П. та ін. – Київ, 1998. – 66 с.
115. *Рекомендації* з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення / Краснов В.П., Орлов О.О., Ландін В.П. та ін. / Під ред. В.П. Краснова. – Київ, 2008. – 82 с.
116. *Ландін В.П.* Радіаційний контроль на підприємствах лісового господарства // Досвід подолання наслідків Чорнобильської катастрофи (сільське та лісове господарство) / Надточій П.П., Малиновський А.С., Можар А.О. та ін. / За ред. П.П. Надточія. – К.: Світ, 2003. – С. 197–204.

### Раздел 3

1. *Shimizu Y., Pierse D.A., Preston D.L., Mabushi K.* Studies of the mortality of the atomic bomb survivors. Report 12, Part 11. Non-cancer Mortality: 1950-1990 // Radiation Research. – 1999. – Vol. 152. – P. 374–389.
2. The risk of radiation induced cerebrovascular disease in Chernobyl emergency workers / V.K. Ivanov, M.A. Maksoutov, S.Yu. Chekin et al. // Health Physics. – 2006, Vol. 90, № 3. – P. 199–207.
3. *Цыб А.Ф., Иванов В.К.* К полувековому юбилею журнала. Радиологические последствия Чернобыля // Мед. радиология и радиац. безопасность, 2006. – № 1. – С. 18–28.
4. *McGale P., Darby S. C.* Low doses of ionizing radiation and circulatory diseases: a systematic review of the published epidemiological evidence // Radiat Res. – 2005. – 57. – P. 163–247.
5. *Zhang W, Muirhead CR, Hunter N.J.* / Age at exposure effects on risk estimates for non-cancer mortality in the Japanese in the atomic bomb survivors // Radiol. Prot. – 2005. – Vol. 25 (4). – P. 394–404.
6. *Федірко, П. А.* Електроокулографічні дослідження радіаційно опромінених осіб // Офтальмологічний журнал. – 2001. – № 1. – С. 65–67.
7. *Sergienko N.M., Fedirko P.* Accommodative function of eyes in persons exposed to ionizing radiation // Ophthalmic Research. – 2002. – Vol. 34, No 4. – P. 192–194.

8. World Health Organization. Health effects of the Chernobyl accident and special health care programmes. Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group «Health» (EGH) / Eds. B. Bennet, M. Repacholi, Zh. Carr. – Geneva, WHO, 2006. – 160 p. [http://www.who.int/ionizing\\_radiation/chernobyl/en](http://www.who.int/ionizing_radiation/chernobyl/en)
9. The mental health of clean-up workers 18 years after the Chernobyl accident / K. Loganovsky, J.M. Havenaar, N.L. Tintle et al. // Psychol. Med. – 2008. – № 38. – P. 481–488.
10. Красникова Л.И., Бузунов В.А. Риски неопухоловой патологии у участников ликвидации последствий Чернобыльской аварии по данным углубленного клинико-эпидемиологического мониторинга // Проблемы радиационной медицины и радиобиологии. – 2007. – Вып. 13. – К.: ДІА, 2008. – С. 199–207.
11. Эпидемиологические исследования и оценка влияния малых доз ионизирующего излучения на развитие неопухолевых заболеваний у пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС/ В.А. Бузунов, Л.И. Красникова, Е.А. Пирогова и др. // Проблемы радиационной медицины и радиобиологии. – 2007. – Вып. 13. – К.: ДІА, 2008. – С. 56–66.
12. Disrupted development of the dominant hemisphere following prenatal irradiation // K.N. Loganovsky, T.K. Loganovskaja, S.Yu. Nechayev et al. // The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences. – 2008. – 20 (3). – P. 274–291.

#### Раздел 4

1. Чорнобиль і соціум (Випуск перший). Чорнобильський синдром: соціально-психологічні наслідки. – К.: «Соціум», 1995. – 109 с.
2. Чорнобиль і соціум (Випуск другий). Соціально-психологічна динаміка наслідків катастрофи. – К.: ІС НАНУ, 1995. – 161 с.
3. Чорнобиль і соціум (Випуск третій). Динаміка соціальних процесів: соціально-психологічний моніторинг наслідків Чорнобильської катастрофи. – К.: ІС НАНУ, ЦСЕП, 1997. – 267 с.
4. Чорнобиль і соціум (Випуск четвертий). Динаміка соціальних процесів: соціально-психологічний моніторинг наслідків Чорнобильської катастрофи. – К.: ІС НАНУ, ЦСЕП, 1998. – 247 с.
5. Чорнобиль і соціум (Випуск п'ятий). Соціально-психологічний моніторинг умов життя та діяльності соціальних груп потерпілих від Чорнобильської аварії: порівняльний аналіз та рекомендації. – К.: ІС НАНУ, ЦСЕП, 1999. – 310 с.
6. Чорнобиль і соціум (Випуск шостий). Соціально-психологічний моніторинг умов життя та діяльності соціальних груп потерпілих від Чорнобильської аварії: порівняльний аналіз та рекомендації. – К.: ІС НАНУ, ЦСЕП, 2000. – 338 с.
7. Чорнобиль і соціум (Випуск сьомий). Соціально-психологічний моніторинг умов життя та діяльності соціальних груп потерпілих від Чорнобильської аварії: порівняльний аналіз та рекомендації. – К.: «Стилос», 2001. – 408 с.
8. Чорнобиль і соціум (Випуск восьмий). Розробка моделей життєдіяльності в умовах підвищеного ризику внаслідок надзвичайних ситуацій та катастроф: з урахуванням досвіду Чорнобильської катастрофи. – К.: ЦСЕП ІС НАНУ, 2002. – 152 с.
9. Чорнобиль і соціум (Випуск дев'ятий). Розробка моделей життєдіяльності в умовах підвищеного ризику внаслідок надзвичайних ситуацій та катастроф: з урахуванням досвіду Чорнобильської катастрофи. – К.: ЦСЕП ІС НАНУ, 2003. – 255 с.
10. Чорнобиль і соціум (Випуск десятий). Сучасні ризики: тенденції, перспективи, шляхи мінімізації наслідків. – К.: ЦСЕП ІС НАНУ, 2004. – 312 с.
11. Постчорнобильський соціум: 20 років по аварії. Чорнобиль і соціум (Випуск одинадцятий). – К.: ЦСЕП ІС НАНУ, 2005. – 232 с.
12. Чорнобиль і соціум (Випуск дванадцятий). Суспільство ризику: Чорнобильська детермінанта. – К.: ЦСЕП ІС НАНУ, 2006. – 220 с.
13. Чорнобиль і соціум (Випуск тринадцятий). Соціальний розвиток громад і територій, постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи. – К.: ПЦ «Фоліант», 2007. – 316 с.

## Раздел 5

1. *Пазухин Э.М.* «Лавообразные топливосодержащие массы 4-го блока чернобыльской АЭС топография, физико-химические свойства, сценарий образования» // Радиохимия, т. 36, № 2, 1994, С. 97–142.
2. *Кашипаров В.О., Лундін С.М., Зварич С.І. та ін.* Викид та забруднення території радіонуклідами у складі паливних частинок // Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 2002. – N20. – с. 22–32.
3. *Пазухин Э.М., Лагуненко А.С., Краснов В.А., Билько В.В.* Топливо на верхних отметках разрушенного 4-го блока ЧАЭС. Уточнение сценария образования полихромной керамики // Радиохимия. – Т. 48, № 6, 2006. – С. 470–480.
4. *Высотский Е.Д., Ключников А.А., Краснов В.А.* Локализация ядерно-опасных скоплений топливосодержащих материалов // Там же. – 2007. – Вып.7. – С. 66–75.
5. *Пазухин Э.М., Лагуненко А.С., Довыдьков С.А.* Новые количественные оценки ядерного топлива в помещении 305/2 объекта «Укрытие» // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля. – 2010. – Вып. 14. – С. 85–94.
6. *Е.Д. Высотский, А.А. Ключников, В.Н. Щербин, В.Б. Шостак В.Б.* Нейтронно-физические характеристики ядерно-опасных скоплений топливосодержащих материалов // «Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля». – 2009. – Вып. 12. – С. 93–102.
7. *Vehta S.V., Granovsky, Khabensky V.B., Gusarov V.V. et al.* Corium Phase Equilibria based on MASCA V.S., METCOR and CORPHAD Results // Nuclear Engineering and Design. – 2008. – 238. – P. 2761–2771.
8. Заключение экспертной комиссии о причинах аномального события в помещении 304/3 объекта «Укрытие» в июне 1991 г. / ИБРАЭ РАН, Москва, 1992. – 67 с.
9. *Высотский Е.Д., Ключников А.А., Щербин В.Н., Шостак В.Б.* Нейтронно-физические характеристики ядерно-опасных скоплений топливосодержащих материалов // «Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля». – 2009. – Вып. 12. – С. 93–102.
10. *Огородников Б.И., Пазухин Э.М., Ключников А.А.* Радиоактивные аэрозоли объекта «Укрытие»: 1986 – 2006 гг.: монография. – Чернобыль: Ин-т проблем безопасности АЭС НАН Украины. – 2008. – 456 с.
11. Отчет о проведенных исследованиях состояния защитного полимерного покрытия подкровельного пространства объекта «Укрытие». План осуществления мероприятий на объекте «Укрытие». Контракт № SIP05-4-011. №SIP AOS2 07 4 SMT 00 03.
12. *Креницын 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.
13. *Корнеев А. А., Креницын А. П., Стрихарь О. Л., Щербин В. Н.* Жидкие радиоактивные отходы внутри объекта «Укрытие» // Радиохимия. – 2002. – Т. 44, № 6. – С. 545–552.
14. *Одинцов А. А., Хан В. Е., Краснов В. А., Щербин В. Н.* Контроль содержания радонуклидов в водных скоплениях объекта «Укрытие» в 2007–2008 г.г. // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля. – 2009. – Вып. 12. – С. 143–153.
15. *Панасюк Н.И., Скорбун А.Д., Подберезный С.С. и др.* Подсчет количества радионуклидов в донных осадках помещения 001/3 объекта «Укрытие» // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля. – 2005. Вып. 2. – С 46–48.
16. *Креницын А. П., Стрихарь О. Л., Щербин В. Н.* Проблема обращения с жидкими радиоактивными отходами объекта «Укрытие» // Радиохимия. – 2003. – Т. 45, № 5. – С. 461–465.
17. Отчет о состоянии безопасности объекта «Укрытие» №SIP-P-PM-22-460-SAR-124-05. – 2008. – 343 с.
18. Стратегія подальшої реалізації проекту НБК. SIP-P-PM-21-330-EXN-004-01. Ред.2 від 23.04.2004 р.
19. Документи із безпеки у рамках концепції проекту ПК-1 НБК. SIP-N-LI-22-A500-CDS-001-01. Ред. 1 від 04.12.2010 р.
20. SIP-P-D1-19-120-STG-083-02. Стратегія поведження з ПВМ і радіоактивними відходами об'єкта «Укриття». План подальших дій. 2005 р.
21. Закон України «Про загальні засади подальшої експлуатації і зняття з експлуатації Чернобильської АЕС та перетворення зруйнованого четвертого енергоблоку цієї АЕС на екологічно безпечну систему» від 11.12.1998 р. № 309-XIV.
22. 20 років Чернобильської катастрофи. Погляд у майбутнє: Національна доповідь України. – К.: Атика, 2006. – 244 с.
23. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). – МОЗ України, Київ, 1997, с. 121.

## Роздел 6

1. Національна доповідь України «20 років Чорнобильської катастрофи: погляд в майбутнє»
2. Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами».
3. Постановление Кабинета министров Украины от 29.04.96 №480 «Про державну програму поводження з радіоактивними відходами».
4. Постановление Кабинета министров Украины от 05.04.99 №542 «Про комплексну програму поводження з радіоактивними відходами».
5. Постановление Кабинета министров Украины от 25.12.2002 №2015 «Про комплексну програму поводження з радіоактивними відходами».
6. 20 років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє». Національна доповідь України. – К.: Атіка. 2006 – 224 с.
7. Річний звіт за 2010 р. з ведення Державного реєстру радіоактивних відходів та Державного кадастру місць зберігання або захоронення радіоактивних відходів. К.: ДК «УкрДО «Радон». 2011,
8. Звіт про результати 4-ї державної інвентаризації радіоактивних відходів в Україні, 2010 р. ДК «УкрДО «Радон»..К.: ДК «УкрДО «Радон». 2011
9. Інструктивно-методичні рекомендації з оптимізації прямих контрзаходів на пізній фазі радіаційної аварії». Київ, УНЦРМ АМН України.
10. Закон України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи».
11. Закон України «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи».
12. Комплексний радіоекологічний моніторинг м. Коростень: звіт про НДР / НЦРМ АМН України; Керівник І.П. Лось. – № ДР 0196U010001;. – К., 1996. – 131 с.
13. Постанова КМ УРСР від 23 червня 1991 р. №106.
14. Оцінка реалізованих та наукове обґрунтування наступних контрзаходів, які забезпечують безпечне проживання населення після аварії на ЧАЕС: звіт про НДР / НЦРМ АМН України; Керівник І.П. Лось. – 1996. – 90 с.
15. Обращение с радиоактивными отходами: проблемы, опыт, перспективы. /Корчагин П.А., Замостьян П.В., Шестопалов В.М.. – К., 2000. – 178 с.
16. Про схвалення Стратегії поводження з радіоактивними відходами в Україні. – Розпорядження Кабінету Міністрів України від 19.08.2009 р. № 990.
17. Разработка национальной стратегии и концепции по обращению с радиоактивными отходами в Украине, включая стратегию по обращению с радиоактивными отходами НАЭК «Энергоатом»: проект TACIS U4.03/04 / под общей редакцией В.М.Шестопалова.– К.: Издательство «ПРОМІНЬ», 2008.– Т.1. – 500 с.– Т.2. – 320 с.

## Роздел 7

1. 20 років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє: Національна доповідь України.– К.: Атіка, 2006.– 224 с.
2. Конституція України від 28 червня 1996 року №. 254к/96-вр, остання редакція від 30.09.2010. <http://www.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=254%EA%2F96-%E2%F0>
3. Розділ 5 Екологічна безпека і правові та соціальні проблеми чорнобильської катастрофи / Баб'як О.С., Біленчук П.Д., Чирва Ю.О. Екологічне право України: Навч. посіб. для вищ. навч. закл. / Європейський ун-т управління, безпеки та інформаційно-правових технологій. Факультет охорони навколишнього середовища; Юрблагодійконсалтинг. — К. : Атіка, 2001. — 216с. [http://adhdportal.com/book\\_630\\_chapter\\_21\\_Rozdil\\_5\\_EKOLOGICHNA\\_BEZPEKA\\_I\\_PRAVOVI\\_T\\_A\\_SOCIALNI\\_PROBLEMI\\_CHORNOBILSKOJKATASTROFI\\_\\*.html](http://adhdportal.com/book_630_chapter_21_Rozdil_5_EKOLOGICHNA_BEZPEKA_I_PRAVOVI_T_A_SOCIALNI_PROBLEMI_CHORNOBILSKOJKATASTROFI_*.html)
4. 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 16.04.1991.– 1991.– № 16.– с. 197.
5. Закон України «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи» від 28 лютого 1991 року N 796-XII <http://www.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=796-12>
6. Закон України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» від 27 лютого 1991 року N 791а-XII. <http://www.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=791%E0-12>



7. 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.
8. Постанова Кабінету Міністрів України від 23 липня 1991 р. № 106 «Про організацію виконання постанов Верховної Ради Української РСР Про порядок введення в дію Законів Української РСР «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» та «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи»
9. Закон України «Про Загальнодержавну програму подолання наслідків Чорнобильської катастрофи на 2006-2010 роки» від 14 березня 2006 року № 3522-IV <http://www.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=3522-15>
10. Меморандум про взаєморозуміння між Урядом України і Урядами країн «Великої сімки» та Комісією Європейського Співтовариства щодо закриття Чорнобильської АЕС від 20 грудня 1995 року № 998\_008 [http://www.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=998\\_008](http://www.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=998_008)
11. Рамкова угода між Україною та Європейським банком реконструкції та розвитку стосовно діяльності Чорнобильського Фонду «Укриття» в Україні (Угоду ратифіковано Законом № 80/98-ВР від 04.02.98
12. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку виконання Плану здійснення заходів на об'єкті «Укриття» від 31 березня 2003 р. № 421 <http://www.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=421-2003-%EF>
13. Закон України «Про загальні засади подальшої експлуатації і зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС та перетворення зруйнованого четвертого енергоблока цієї АЕС на екологічно безпечну систему» від 11 грудня 1998 року № 309-XIV (редакція від 01.01.2011). <http://www.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=309-14>
14. Закон України «Про Загальнодержавну програму зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС та перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему» від 15 січня 2009 року № 886-VI <http://www.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=886-17>
15. Податковий кодекс України від 02.12.2010 № 2755-VI <http://www.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=2755-17>
16. Постанова Кабінету Міністрів України «Про фінансове забезпечення цивільної відповідальності за ядерну шкоду державним спеціалізованим підприємством «Чорнобильська АЕС»» від 22.12.2010 р. № 1164
17. Закон України «Про Загальнодержавну цільову екологічну програму поведження з радіоактивними відходами» від 17 вересня 2008 року № 516-VI <http://www.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=516-17>
18. Десять лет после аварии на Чернобыльской АЭС. Национальный доклад Украины. 1996 г. Минчернобыль Украины.– К., 1996.– 213 с.
19. 15 років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання. Національна доповідь України. – К., 2001.– 144 с.
20. 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.
21. Довідка до розгляду на засіданні Ради національної безпеки і оборони України питання «Про вдосконалення державної політики щодо подолання наслідків Чорнобильської катастрофи». Апарат РНБО України, 2010.– 18 с.
22. Про стан подолання наслідків Чорнобильської катастрофи в Україні за 2006-2007 роки. Щорічна Національна доповідь України. – К.: 2008 – 185 с. [http://www.mns.gov.ua/content/chornobyl\\_report\\_2007.html](http://www.mns.gov.ua/content/chornobyl_report_2007.html)
23. 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. Дорогуицков.– К.: СОПС УССР АН УССР, 1991.– 118 с..
24. Проект Концепції Загальнодержавної цільової соціальної програми подолання наслідків Чорнобильської катастрофи на 2012–2016 роки <http://www.mns.gov.ua/files/2010/11/24/ Концепц2010.doc>
25. 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.

26. Ретроспективно-прогнозні дози опромінення населення та загальнодозиметрична паспортизація 1997 р. населених пунктів України, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської аварії (Збірка 7), – К.: МОЗ України 1998. – 155 с.
27. 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.
28. 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.
29. Загальнодозиметрична паспортизація населених пунктів України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Узагальнені дані за 2001-2004 рр. (Збірка 10). – К., 2005. – 57 с.
30. Загальнодозиметрична паспортизація та результати ЛВЛ-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Узагальнені дані за 2005–2006 рр. (Збірка 11). – К., 2007. – 63с.
31. Загальнодозиметрична паспортизація та результати ЛВЛ-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Узагальнені дані за 2007 р. (Збірка 12). – К., 2008. – 62 с.
32. Загальнодозиметрична паспортизація та результати лвл-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Дані за 2008 р. Збірка 13. МНС України, 2009.
33. Радіологічний стан територій, віднесених до зон радіоактивного забруднення (у розрізі районів). – К.: МНС України, 2008.- 49 с.
34. Закон України «Про віднесення деяких населених пунктів Волинської та Рівненської областей до зони гарантованого добровільного відселення».– Відомості Верховної Ради України від 19.03.2004.– 2004.– № 12.– Ст. 161.
35. Экологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС и их преодоление: двадцатилетний опыт. Доклад экспертной группы «Экология» Чернобыльского форума. – Вена : МАГАТЭ, 2006. – 193с.
36. Медицинские последствия Чернобыльской аварии и специальные программы здравоохранения. Доклад экспертной группы «Здоровье» Чернобыльского форума ООН. – Женева : ВОЗ, 2006. – 190с.
37. Наследие Чернобыля: медицинские, экологические и социально-экономические последствия и рекомендации правительствам Беларуси, Российской Федерации и Украины. Чернобыльский Форум: 2003–2005. Второе, исправленное издание. – Вена : МАГАТЭ, 2006. – 58с.
38. Публикация 103 Международной Комиссии по радиационной защите (МКРЗ). Пер с англ. /Под общей ред. М.Ф. Киселёва и Н.К.Шандалы. – М. : Изд. ООО ПКФ «Алана», 2009. – 344с.
39. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 3 червня 2009 р. № 594-р «Про схвалення Стратегії упорядкування системи надання пільг окремим категоріям громадян до 2012 року»
40. Про Загальнодержавну програму подолання наслідків Чорнобильської катастрофи на 2006–2010 роки / Закон України від 14 березня 2006 р. № 3522-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2006. – № 34. – ст. 290.
41. Комплексная программа научной поддержки работ в зоне отчуждения и зоне безусловного (обязательного) отселения на период до 2010 года, / [http://www.tesec-int.org/chernobyl/Complex\\_r.htm/](http://www.tesec-int.org/chernobyl/Complex_r.htm/)
42. Сессия Генеральной Ассамблеи ООН, резолюция «Укрепление международного сотрудничества и координация усилий в деле изучения, смягчения и минимизации последствий чернобыльской катастрофы» 10 февраля 2004 года/ [http://chernobyl.undp.org/english/docs/a\\_res\\_58\\_119\\_r.pdf](http://chernobyl.undp.org/english/docs/a_res_58_119_r.pdf)
43. «Радіологічний стан територій, віднесених до зон радіоактивного забруднення (у розрізі районів)», ред. Холоша В.І. /[http://www.mns.gov.ua/UserFiles/File/2009/table\\_1.pdf](http://www.mns.gov.ua/UserFiles/File/2009/table_1.pdf)
44. <http://chernobyl.info/index.php?userhash=&navID=182&IID=3>
45. «20-я годовщина украинско-кубинской Программы по реабилитации и лечению детей, пострадавших вследствие Чернобыльской трагедии», <http://www.cons-ukr.ru/ru/page/20-ya-godovshchina-ukrainsko-kubinskoj-programmu-po-reabilitatsii-i-leche>
46. Национальный доклад Украины « 20 лет Чернобыльской катастрофы: взгляд в будущее», [http://www.mns.gov.ua/chornobyl/20\\_year/03/n\\_report\\_ru.pdf](http://www.mns.gov.ua/chornobyl/20_year/03/n_report_ru.pdf) /<http://www.seu.ru/programs/atomsafe/books/gumposl/gumposl.htm>.
47. «25 лет после Чернобыля – путь к трансграничной культуре»/ памяти»/[http://www.charityfound.org/stat\\_i/after\\_chernobyl](http://www.charityfound.org/stat_i/after_chernobyl).
48. «Гуманитарные последствия аварии на Чернобыльской АЭС, стратегия реабилитации» – отчет по заказу ПРООН и ЮНИСЕФ при поддержке УКГД ООН и ВОЗ, Нью-Йорк-Минск-Киев-Москва, 6 февраля 2002 года, <http://www.un.org/russian/ha/chernobyl/report/chemrep.pdf>.

49. «План действий ООН по Чернобылю до 2016 года» / Проект презентации для Межведомственной рабочей группы ООН по Чернобылю/ <http://www.un.org/russian/ha/chernobyl/plan.html>.
50. Осколков Б.Я. Носовский А.В. «Екологічні аспекти виведення з експлуатації Чорнобильської АЕС «Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. № 16, Чорнобильінтерінформ, 2000, /<http://www.chornobyl.net/ru/index.php?newsid=1181549515>.
51. «Общины помогают себе сами» – Йосио Мацуки, бюллетень МАГАТЭ 50-2, май 2009г., [http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull502/Russian/50202794952\\_ru.pdf](http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull502/Russian/50202794952_ru.pdf).
52. Доклад Генерального секретаря «Оптимизация международных усилий в деле изучения, смягчения и минимизации последствий чернобыльской катастрофы», А/60/443 24 октября 2005 года/ <http://chernobyl.undp.org/russian/ch3.html>.
53. План действий Украина-ЕС./СВРОПЕЙСЬКА ПОЛІТИКА СУСІДСТВА (Документ Microsoft Word, 245 КБ)/ [http://ec.europa.eu/delegations/ukraine/documents/virtual\\_library/19\\_action\\_plan\\_uk.pdf](http://ec.europa.eu/delegations/ukraine/documents/virtual_library/19_action_plan_uk.pdf).
54. Міжнародні проекти з питань подолання наслідків Чорнобильської катастрофи/ [http://www.mns.gov.ua/content/chornobyl\\_international.html?PrintVersion](http://www.mns.gov.ua/content/chornobyl_international.html?PrintVersion).

## Раздел 8

1. Про Загальнодержавну програму подолання наслідків Чорнобильської катастрофи на 2006-2010 роки / Закон України від 14 березня 2006 р. № 3522-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2006. – № 34. – ст. 290.
2. Комплексная программа научной поддержки работ в зоне отчуждения и зоне безусловного (обязательного) отселения на период до 2010 года, / [http://www.tesec-int.org/chernobyl/Complex\\_r.htm/](http://www.tesec-int.org/chernobyl/Complex_r.htm/)
3. 58 Сессия Генеральной Ассамблеи ООН, резолюция «Укрепление международного сотрудничества и координация усилий в деле изучения, смягчения и минимизации последствий чернобыльской катастрофы» 10 февраля 2004 года/ [http://chernobyl.undp.org/english/docs/a\\_res\\_58\\_119\\_r.pdf](http://chernobyl.undp.org/english/docs/a_res_58_119_r.pdf)
4. «Радіологічний стан територій, віднесених до зон радіоактивного забруднення (у розрізі районів)», ред. Холоша В.І. /[http://www.mns.gov.ua/UserFiles/File/2009/table\\_1.pdf](http://www.mns.gov.ua/UserFiles/File/2009/table_1.pdf)
5. <http://chernobyl.info/index.php?userhash=&navID=182&IID=3>
6. «20-я годовщина украинско-кубинской Программы по реабилитации и лечению детей, пострадавших вследствие Чернобыльской трагедии», <http://www.cons-ukr.ru/ru/page/20-ya-godovshchina-ukrainsko-kubinskoj-programmy-po-reabilitatsii-i-leche>
7. Национальный доклад Украины « 20 лет Чернобыльской катастрофы: взгляд в будущее», [http://www.mns.gov.ua/chornobyl/20\\_year/03/n\\_report\\_ru.pdf](http://www.mns.gov.ua/chornobyl/20_year/03/n_report_ru.pdf) /[http://www.seu.ru/ programs/atomsafe/books/gumposl/gumposl.htm](http://www.seu.ru/programs/atomsafe/books/gumposl/gumposl.htm).
8. «25 лет после Чернобыля – путь к трансграничной культуре»/ памяти/ [http://www.charityfound.org/stat\\_i/after\\_chernobyl](http://www.charityfound.org/stat_i/after_chernobyl).
9. «Гуманитарные последствия аварии на Чернобыльской АЭС, стратегия реабилитации» – отчет по заказу ПРООН и ЮНИСЕФ при поддержке УКГД ООН и ВОЗ, Нью-Йорк-Минск-Киев-Москва, 6 февраля 2002 года, <http://www.un.org/russian/ha/chernobyl/report/chemrep.pdf>.
10. «План действий ООН по Чернобылю до 2016 года» / Проект презентации для Межведомственной рабочей группы ООН по Чернобылю/ <http://www.un.org/russian/ha/chernobyl/plan.html>.
11. Осколков Б.Я. Носовский А.В. «Екологічні аспекти виведення з експлуатації Чорнобильської АЕС «Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. № 16, Чорнобильінтерінформ, 2000, /<http://www.chornobyl.net/ru/index.php?newsid=1181549515>.
12. «Общины помогают себе сами» – Йосио Мацуки, бюллетень МАГАТЭ 50-2, май 2009г., [http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull502/Russian/50202794952\\_ru.pdf](http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull502/Russian/50202794952_ru.pdf).
13. Доклад Генерального секретаря «Оптимизация международных усилий в деле изучения, смягчения и минимизации последствий чернобыльской катастрофы», А/60/443 24 октября 2005 года/ <http://chernobyl.undp.org/russian/ch3.html>.
14. План действий Украина-ЕС./СВРОПЕЙСЬКА ПОЛІТИКА СУСІДСТВА (Документ Microsoft Word, 245 КБ)/ [http://ec.europa.eu/delegations/ukraine/documents/virtual\\_library/19\\_action\\_plan\\_uk.pdf](http://ec.europa.eu/delegations/ukraine/documents/virtual_library/19_action_plan_uk.pdf).
15. Міжнародні проекти з питань подолання наслідків Чорнобильської катастрофи/ [http://www.mns.gov.ua/content/chornobyl\\_international.html?PrintVersion](http://www.mns.gov.ua/content/chornobyl_international.html?PrintVersion)

Національна доповідь підбиває підсумки роботи з подолання наслідків Чорнобильської катастрофи за 25 років, а також містить рекомендації та висновки щодо безпеки ядерної енергетики на майбутнє.

Офіційне видання

## **«Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього»**

Національна доповідь України

(рос. мовою)

Видавець та виготівник “Видавництво КІМ”  
Свідоцтво про внесення до державного реєстру суб’єктів  
видавничої справи серії ДК № 2888 від 3.07.2007 р.  
03680, м. Київ, вул. Кржижанівського, 3  
ОКТБ – корп. 5, оф. 140. Тел.: (044) 502-41-23.

Формат 60x84/16. Ум.-друк. арк. 26,87. Тираж 200 пр. Зам. № 092-11.