

УДК 614.8.001.18

ISSN 1812-5220

© Проблемы анализа риска, 2016

Научные проблемы, решаемые в ходе преодоления последствий чернобыльской катастрофы

В.П. Малышев,

Центр стратегических
исследований гражданской
защиты МЧС России,
г. Москва

Аннотация

В статье сделана попытка на основе обобщения литературных данных и собственных работ по изучению опыта преодоления тяжелых последствий чернобыльской катастрофы определить те научные проблемы, которые решались в ходе ликвидации последствий аварии, последующей экологической реабилитации территорий и социальной поддержки пострадавшего населения. Показано, что масштабность проблем преодоления последствий аварии на Чернобыльской АЭС потребовала решения многих исключительно сложных задач, затрагивающих практически все сферы общественной жизни, многие аспекты науки, морали и права. Человечество впервые столкнулось со столь масштабной радиационной аварией, и наша страна не могла быть готова к ликвидации чрезвычайной ситуации подобного масштаба. Однако в этой экстремальной обстановке было налажено достаточно эффективное научное обеспечение работ, что позволило оперативно осуществить все необходимые мероприятия по защите населения, локализовать основные источники радиоактивного загрязнения и в последующем нормализовать радиационную обстановку на атомной станции. Опыт научного сопровождения работ по ликвидации последствий аварии способствовал созданию в нашей стране государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и ускорил прогресс в развитии методов и средств радиационной защиты населения.

Ключевые слова: радиационная авария, медико-дозиметрический мониторинг, экологическая реабилитация, социально-экономическая поддержка населения и территорий, правовые нормы радиационной безопасности, единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, достижения в области радиационной защиты населения.

Содержание

Введение

1. Проблемы прогнозирования динамики изменения радиоактивного загрязнения природных сред
2. Проблемы медико-демографического характера
3. Социально-экономические проблемы
4. Нормативно-правовые проблемы обеспечения радиационной безопасности
5. Научно-технические проблемы в области совершенствования методов и средств радиационной защиты населения

Заключение

Литература

Введение

Авария на Чернобыльской АЭС по совокупности последствий является самой крупной техногенной катастрофой в истории человечества. Она затронула судьбы миллионов людей, проживающих на огромных территориях не только бывшего Советского Союза, но и Европы. Общее количество радиоактивности в 100 раз превышало аналогичные показатели после взрыва двух атомных бомб, сброшенных на Хиросиму и Нагасаки. Суммарный выброс радиоактивных веществ в атмосферу составил около $1,5 \times 10^{19}$ Бк, в результате которого общая площадь радиоактивно загрязненных территорий достигла 200 тыс. км² [1]. В 1986 г. на данных территориях проживало свыше 18 млн человек, в том числе 3 млн детей. По существу, в центральной части Европы образовалась территория общей площадью около 150 000 км², которая до сих пор остается загрязненной опасными изотопами цезия-137 и стронция-90, имеющими большой период полураспада и представляющими угрозу для окружающей среды региона в течение многих, многих лет. Преодоление последствий чернобыльской катастрофы потребовало решения целого ряда научных проблем в целях обеспечения условий безопасной жизнедеятельности населения и ведения хозяйственной деятельности на территориях, подвергшихся воздействию радиации.

1. Проблемы прогнозирования динамики изменения радиоактивного загрязнения природных сред

В результате взрыва и последующего пожара на 4-м энергоблоке Чернобыльской АЭС с 26 апреля по 10 мая 1986 г. из разрушенного реактора было выброшено примерно 7,5 т ядерного топлива и продуктов деления с суммарной активностью около 50 млн Ки. Авария привела к выбросу из разрушенного реактора в атмосферу значительного количества главным образом летучих радиоактивных веществ, которые разносились воздушными потоками на сотни и тысячи километров, приводя к радиоактивному загрязнению территорий, оказывая негативное воздействие на окружающую среду и здоровье проживающего на них населения.

Одной из главных особенностей аварии являлось то, что из активной зоны реактора ЧАЭС было

выброшено примерно 45 различных радиоизотопов с суммарной активностью до 50 млн Ки. В отличие от ядерного взрыва и других радиационных аварий данная катастрофа сопровождалась не только мгновенным выбросом радиоактивных веществ, но и последующим длительным поступлением радионуклидов в атмосферу за счет горения графита в активной зоне реактора. Больше всего повлияли на радиационную обстановку йод-131 (в краткосрочном плане), цезий-137, стронций-90, плутоний-239, -240 (в долгосрочном плане), а также другие высокоактивные частицы топлива, так называемые горячие, которые образовались в результате возгонки ядерного горючего, в первую очередь цезия, стронция и рутения. Главная опасность этих частиц — их высокая активность. Если активность обычного радиоактивного аэрозоля не превышала 10^{-14} Ки, то активность горячих частиц была на 8—10 порядков выше. По этой причине концентрация радиоактивных веществ в облаке в первые дни катастрофы на территории ЧАЭС могла составить 10^{-7} — 10^{-8} Ки/л. Ингаляционный путь воздействия радионуклидов в начальный период ликвидации катастрофы представлял первостепенную опасность, так как, во-первых, в воздухе находились аэрозольные частицы с высокой активностью, во-вторых, оседая при вдыхании воздуха в легких человека, они были способны интенсивно облучать прилегающие ткани, вызывая локальные дозовые нагрузки, равные сотням зивертов. По химическому составу «горячие» частицы представляли собой оксиды и карбиды редкоземельных радиоактивных металлов, которые, обладая столь высокой активностью, плохо растворялись в воде и практически не смывались при обработке дезактивирующими растворами.

Обобщенные данные по особенностям радиоактивного загрязнения в районе Чернобыльской АЭС представлены в табл. 1.

Радиоактивному загрязнению после аварии в России подверглись 2955 тыс. га сельхозугодий, в том числе 171 тыс. га с плотностью 15 Ки/км² и выше. Около 30 тыс. га с уровнями загрязнений, превышающих 40 Ки/км², были полностью выведены из хозяйственного использования, а население, проживающее в этой зоне, было отселено.

Особенности радиоактивного загрязнения обусловили различный характер динамики изме-

Особенности радиоактивного загрязнения в районе ЧАЭС

Таблица 1

Параметр	Особенности радиоактивного фактора
Источник первичного загрязнения	Наряду с мгновенным выбросом длительное неравномерное поступление радионуклидов в атмосферу за счет горения графита
Источник вторичного загрязнения	Сильно зараженные местность, водоемы, здания, сооружения, оборудование, транспорт и другая техника; личные вещи населения, оказавшегося в зоне заражения
Загрязняющие агенты	45 различных радиоизотопов, содержащих альфа-, бета- и гамма-излучатели с широким спектром энергетических характеристик. Основными из них являются короткоживущий гамма-излучатель йод-131, долгоживущие — цезий-137 (гамма-излучатель), стронций-90 (бета-излучатель), плутоний-239 (альфа-излучатель)
Фазовый состав радиоактивных выбросов	Радиоактивные газы, пары и тонкодисперсные аэрозоли, крупные частицы, элементы конструкций
Химический состав радиоактивных выбросов	Карбиды и оксиды редкоземельных металлов, молекулярный йод и его соединения
Специфика радиоактивного заражения	Высокое содержание горячих частиц топливного происхождения с высокой степенью активности
Характер радиоактивного излучения	Объемное излучение радиоактивного облака, особенно в первые месяцы после аварии, когда концентрации могли составить 10^{-3} — 10^{-4} Ки/м ³ , что представляло высокую опасность ингаляционного поражения. В период прохождения радиоактивного облака скачкообразное увеличение концентрации радиоактивных аэрозолей (до 2–3 порядков) с последующим их быстрым спадом. Площадное излучение радиоактивно загрязненной местности
Динамика распространения загрязнений	Вторичный перенос в целом невелик. Переход в водную фазу не более 1—2%, вертикальный переход на глубину до 5 см, ветровой перенос незначителен

нения радиоактивного загрязнения природных сред. Наибольшему радиоактивному загрязнению подверглись лесные массивы, так как они сыграли роль фильтров радиоактивных аэрозолей на поверхности земного ландшафта. К сожалению, самоочищение лесов происходит только за счет радиоактивного распада основного долгоживущего радионуклида цезия-137. Это обусловлено тем, что основная масса радионуклидов оседала на кронах деревьев. Осенью вместе с опавшими листьями радионуклиды уходили в почву, а затем за счет корневого поступления повторно загрязняли лесные массивы. В связи с этим на площади более чем 59 тыс. га лесов прекращена хозяйственная деятельность. Уход за лесом по специальной технологии проведен на 415 тыс. га, мероприятия по охране лесов от пожаров — на 1,4 млн га, спецмероприятия по защите лесов от вредителей и болезней — на 865 тыс. га. Сохраняется необходимость проведения постоянного радиационного мониторинга лесной продукции. К настоящему времени

общая площадь загрязненных лесов составляет 1 млн га. Наибольшее загрязнение лесного фонда наблюдается в Брянской (2285 тыс. га), Калужской (159 тыс. га), Тульской (107,6 тыс. га) и Орловской (93 тыс. га) областях, что составляет более 30% общей площади лесного фонда этих областей. Соблюдение принятых технологических условий и ограничений при заготовке позволяет в целом обеспечить нормативное содержание радионуклидов в пиломатериалах. В древесных ресурсах превышение нормативов начинает наблюдаться на территориях с плотностью загрязнения цезием-137 свыше 5 Ки/км². На этих же площадях загрязнение пищевых продуктов леса, как правило, выше нормативного уровня.

По оценкам специалистов, загрязнение леса продолжает нарастать за счет корневого поступления. По прогнозам, в ближайшие 10 лет надземная фитомасса 30-летних сосняков накопит 10% от общего запаса цезия, а затем начнет очищаться с периодом полувыведения около 30 лет.

На степных и иных равнинных участках местности из-за того, что выброс радионуклидов происходил более 10 суток при меняющихся метеоусловиях, зона основного загрязнения имеет веерный, пятнистый характер. На увеличение радиоактивного загрязнения местности существенное влияние оказывало выпадение дождевых осадков в период прохождения аэрозольных облаков радионуклидов. Именно поэтому наиболее сильному загрязнению подверглись территории Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей.

Многолетние наблюдения за сельхозугодиями показывают, что изменение уровней загрязнения территорий происходит под влиянием следующих основных факторов:

- естественного распада радионуклидов;
- заглупления радионуклидов под действием природно-климатических процессов;
- перераспределения радионуклидов в почвенном слое за счет антропогенного воздействия.

При этом отсутствует измеряемый перенос радионуклидов между ландшафтными комплексами. В настоящее время темпы снижения уровней радиоактивного загрязнения почв стабилизировались и составляют не более 3—5% в год.

Наименьшие уровни загрязнений наблюдаются на акваториях рек и водоемов. Это обусловлено процессами диспергирования радионуклидов в водной среде. Водорастворимая фракция радионуклидов распределяется во всей толще воды и во всех случаях не превышает допустимых значений. Нерастворимая фракция, которая тяжелее воды, оседает и сорбируется донными отложениями. Нерастворимая фракция, которая легче воды, в течение месяца поглощается в почвенном слое вдоль берегов рек и водоемов. Загрязнение воды и донных отложений практически во всех реках и водоемах не представляет опасности для водопользования. Исключения составляют несколько озер, в том числе озеро Кожановское (запасы цезия-137 около 100 Ки при площади зеркала 6,5 км²). Содержание цезия-137 в образцах рыбы из данного водоема многократно превосходит допустимые уровни.

Последствия облучения для растительного и животного мира были наиболее заметными в зонах отчуждения (уровни загрязнения свыше 40 Ки/км²). При высоких дозах облучения наблюдался повы-

шенный уровень гибели деревьев хвойных пород, обитающих в почве млекопитающих и беспозвоночных животных, снизилась также репродуктивная функция у растений и животных. Вместе с тем с течением времени процессы естественного распада радионуклидов и заглупление их в почву позволили живым организмам оправиться от тяжелых радиационных последствий. В настоящее время произошло восстановление жизнеспособности биоты в зоне отчуждения. Более того, в условиях отсутствия активной хозяйственной деятельности в этих зонах численность популяций многих видов животных и растений выросла.

В целом следует отметить, что благодаря естественным процессам распада и миграции радионуклидов в почву и выполненным работам произошло существенное улучшение радиационной обстановки на всех территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению. На слабозагрязненных землях Белгородской, Воронежской, Курской, Липецкой, Ленинградской, Пензенской, Рязанской, Тамбовской, Ульяновской областей и Республики Мордовия радиационная обстановка полностью нормализовалась. Дальнейшее улучшение радиационной обстановки будет протекать крайне медленно с учетом длительности периода полураспада цезия-137.

2. Проблемы медико-демографического характера

Самым существенным последствием чернобыльской аварии являлось то, что значительное количество населения европейской части бывшего СССР (по различным оценкам, от 12 до 15 млн человек) получили значительные дозы облучения. При этом наряду с внешним облучением, обусловленным радиационным загрязнением территории, существенный вклад в дозовые нагрузки вносило внутреннее облучение человека за счет вдыхания загрязненного воздуха и потребления зараженных продуктов питания и воды. Ингаляционный путь воздействия в районе аварии на начальном периоде ликвидации ее последствий представлял первостепенную опасность, так как в воздухе находились высокоактивные топливные частицы, которые, попадая в легкие человека, могли вызвать значительные радиационные повреждения на клеточном уровне.

Исследования по оценке демографических последствий базируются в основном на статистике общей смертности и заболеваемости. На результаты данных исследований существенное влияние оказал системный социально-экономический кризис, который охватил все страны бывшего Советского Союза после его распада. Резкое падение жизненного уровня, снижение качества и доступности медицинской помощи привели к уменьшению средней продолжительности жизни населения. На фоне этих процессов крайне трудно выявить влияние радиационного фактора и подтвердить достоверность прогнозных оценок о дополнительной смертности от раковых заболеваний на уровне 1 млн случаев за 70 лет после аварии.

Государственные органы Российской Федерации основное внимание обратили на здоровье участников ликвидации последствий чернобыльской аварии и населения, проживающего на загрязненных территориях Брянской, Калужской, Тульской, Орловской и некоторых других областей. С этой целью осуществляется специализированное медицинское наблюдение в рамках Российского государственного медико-дозиметрического регистра, в банке данных которого находится информация на 550 тыс. человек, из них около 200 тыс. — ликвидаторы и свыше 300 тыс. — проживающие на наиболее загрязненных территориях.

Деятельность Регистра [3] позволила установить повышенный уровень заболеваемости среди ликвидаторов по сравнению с аналогичными показателями контрольной группы. Особенно велики показатели заболеваемости эндокринной системы — в 10 раз и болезней системы кровообращения — в 4 раза. Согласно современным научным данным при дозах от 100 до 200 мЗв, которые характерны для ликвидаторов, участвовавших в работах в 1986—1987 гг., воздействие радиации на иммунную систему организма вызывает клинические эффекты, связанные с кровообращением и функционированием эндокринной системы. При этом отмечается тенденция к повышению заболеваемости в наиболее молодой группе ликвидаторов, возраст которых на момент аварии составлял 20—25 лет.

Оценка онкологической смертности ликвидаторов показала, что группу наибольшего риска составляют участники ликвидации последствий

аварии 1986—1987 гг., получившие высокие дозы облучения, в среднем от 100 до 200 мЗв. Для этой категории лиц вероятность преждевременной смерти через 20 лет после чернобыльской катастрофы превышает среднестатистические показатели от лейкозов на 25%, от остальных форм рака на 30%.

Среди населения, проживающего на загрязненных радионуклидами территориях, также отмечается устойчивая тенденция к росту заболеваемости злокачественными новообразованиями. Установлено, что величина показателей заболеваемости раком щитовидной железы среди населения Брянской, Тульской и Орловской областей по отношению к населению России в целом имеет статистически достоверный рост в 2—2,5 раза. При этом риск заболеваемости раком щитовидной железы среди детей (до 4 лет на момент облучения) в 6—10 раз превышает риск для взрослого населения [4].

Наиболее серьезным последствием чернобыльской аварии является ухудшение психического здоровья пострадавших, которое характерно как для ликвидаторов, так и для населения, проживающего на загрязненных территориях. Потеря экономической стабильности в обществе и ожидания неблагоприятных последствий для своего здоровья на фоне возможных временных ухудшений самочувствия привели к нарушению физического и эмоционального баланса человека. В связи с этим показатели нарушения психического здоровья у ликвидаторов в 5 раз выше, а среди населения загрязненных территорий — в 2 раза выше по сравнению с аналогичными показателями в целом по России.

В дальнейшем представляется целесообразным обеспечить длительное медицинское наблюдение за выявленными группами повышенного риска, к которым относятся ликвидаторы, участвовавшие в работах на ЧАЭС в 1986—1987 гг., и детское население загрязненных районов Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей. Мероприятия по медицинской реабилитации граждан, подвергшихся радиоактивному воздействию вследствие чернобыльской катастрофы, должны обеспечивать выявление скрытой патологии и заболеваний на ранней стадии, а также оказание своевременной профилактической и лечебной медицинской помощи.

3. Социально-экономические проблемы

Социально-экономические последствия чернобыльской аварии также беспрецедентны по своим масштабам. Для ее ликвидации потребовалась мобилизация значительных сил и средств Советского Союза. Только прямые затраты на ликвидацию последствий аварии на станции составили около 10 млрд советских рублей. Общие затраты на выплаты компенсаций и льгот пострадавшим и ликвидацию последствий катастрофы из средств союзного бюджета в период с 1986 по 1991 г. составили более 25 млрд рублей [1].

После распада Советского Союза финансирование мероприятий по преодолению последствий чернобыльской катастрофы осуществлялось в рамках федеральных целевых программ. В целом на реализацию данных программ было выделено около 250 млрд рублей (в ценах 2000 года) [4]. В настоящее время ежегодно на преодоление последствий аварии на Чернобыльской АЭС из средств федерального бюджета выделяется около 300 млн рублей и, кроме того, около 100 млн рублей выделяют бюджеты субъектов Российской Федерации [5]. Кроме того, ежегодно выделяется свыше 4 млрд рублей на выплату льгот и компенсаций ликвидаторам и населению, проживающему на загрязненных территориях.

Отчуждение земель, имеющих высокий уровень загрязнения (40 Ки/км^2 и более), привело к значительным экономическим потерям за счет вывода из хозяйственного оборота промышленных объектов, сельскохозяйственных и лесных угодий. Масштабное переселение населения с загрязненных территорий (свыше 25 тыс. чел.) и добровольный отток молодежи, квалифицированных рабочих и интеллигенции (около 50 тыс. чел.) способствовали ухудшению социально-экономической обстановки. Введение ряда запретительных и ограничительных мер в области ведения агропромышленного производства с целью снижения уровня загрязнения вырабатываемой продукции привело к ее удорожанию, неконкурентоспособности и, как следствие, к значительному сокращению производства. В целом для ряда территорий вести сельскохозяйственные работы в прежних объемах стало экономически нецелесообразно.

Следует отметить, что около 90% всех средств, выделяемых для реализации мероприятий по чернобыльским программам, расходовались и расходуются по двум основным разделам: «Охрана здоровья и медицинская реабилитация граждан, подвергшихся радиационному воздействию» (свыше 50% всего объема финансирования) и «Социально-экономическая реабилитация населения и территорий» (около 40% всего объема финансирования).

Реализация мероприятий по первому направлению деятельности позволила создать трехуровневую систему медицинского обеспечения населения. На первом уровне — сеть лечебно-профилактических учреждений районов, на втором уровне — реабилитационные центры, специализированные больницы и санатории субъектов Российской Федерации, и третий уровень — 25 ведущих клиник страны. Создан Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины МЧС России, оснащенный самым современным диагностическим оборудованием и способный оказывать помощь более чем 1500 больным в год. Функционируют четыре областных центра социально-психологической реабилитации.

В рамках второго направления деятельности финансовые средства расходуются на предоставление многочисленных льгот и компенсаций участникам работ по ликвидации на загрязненных территориях. Кроме этого, для переселения пострадавших выполнено большой объем жилищного строительства, в загрязненных районах построены новые объекты здравоохранения, социальной и производственной сферы. Для предприятий этих зон предоставлены экономические и налоговые льготы.

Масштабные денежные выплаты пострадавшим от аварии за счет средств федерального бюджета сыграли важную роль в поддержании жизненного уровня ликвидаторов и населения загрязненных территорий в условиях экономического кризиса. Вместе с тем анализ обоснованности произведенных затрат показал, что они слабо связаны с масштабами возможного ущерба. В мировой практике развитых стран мира выплаты льгот в первую очередь зависят от коллективной дозы облучения и составляют 10 тыс. долларов США в год для дозы 1 чел. Зв. В нашей стране затраты по этому показателю составляли 35 тыс. долларов США, что значи-

тельно превосходило экономические возможности государства в условиях становления рыночных отношений. Это вызвало необходимость корректировки части льгот и компенсаций, перехода от натуральных льгот к денежным выплатам. Принятие Государственной Думой в 2004 г. непопулярного Федерального закона № 122 при всех сложностях его реализации позволило сформировать более экономичную систему льгот и компенсаций, которая может быть обеспечена бюджетом государства в полном объеме.

4. Нормативно-правовые проблемы обеспечения радиационной безопасности

Следует отметить, что до аварии на Чернобыльской АЭС практически отсутствовали правовые нормы обеспечения радиационной безопасности населения. Единственный нормативный документ, существовавший в то время, — Нормы радиационной безопасности (НРБ-76) — устанавливал лишь дозовые ограничения и критерии принятия решений по защитным мероприятиям. Нормативное обеспечение проведения защитных и реабилитационных мероприятий осуществлялось путем издания специальных постановлений союзного и российского правительств.

В настоящее время правовое регулирование в области обеспечения радиационной безопасности населения обеспечивается следующими нормативными документами:

- Федеральным законом от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения»;
- Федеральным законом от 25.11.1996 № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии»;
- Нормами радиационной безопасности НРБ-99/2009, СанПиН 2.6.1.2523-09;
- Основными санитарными правилами обеспечения радиационной безопасности, ОСПОРБ-99/2010 СанПиН 2.6.1.2612-10.

Данные документы определяют правовые основы, основные принципы и нормы обеспечения радиационной безопасности населения, регламентируют требования по его защите от источников ионизирующего излучения. Опыт Чернобыля позволил уточнить допустимые пределы доз облучения для различных категорий населения с учетом

многофакторного воздействия радиации, пределов годового поступления, среднегодовые объемные и удельные активности, а также обосновать критерии для принятия решений по мерам защиты населения на начальном периоде аварийной ситуации, по отселению населения и по ограничению потребления пищевых продуктов на загрязненной территории.

Сформирована законодательная база для решения проблем по социальной защите населения, пострадавшего в результате радиационного воздействия. В 1991 г. был принят закон РСФСР «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС», в который были внесены существенные изменения и дополнения в 1995 и 2004 гг. Этот закон стал основой для принятия двух федеральных законов «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие аварии в 1957 году на производственном объединении “Маяк” и сбросов радиоактивных отходов в реку Теча» (1993 г.) и «О социальной защите граждан, подвергшихся радиационному воздействию вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне» (1995 г.).

5. Научно-технические проблемы в области совершенствования методов и средств радиационной защиты населения

Научно-технические проблемы, решаемые в ходе преодоления чернобыльской катастрофы, носили комплексный, междисциплинарный характер и требовали для своего решения привлечения широкого круга ученых и специалистов. Решение многих проблем ускорило прогресс в различных отраслях науки и техники. Исследование процессов радиоактивного загрязнения окружающей среды после чернобыльской аварии позволило достичь существенного прогресса в развитии методов радиационного мониторинга на базе применения современной техники и информационных технологий. Исследование закономерности миграции радионуклидов в природных средах позволяет составлять более достоверные прогнозы изменения радиационной обстановки.

Одной из самых сложных научных проблем являлось создание эффективных способов ликви-

дации радиационных загрязнений на территории атомной станции и в зоне аварии. Однако эффективность традиционных способов дезактивации, основанных на использовании водных процедур, оказалась низкой. Учитывая приведенные выше особенности радиоактивного загрязнения и возможность сорбции высокоактивных частиц различными материалами, в сжатые сроки был проведен широкий поиск различных рецептур и методов дезактивации. Общее руководство этими исследованиями осуществлял Герой Социалистического Труда, академик А.Д. Кунцевич. Практическую апробацию и рекомендации по дальнейшему использованию различных способов дезактивации осуществляла группа специалистов под руководством автора данной статьи, в рамках научно-технического сопровождения действий частей химических войск по ликвидации радиационных загрязнений в помещениях и на территории Чернобыльской атомной станции. Рекомендованные этой группой способы дезактивации, приведенные в табл. 2, позволили личному составу частей химических войск в кратчайшие сроки (в течение двух месяцев) удалить основные радиационные загрязнения на территории станции, что, в свою очередь, обеспечило развертывание работ по строительству укрытия для

разрушенного блока и ввод в эксплуатацию остальных трех энергоблоков. Наиболее успешно задачи по дезактивации территории атомной станции решали воины-химики специального мобильного отряда, который был заранее подготовлен офицерами службы радиационной безопасности под руководством контр-адмирала В.А. Владимирова для ликвидации последствий падения космических аппаратов с ядерными энергетическими установками.

Опыт ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС позволил также выявить следующие недостатки существующих средств защиты:

- средства дозиметрического контроля не позволяли достоверно измерять дозовые нагрузки по радиоактивному облучению, так как большинство из них имели порог чувствительности, начиная от 10 бэр и выше, что не удовлетворяло требованиям контроля доз облучения при радиационных авариях;
- индивидуальные средства защиты органов дыхания не обеспечивали защиты от паров радиоактивных веществ и в первую очередь от паров йода-137;
- малоэффективными оказались существующие технические средства дезактивации.

В целом проведение крупномасштабных работ по дезактивации населенных пунктов и территорий

Интегральные показатели наиболее эффективных способов дезактивации, используемых при ликвидации последствий Чернобыльской АЭС

Таблица 2

Объект дезактивации	Способ дезактивации	Коэффициент дезактивации
Высокозагрязненная местность	Снятие верхнего слоя грунта	10—100
Внутренние помещения АЭС	Обработка селективными комплексообразующими растворами	10—20
	Нанесение съемных полимерных покрытий	10—50
Грунтовые дороги	Грейдирование	10—100
Техника	Двухстадийный режим с использованием моющих растворов и водяного пара под давлением до 100 атм.	10—20
Прибрежная зона пруда охладителя станции	Предотвращение перехода радионуклидов в воду путем обработки сорбентами	10
Сельхозугодья, вблизи станции	Перепашка, внесение сорбентов, удобрений	3—5
Пылеобразующие участки местности	Локализация радионуклидов с применением полимерных рецептур и латексов	100

в 30-километровой зоне не привело к существенному снижению уровней радиации.

Необходимость выполнения значительного объема работ по радиационному контролю способствовала достижению прогресса и в этой области. Были созданы массовые (бытовые) радиометры, новые образцы дозиметров, достоверно регистрирующих малые дозы облучения, экспресс-анализаторы изотопного состава, новое поколение средств наземной и воздушной радиационной разведки с использованием геоинформационных технологий, улучшена картография результатов измерений. Получили дальнейшее развитие средства индивидуальной защиты, в первую очередь газопылезащитные респираторы, специальная защитная одежда от радиоактивных веществ, костюмы с автономным жизнеобеспечением, новое поколение медицинских средств радиационной защиты.

Особое развитие после чернобыльской аварии получили технологии и средства дезактивации. В Чернобыле впервые были апробированы различные робототехнические устройства для работы в особо опасных условиях.

Для ведения агропромышленного производства на загрязненных территориях были разработаны рекомендации, внедрение которых позволило снизить дозы внутреннего облучения для населения, проживающего на загрязненных территориях, не менее чем на 30—40%. Разработанная рациональная система лесопользования на загрязненных территориях предусматривает, с одной стороны, сохранение биоразнообразия и экологических функций лесов, а с другой стороны — активное ведение лесного хозяйства с получением радиационно безопасной древесины.

Наблюдения за состоянием здоровья сотен тысяч лиц, подвергшихся облучению, позволили выявить многие основные закономерности влияния малых доз на организм человека. Используемые в настоящее время дозовые критерии и санитарно-гигиенические нормативы по радиационной защите получены на основе этих исследований.

Заключение

Прошедшие годы, безусловно, оказывают влияние на восприятие тех или иных последствий чернобыльской аварии. Но остаются трагедии преж-

девременного ухода из жизни людей, подвергшихся радиоактивному облучению, трагедии потерянного здоровья у ликвидаторов этой аварии и детей, на которых также отразились последствия облучения. Остается горечь воспоминаний об утерянной малой Родине у многих переселенцев. Масштабы экологических и экономических последствий чернобыльской катастрофы значительно превосходили урон, нанесенный ядерными бомбардировками Хиросимы и Нагасаки. В этих городах в настоящее время полностью восстановлены безопасные условия проживания, в то время как значительная часть территории вокруг Чернобыльской АЭС на долгие годы выведена из хозяйственного использования. Работы по преодолению последствий этой аварии планируются продолжить в рамках государственной программы Российской Федерации «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций».

Подводя итоги деятельности по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, следует признать, что наиболее успешными были следующие этапы:

- локализация источников горения на крыше машинного зала атомной станции;
- организация массовой эвакуации жителей г. Припяти и других населенных пунктов из 30-километровой зоны;
- тампонирующее разрушение реактора с воздуха набором веществ, обеспечивающих снижение температуры активной зоны реактора;
- ликвидация радиационных загрязнений на территории атомной станции;
- строительство саркофага для укрытия разрушенного четвертого блока атомной станции;
- социальная поддержка пострадавших в результате аварии.

Малорезультативными оказались крупномасштабные работы по дезактивации населенных пунктов и территорий в 30-километровой зоне, которые не привели к существенному снижению уровней радиации. Не следовало проводить работы по пылеподавлению местности и строительству плотин на реке Припять и ее притоках, так как отсутствовал измеряемый перенос радионуклидов между ландшафтными комплексами.

Грозным предупреждением необходимости учета всех возможных факторов, способствующих воз-

никновению и развитию тяжелых радиационных катастроф, стала авария на японской атомной станции «Фукусима». Ошибка проектировщиков, не предусмотревших резервных источников энергоснабжения, необходимых для устойчивого функционирования систем охлаждения реакторов, вызвала их разрушение и привела к масштабной аварии. В то же время следует признать, что японские специалисты при организации работ учитывали опыт ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС. Была организована экстренная эвакуация населения из зон заражения. Работы по ликвидации аварии проводились только на территории станции. К участию в работах привлекался ограниченный контингент ликвидаторов: на начальном этапе аварии всего 180 пожарных-добровольцев. Несмотря на протесты мирового экологического сообщества избыток воды, загрязненной радионуклидами, сбрасывался в океан, что не привело к загрязнению окружающей среды из-за способности водоемов к быстрому самоочищению, которое было выявлено в ходе ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС.

Масштабные климатические аномалии последних лет свидетельствуют о необходимости развертывания работ по повышению устойчивости базовых отраслей экономики и в первую очередь энергетического сектора. В настоящее время усилия специалистов, работающих в этой области, необходимо сосредоточить на создании научно достоверных технологий оценки риска возникновения крупномасштабных чрезвычайных ситуаций, учитывающих климатические аномалии и появление новых угроз и опасностей, а также на разработке рациональных способов повышения устойчивости базовых отраслей экономики, стратегически и критически важных объектов.

Литература

1. Чернобыль: пять трудных лет. Сборник материалов о работах по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. М., ИЗДАТ, 1992.
2. Малышев В.П. Работы ученых химических войск в начальном периоде ликвидации последствий катастрофы. Монография «Москва — Чернобылю». М.: Воениздат, 1998.
3. Иванов В.К., Цыб А.Б. Медицинские последствия аварии на ЧАЭС для ликвидаторов и населения загрязненных радионуклидами территорий России: Прогноз и фактические данные национального регистра. Глава книги «Чернобыль: 15 лет спустя». М.: Контакт-культура, 2001.
4. Герасимова Н.В., Блинов Б.К., Зиборов А.М. Защита населения и реабилитация территорий, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС. Глава книги «Чернобыль: 15 лет спустя», М.: Контакт-культура, 2001.
5. Израэль Ю.А., Ильин Л.А., Владимиров В.А. и др. Чернобыль: 25 лет спустя. М.: МЧС России, 2011.

Сведения об авторе

Малышев Владлен Платонович: доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, руководитель научного направления Центра стратегических исследований гражданской защиты МЧС России

Количество публикаций: 330

Область научных интересов: проблемы радиационной, химической и биологической безопасности

Контактная информация:

Адрес: г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7

Тел.: +7 (495) 449-99-52

E-mail: csi430@yandex.ru