

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

РАДИОНУКЛИДЫ В ПРОСТРАНСТВЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РОССИИ: СИСТЕМНЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ

В. В. Довгуша, д. мед. н.

М. Н. Тихонов, НИИ промышленной и морской медицины Минздрава РФ

Рассмотрены различные аспекты актуальнейшей радиоэкологической проблемы в самом насыщенном в мире ядерными и радиационно опасными объектами Северо-Западном регионе России (СЗР).

Радиационная опасность. Территория СЗР России характеризуется сложной радиационной обстановкой, связанной с наличием и функционированием ядерно- и радиационно опасных предприятий и объектов, а также последствиями их эксплуатации и имевшими место авариями.

Исторически сложилось так, что в СЗР сосредоточены самые разнообразные предприятия – источники повышенной радиационной опасности. К их числу относятся:

- исследовательские и опытные ядерные реакторы и ЯЭУ, находящиеся в научно-исследовательских центрах и институтах;
- опытные и полупромышленные установки, на которых производится радионуклидная продукция, а также изделия на их основе;
- судостроительные и судоремонтные предприятия, осуществляющие строительство, ремонт, модернизацию и утилизацию объектов атомного флота;
- корабли и суда с ядерными энергетическими установками и объекты их жизнеобеспечения и базирования;
- народно-хозяйственные радиационно опасные объекты, использующие в своей деятельности радиоактивные вещества и изделия на их основе.

СЗР перенасыщен объектами, представляющими радиационную опасность. Здесь размещены 2 АЭС (Кольская и Ленинградская), а также 2 АЭС соседствуют с регионом (Игналинская в Литве и Тверская в г. Удомля Тверской области). В акватории Балтики работает 12 шведских энергоблоков, 4 финских и пакет блоков Германии. Создаются, базируются и ремонтируются атомные надводные и подводные корабли гражданского и ВМФ. В районах расположения АЭС действуют промышленные накопители и региональные хранилища радиоактивных отходов (РАО). Свыше 3 тыс. предприятий используют радиоизотопные приборы и устройства. В регионе обнаружены значительные запасы урано-ториевых минералов с боль-

шой вероятностью радоноопасности. Регион оказался в зоне Чернобыльского радиоактивного следа, который захватил западную и юго-западную части СЗР.

Радиационная обстановка в СЗР складывается из природного радиационного фона и техногенного радиационного загрязнения (ТРЗ). В целом радиационная обстановка находится в постоянной динамике, что связано как с физикой процесса радиационного распада и с физико-химическими процессами в окружающей среде (ОС), так и со случайным характером радионуклидов за счет техногенных и искусственных источников.

Природные факторы радиационного риска. Природный радиационный фон (ПРФ) обусловлен космическими излучениями и излучением естественных радионуклидов – ЕРН (в основном ^{40}K и радиоактивные ряды ^{238}U и ^{232}Th). Природные источники ионизирующего излучения (ИИИ) создают около 70% суммарной дозы, получаемой человеком от всех ИИИ. Материалов, не содержащих радионуклидов, в природе не существует. Внешнее облучение населения на территории Санкт-Петербурга (с учетом космического излучения) обуславливает дозу, получаемую населением, на уровне 0,6–1,0 мЗв/год.

Опасность, связанную с ПРФ, можно оценить исходя из того, что по современным представлениям доза 1 мЗв увеличивает риск заболевания с фатальным исходом на $6,3 \cdot 10^{-5}$. Согласно оценкам научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР), в настоящее время эффективная эквивалентная доза за год от естественных ИИИ составляет около 2,4 мЗв на человека. Доза 2,4 мЗв/год увеличивает риск на $1,4 \cdot 10^{-4}$ в год или на 0,01 за 70 лет. Это означает, что в среднем один из ста человек преждевременно умирает от рака и тяжелых наследуемых эффектов, вызванных ПРФ.

Радоновая проблема. Больше половины «природной» дозы в облучение населения вносят радон и продукты его распада в воздухе помещений. По данным комиссии ООН, около 20% всех раков легкого обусловлены радоном и его дочерними продуктами распада.

Площади с наибольшей вероятностью радоноопасности пространственно привязаны к гранитам Выборгского массива и Кольского полуострова, приглинтовой части горизонта диктионемовых сланцев с повышенными содержаниями природного урана и выходов бокситов Ленинградской, Псковской и Новгородской областей.

В южных районах Санкт-Петербурга выходят на поверхность или располагаются в непосредственной близости от земной поверхности диктионемовые сланцы – горные породы с содержанием урана выше фонового в 10–100 раз. Этот геологический комплекс определяет повышенную степень радоноопасности территории Красносельского и Пушкинского районов.

В весенне-летний период 1997 г. (март–июнь). НИИ ПММ было обследовано 99 детских садов и школ в районах Ленинградской области. Повышенные уровни объемной активности радона (ОАР) зарегистрированы в 63% обследованных детских учреждений при средней эффективной инди-

видуальной дозе 10 мЗв/год. Наиболее высокие уровни ОАР обнаружены в городах Выборг и Бокситогорск. Анализ результатов измерений поступления радона в различные помещения показал, что налицо два основных источника радона: почва под зданием и используемая подземная вода (обогащенная радием) в городах Гатчина и Волхов.

Техногенные радиоактивные загрязнения. На территории СЗР техногенные радиоактивные загрязнения в основном обусловлены действием следующих антропогенных факторов: использование строительного сырья горных пород с повышенным содержанием радионуклидов; сжигание органического топлива; перераспределение урана и продуктов его распада из дикинонемовых сланцев в ходе деятельности производственных предприятий; загрязнение продуктами распада радия искусственных водных коммуникаций при использовании вод из гдовского водоносного горизонта; транзит радиационных грузов.

Общеизвестно, что в строительных материалах содержатся радионуклиды (^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th) и в зависимости от их концентрации мощность дозы в помещениях, построенных из этих материалов, колеблется от $4 \cdot 10^{-8}$ до $12 \cdot 10^{-8}$ Гр/час. В среднем, в кирпичных, каменных и бетонных зданиях мощность дозы в 2–3 раза больше, чем в деревянных домах – $(4-5) \cdot 10^{-8}$ Гр/час. Для сравнения: среднепопуляционная мощность дозы внешнего облучения за счет природных радионуклидов для населения всего земного шара принята равной $4,5 \cdot 10^{-8}$ Гр/час, а от космогенных радионуклидов – $2 \cdot 10^{-10}$ Гр/час.

В настоящее время самым мощным источником поступления ЕРН в ОС являются объекты топливно-энергетического цикла (ОТЭЦ) на органическом топливе – угле, сланце, нефти. При сгорании органического топлива с дымовыми выбросами в атмосферу поступают радиоактивные ^{40}K , ^{238}U , ^{226}Ra , ^{232}Th продукты их распада. При зольности угля 10% и коэффициенте очистки образующейся золы – 0,975 в год ОТЭЦ выбрасывают в атмосферу по расчету, Гбк: 4,0 – ^{40}K , 1,5 – ^{238}U и ^{226}Ra , 5,0 – ^{210}Pb и радония-210, 1,5 – ^{232}Th с продуктами их распада. В действительности, ОТЭЦ дают более высокое значение выбросов ЕРН в ОС. Эффективная эквивалентная доза в результате выбросов угольной ТЭЦ существенно (в 5–40 раз) больше, чем АЭС равной мощности, даже если принять коэффициент очистки выбросов зоны ТЭЦ равным 0,975.

Применение источников ионизирующих излучений в медицине. Средняя годовая эффективная доза от всех источников излучений составляет около 4 мЗв. Наибольший вклад вносят природные, в также медицинские источники излучения. Большую негативную роль в облучении населения играют техногенные источники радиации.

В соответствии с результатами исследований Института радиационной гигиены Минздрава РФ по разработке и обоснованию «Норм радиационной безопасности» (НРБ-99) к основным дозообразующим факторам для населения Северо-Запада следует отнести (см. табл. 1):

Таблица 1

| Факторы | Средняя индивидуальная доза за год, мЗв |
|--|---|
| Природный фон | 2,9 |
| Медицинское облучение | 1,0 |
| Техногенные факторы (последствия испытаний ядерного оружия, аварий и т.п.) | ≤ 0,1 |
| Итого | Σ = 4,0 |

Для жителей Крайнего Севера (около 100000 чел.) средняя индивидуальная доза, обусловленная техногенным фактором (испытаниями ядерного оружия на Новоземельском полигоне), несколько выше и составляет 0,3 мЗв/год.

Согласно современным данным радиационной медицины, указанная средняя годовая эффективная доза облучения обуславливает возникновение около 30 онкологических заболеваний с летальным исходом на 100 тыс. жителей в год.

Уровень облучения жителей Санкт-Петербурга от основных ИИИ в 2–3 раза выше среднероссийского. При этом отдельные группы населения получают дозы в десятки раз выше средних.

Применение ИИИ в медицинских целях является одним из ведущих факторов радиационного воздействия на население. Среди различных областей радиационной медицины доминирующую роль играет рентгеновская диагностика, за счет которой создается более 95% коллективной дозы медицинского облучения. Санкт-Петербург по частоте рентгеновских процедур занимает лидирующее место в стране, почти вдвое превышая среднероссийский показатель. Каждый петербуржец в связи с этим ежегодно получает в 3–4 раза большую дозу облучения, чем житель Лондона или Стокгольма. Стала очевидной необходимость разработки в Санкт-Петербурге надежной системы контроля за уровнем медицинского облучения населения, ориентированной на выработку и реализацию эффективных мер по его снижению.

Другая группа защитных мер будет связана с совершенствованием рентгеновской аппаратуры и, в первую очередь, аппаратуры, используемой в системе флюорографической профилактики, а также с внедрением простых, но эффективных средств индивидуальной защиты пациентов. Выпуск некоторых видов аппаратуры и защитного оборудования может быть организован на предприятиях Санкт-Петербурга. Реализация этой меры в масштабах всей флюорослужбы может снизить коллективную дозу медицинского облучения, что приблизит Санкт-Петербург к уровню, достигнутому ныне в западно-европейских странах.

Транспортирование радиоактивных материалов. Основные составляющие грузопотока санкционированного транспортирования радиационно

опасных материалов (РМ) определяются потребностями ядерноопасных объектов (энергетическими и исследовательскими реакторами, стендами и т. п.), а также выполнением международных договоров с транзитом через порты Финского залива и арктических морей экспортных и импортных грузов – уранового сырья, осуществляются автомобильные перевозки радиоактивных веществ (РВ). Часть потока радиоактивных материалов идет через аэропорт Пулково. Существенная часть перевозок РВ осуществляется специальными эшелонами в контейнерах. Радиационное обследование этого потока выполняется органами Госатомнадзора и Госсанэпиднадзора. Такое обследование может быть осуществлено по распоряжению мэрии для организаций, имеющих ведомственные органы санитарного надзора.

В город поступают строительные материалы с повышенной радиоактивностью не только из Ленинградской области, но и из других регионов. Так, например, органами ГСЭН совместно с Региональным геоэкологическим центром зафиксирован случай вывоза с Украины гранитных блоков с удельной активностью ЕРН от 520 до 640 Бк/кг (что ниже норматива – 740 Бк/кг для дорожного строительства в городах) для реконструкции набережной Обводного канала.

При оценке вероятного объема несанкционированного транзита радиоактивных материалов через территорию Санкт-Петербурга и Ленинградской области показателен опыт Регионального геоэкологического центра (РГЭЦ), который осуществлял радиационный контроль проходящих составов на станции Московская-Сортировочная по заказу МЧС РФ. За 186 часов круглосуточной работы было проконтролировано 503 состава. За это время было выявлено 46 повышенных уровней гамма-излучения, из них 30 связано с повышенным содержанием калия-40 в составе грузов, 5 – со стройматериалами на гранитной основе, 6 – с редкоземельными рудами, 3 – с цезием-137 (2 загрязнения груза) и 2 случая неустановленной природы.

Доля случаев РЗ (нарушения правил перевозок) составляет 0,15–0,3% из общего числа составов, что соответствует примерно одному грузовому составу на 1000 поездов.

Сложнее обстоит дело с несанкционированным транспортированием РМ. Сплошному контролю подвергаются только грузы, пересекающие таможенные пункты пропуска. На внутренней территории СЗР только случайность может выявить радиоактивный груз. Отсюда – высокая потенциальная опасность для населения СЗР несанкционированных грузоперевозок РМ, обусловленная возможностью транспортных аварий с нарушением целостности упаковок, вплоть до рассыпания и пролива содержимого в ОС. Необходимо обеспечение эффективными средствами мониторинга как внутригосударственного, так и международного транспортирования РМ.

Захоронение радиоактивных отходов. В регионе захоронения РАО осуществляются на Ленспецкомбинате (г. Сосновый Бор), а также имеется несколько площадок, на которых ранее захоранивались радиоактивные отходы. К таким площадкам относятся территории, расположенные в Санкт-

Петербурге (район Шкиперского протока), г. Гатчина (ПИЯФ), пос. Кузьмолово, Приветнинское и ряд других. Временное хранение ОЯТ производится в пределах промплощадки Сосновоборской АЭС. Дополнительно на Ленспецкомбинат поступают РАО, выявленные при транзитных перевозках через Санкт-Петербург и Ленинградскую область. Суммарная активность хранящихся РАО на ЛСК составляет около $2,0 \cdot 10^{16}$ Бк /5/.

Искусственный радиационный фон. Искусственный радиационный фон (ИРФ) как результат работы предприятий ЯТЦ определяется:

- глобальными выпадениями искусственных радионуклидов (ИРН) из атмосферы;
- последствиями работы АЭС и исследовательских реакторов в регионе;
- размещением в регионе кораблей надводного и подводного атомного флота;
- созданием мест хранения и сбросов ОЯТ и жидких и твердых РАО;
- техногенное неаварийное загрязнение ИИИ.

Глобальное радиоактивное выпадение. Сюда относятся РВ, попавшие в атмосферу при испытаниях ЯО, начавшихся в 1945 г. с испытания США в Нью-Мексико и продолжающихся по сегодняшний день. С 1945 по 1998 гг. в мире произведено более 2000 испытаний ЯО (в США – 1030, СССР и России – 715, во Франции – 210, Англии – 45, Китае – 45, Индии – 6, в Пакистане – 5). Испытания проводились почти на всех континентах более чем в 20 местах земного шара (в Неваде – 935, Нью-Мексико – 3, Миссисипи – 2, Колорадо – 2, на Аляске – 3, в России – 241, Казахстане – 496, на Украине – 2, в Узбекистане – 2, Туркменистане – 1, Китае – 45, Алжире – 17, Австралии – 12, Индии – 6, на атоллах Муруроа – 175, Эниветок – 43, островах Рождества – 30, Бикини – 23, Джонстон – 12, Фангатофа – 12, Молдлен – 3, в Тихом океане – 4, в Южной Атлантике – 3) (табл. 3).

Почти 40 лет атмосфера Земли загрязнялась радиоактивными продуктами атомных и водородных бомб, взрываемых в атмосфере. С 1945 по 1981 гг. в атмосфере было осуществлено более 400 взрывов ЯО. Суммарная мощность ядерных взрывов составила 550 Мт тринитротолуола (ТНТ). В биосфере было выброшено 12,5 т продуктов деления (для сравнения: при взрыве атомной бомбы над Хиросимой мощностью 20 кг ТНТ выделилось 1,1 кг продуктов деления, а в результате катастрофы на ЧАЭС – от 8 до 15 тонн). Взрывы изменили равновесное содержание в атмосфере углерода-14 (с периодом полураспада 5730 лет) на 2,6%, а радиоактивного изотопа водорода трития (с периодом полураспада 12,3 года) – почти в 100 раз. В течение нескольких лет ядерных испытаний на Земле происходило прогрессирующее накопление ИРН.

История военных Новоземельских испытаний делится на два этапа. Первый этап – с 1954 по 1963 годы характеризуется мощными ядерными взрывами в атмосфере на высоте 3–10 км, а также над водой и под водой на глубинах до 100–200 м. Здесь были произведены самые сильные в миро-

вой практике взрывы в 58 мегатонн (30.10.61 г.) и в 30 мегатонн (5.08.62 г.). В основном же мощность взрывов была порядка одной мегатонны. Еще в 1958, 1961 и 1962 годах в атмосфере производили ежегодно не менее 30 взрывов, а иногда по 7–8 ежемесячно. Несколько мощных бомб (20–25 мегатонн) было взорвано в прибрежной зоне моря к западу и востоку от пролива Маточкин Шар. Во второй половине 1961 и 1962 годов произвели серию ядерных взрывов в открытом море.

После начала наземных испытаний отмечались значительные выпадения радиоактивных веществ в Мурманской области, Коми АССР и в других районах и населенных пунктах Севера. В районе Новой Земли ледокольные суда неоднократно попадали в районы с повышенным радиационным фоном, который являлся результатом того, что при подземном ядерном взрыве часть газов по трещинам попадала в атмосферу и затем разносилась на большие расстояния. При воздушных ядерных взрывах в атмосферу и на поверхность океана попало значительное количество радионуклидов, состав которых отличается от состава радиоактивных отходов атомного производства. В основном это продукты деления, часть не разделившегося ядерного топлива, продукты активации нейтронами деления воздуха, воды, грунта, биоты.

Считается, что при наземных ядерных взрывах мощностью в 1 Мт образуется радиоактивный след протяженностью в несколько сот километров. При этом оседает до 80% образовавшейся радиоактивной пыли. В моменты ядерных взрывов или катастроф на АЭС уровни радиации за счет концентрации радионуклидов, особенно короткоживущих, значительно превышают так называемые среднемесячные и среднегодовые уровни. Часть загрязнения выпадает неподалеку от места испытания. Часть долгоживущих изотопов задерживается в нижнем слое атмосферы (тропосфере) и перемещается струями ветра на большие расстояния, постепенно выпадая на море и на суше.

Аэрогамма съемка на дистанции от Таймыра до Кольского полуострова и последующие наземные измерения гамма-фона в окрестностях и в пределах отдельных наблюдаемых населенных пунктов на советском побережье Ледовитого океана не выявили локальных следов от ядерных испытаний на Новой Земле, за исключением признаков контаминации продуктами ядерного деления отдельных труднодоступных территорий Таймыра и Якутии. В результате исследований была обнаружена не локальная, а широтная зависимость выпадений цезия-137 и стронция-90. Загрязнение регистрировалось на расстоянии 2–3 тыс. км – это почти в два раза больше, чем на прилегающей к Новоземельскому атомному полигону территории (500–600 км). Такая широтная зависимость уровней контаминации цезием-137 и стронцием-90 проявляется на всем северном полушарии, носит глобальный, а не локальный характер. Источником такого загрязнения послужили взрывы на всех атомных полигонах в северном полушарии.

Люди, которые находились недалеко от мест подводных и надводных ядерных испытаний на шельфе Баренцева и Карского морей, получили в результате значительные дозы облучения. Так, оленеводы и рыбаки в открытом море на Крайнем Севере получили дозу облучения от цезия-137, в 100–1000 раз превышающую среднюю индивидуальную дозу для остальной части населения.

Важные исследования специфической цепочки «лишайник–олень–человек» в районах Крайнего Севера России провела группа ленинградских ученых. Они изучали содержание и динамику свинца-210, полония-210, цезия-137 и стронция-90 в различных лишайниках, оленине, организме людей. В 1965–1966 годах в Мурманской и Архангельской областях, Республике Коми, на Таймыре и Чукотке содержание цезия-137 в организме оленеводов было в 5 раз выше, чем в 1986 году, а активность стронция-90 в костной ткани оленеводов во много раз (до 60 раз) превышает аналогичные значения у людей, не связанных с оленеводством. Доза внутреннего облучения за счет цезия-137 у коренного населения составляет основную долю искусственного облучения. Очень высокая смертность коренного населения во многом связана с раковыми опухолями кишечника и легких. Коренное население – оленеводы – сегодня является самой уязвимой, критической группой населения по отношению воздействия на них природных, социальных и техногенных факторов среды обитания.

В промышленных целях (для интенсификации добычи нефти, газоконденсата, глубинного сейсмозондирования земной коры, создания плотин и водохранилищ, захоронения биологически опасных промстоков и решения других задач) в СССР в широких масштабах проводились подземные ядерные взрывы. Всего было проведено 124 (в том числе в России – 81) промышленных подземных ядерных взрывов (ПЯВ) «в мирных целях» в различных регионах страны (Западной Сибири и Нижнем Поволжье, Якутии и Донбассе, в Красноярском крае, Подмосковье и на Крайнем Севере), оставивших в недрах не менее 100 млн Ки-активности. На территории СЗР произведено 10 ПЯВ: в Архангельской области – 4 (суммарной мощностью 63 кг), Республике Коми – 4 (общей мощностью 29 кт) и в Мурманской области – 2 (суммарной мощностью 6 кт).

Зона чернобыльского следа. Западная часть региона оказалась в зоне чернобыльского следа (26.04.1986 г.), что определило резкое повышение концентрации ^{137}Cs , среднее содержание которого возросло по сравнению с 1985 г. более чем в 12 раз. Вертикальное распределение ИРН для почв зон загрязнения характеризовалось тем, что 80–90% всей активности сосредоточено в верхних слоях почвы (5–10 см). Выпавший радиоцезий оказался достаточно быстро связан растительностью, что повлияло на его миграцию как по вертикали, так и по горизонтали. Миграция ^{137}Cs шла в первое время после выпадения, вследствие чего образовались «пятна» загрязнения в понижениях рельефа, под водостоками.

Установлено, что западная часть Ленинградской области, включающая территории Кенгисеппского, Волосовского и частично Лужского, Ломоносовского и Гатчинского районов, подвергалась загрязнению радиоактивными осадками ЧАЭС. Общая площадь ореола загрязнения в изоляции свыше $0,5 \text{ Ки/км}^2$ составила 4700 км^2 , в пределах которого выделялись многочисленные участки с плотностью загрязнения от 1 до $2,4 \text{ Ки/км}^2$ общей площадью 560 км^2 . В 44 деревнях плотность загрязнения по ^{137}Cs превышает 1 Ки/км^2 (данные комплексного обследования населенных пунктов, проведенного в 1992 г. Областным центром Госсанэпиднадзора, РГЭЦ, НПО «Радиевый институт», НИИ ПММ, НИИ ИРГ).

Спустя 10 лет после Чернобыльской аварии активность выпавших радионуклидов уменьшилась примерно на 22% за счет распада. При этом произошло сокращение площадей с плотностью загрязнения ^{137}Cs более 1 Ки/км^2 на 30–40%, на треть уменьшилось количество деревень с такой плотностью загрязнения.

Радиационное воздействие атомных электростанций. В СЗР самый высокий удельный вес электроэнергии, получаемой от АЭС: 48% (в РФ – 12%, Восточном регионе – 0,5, Уральском – 1,7, в Центральном – 20%). В регионе действует Кольская АЭС в г. Полярные Зори. Она оснащена 4-мя водо-водяными реакторами ВВЭР-440. В 20 км южнее 60-й параллели, в г. Сосновый Бор, находится ЛАЭС, оснащенная 4-мя канальными реакторами большой мощности (РБМК-1000). Реальный вклад двух АЭС в выработку электроэнергии составляет 46% в объединенную энергосистему СЗР и 51% – ЛАЭС в системе «Ленэнерго».

Воздействие АЭС на экосистемы можно разделить на следующие категории: тепловое загрязнение, поступление в ОС химических токсикантов, механический стресс живых организмов, обогащение среды биогенными элементами и радиоактивное загрязнение.

При нормальной эксплуатации АЭС и других объектов Минатома РФ газоаэрозольные выбросы в атмосферу не превышают установленных нормативов и в среднем составляют от 0,1 до 1,33% от допустимого уровня (ДУ). Выбросы инертных радиоактивных газов (ИРГ), йода-131 и долгоживущих нуклидов (ДЖН) на 2–3 порядка ниже ДУ (табл. 2), что подтверждается весьма благоприятной радиационной и экологической обстановкой как на самой АЭС, так и в районе расположения ЛАЭС (табл. 3).

В целом по стране по итогам 1999 г. выбросы РН на АЭС по ИРГ не превышают 2,8% ДВ для АЭС с уран-графитовыми реакторами и 0,3% – для АЭС с реакторами ВВЭР и реакторами на быстрых нейтронах. По ДЖН выбросы не превышали 1,48% ДВ для АЭС с уран-графитовыми реакторами и 0,26% – для АЭС с реакторами ВВЭР и реакторами на быстрых нейтронах, установленного НРБ-99. Сложнее обстоят дела при переходе на НРБ-99 на АЭС с реакторами РБМК, где в 1999г. 3,9% работников станций и командированных получили годовую дозу более 20 сЗв в основном при планово-предупредительных ремонтах.

Таблица 2

**Среднесуточные газоаэрозольные выбросы
в атмосферу АЭС России в 1999 г.**

| Атомные электрические станции | Инертные радиоактивные газы ИРГ | | Долгоживущие нуклиды ДЖН | | Йод | |
|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|--------------------------|
| | мКи/сут | % от допустимых значений | мКи/сут | % от допустимых значений | мКи/сут | % от допустимых значений |
| Балаковская | 0,74 | 0,04 | 0,0239 | 0,04 | 0,0431 | 0,11 |
| Белоярская | 1,53 | 0,02 | нет | нет | нет | нет |
| Билибинская | 25,80 | 1,29 | нет | нет | нет | нет |
| Калининская | 1,40 | 0,14 | 0,0048 | 0,016 | 0,0052 | 0,026 |
| Кольская | 1,67 | 0,08 | 0,0074 | 0,01 | 0,0613 | 0,15 |
| Курская | 37,22 | 1,86 | 0,9025 | 1,50 | 0,6267 | 1,57 |
| Нововоронежская | 2,99 | 0,31 | 0,1050 | 0,32 | 0,023 | 0,11 |
| Смоленская | 42,47 | 2,85 | 0,2430 | 0,54 | 0,3087 | 1,03 |
| Ленинградская | 30,81 | 1,54 | 0,1463 | 0,24 | 0,1579 | 0,39 |

Предельные значения интегральных критериев безопасности для одного реактора: вероятность радиоактивных выбросов – $1 \cdot 10^{-7}$ /год;
 вероятность повреждения активной зоны – $1 \cdot 10^{-5}$ /год;
 индивидуальный риск для здоровья (вероятность смерти человека вследствие аварии на АЭС) – $1,65 \cdot 10^{-1}$ /чел.-бэр.

Таблица 3

**Сравнительная характеристика потребления
топлива и загрязнения окружающей среды ТЭС и ЛАЭС
при годовой выработке электроэнергии 28 млрд. кВт·ч**

| Показатели | Теплоэлектростанция | ЛАЭС |
|---|---------------------------------|----------------|
| Выработано электроэнергии | 28 млрд. кВт·ч. | 28 млрд.квт·ч. |
| Израсходовано топлива: | 12 млн т (190 тыс. вагонов) | – |
| угля | | |
| мазута | 6 млн т (99 тыс. цистерн) | – |
| двуокиси (диоксида урана) | – | 286 т |
| Израсходовано атмосферного кислорода | 26 млн т | – |
| <u>Выброшено в окружающую среду:</u> | | |
| окислов (оксидов) углерода | 29 млн т | – |
| окислов (оксидов) азота | 310 тыс. т | – |
| окислов (оксидов) серы | 620 тыс. т | – |
| золы | 6,4 млн т | – |
| долгоживущих радиоактивных нуклидов | 40 Ки | 2 Ки |
| Мощность дозы в районе размещения станций | 45–80 мкР/ч (зольные отвалы) | 10–14 мкР/ч |

АЭС как сложный технологический комплекс является источником повышенного риска: бывают сбои, аварии. За период эксплуатации ядерных объектов Госатомнадзором на территории СЗР зарегистрированы десятки подобных случаев (табл. 4).

Таблица 4

Краткие сведения о серьезных радиационных авариях на ЛАЭС

| Год | Название объекта | Тип объекта, мощность | Вид аварии, катастрофы | Состояние АЭС в момент аварии | Причина и следствие |
|---------------|----------------------|-----------------------|---|-------------------------------|--|
| 1974 06.01 | ЛАЭС, энергоблок № 1 | РБМК-1000 | Взрыв контура охлаждения | Эксплуатация | Вскипание воды с последующими гидроударами – разрыв промежуточного контура. Сброс высокоактивной воды с пульпой фильтропорошка во внешнюю среду. Погибло 3 человека. |
| 1974 07.01 | ЛАЭС, энергоблок № 1 | РБМК-1000 | Разрушение газгольдера выдержки радиоактивных газов | Эксплуатация | Взрыв железобетонного газгольдера. Выброс радиоактивных благородных газов. |
| 1975 окт. | ЛАЭС | РБМК-1000 | Частичное плавление активной зоны | – | После остановки реактора продувка аварийным расходом азота в атмосферу через вентиляционную трубу. Выброс РВ (активность 1,5 млн Ки) |

Первый энергоблок ЛАЭС был пущен в 1973 г., а последний, четвертый – в феврале 1981 г. К настоящему времени ЛАЭС выработала свыше 500 млрд. кВт·ч электроэнергии. Проектный срок работы энергоблоков станции – 30 лет. Ближится срок снятия реакторов первой очереди (№ 1 и № 2) с эксплуатации. ЛАЭС создавалась по нормативам конца 60-х – начала 70-х годов и поэтому при проектировании не были заложены требования современной научно-технической документации. Однако проводимая на протяжении всего периода эксплуатации станции реконструкция энергоблоков и строительство новых дополнительных систем безопасности и надежности позволит в 2003 г. поставить вопрос о продлении срока их работы. В настоящее время проводятся работы по созданию замещающих мощностей ЛАЭС. Планируется поставить на существующей промплощадке 5 новых энергоблоков повышенной безопасности с многопетлевым канальным реактором МКЭР электрической мощностью 800–1000 МВт. Эта разработка утверждена в 1995 г. решением Минатома России. Создание АЭС с реакторами МКЭР – естественное продолжение канального уранграфитового направления в атомном реакторостроении России.

За год на предприятиях атомной энергетики образуется более 1,5 млн т РАО, из которых утилизируется и обезвреживается 22,4%, направляется в специальные хранилища 46,4%, передается другим предприятиям и ведомствам 31,2%. Положение с РАО на АЭС оставляет желать в настоящее время много лучшего. Достаточно сказать, что сегодня ни одна из действующих АЭС не имеет полного комплекта установок для подготовки жидких и твердых РАО к захоронению.

На ЛАЭС проектные емкости кубового остатка, за исключением одной емкости, заполнены более чем на 96%. Отсутствует резервная емкость для приема отходов на случай аварии. Емкости хранения пульпы ионообменных смол заполнены на 80%. Эксплуатационная производительность системы компактирования (битумирования) не соответствует сложившейся на ЛАЭС обстановке по количеству накопленных РАО. Все это требует незамедлительной разработки и выполнения мероприятий по снижению количества ЖРО, находящихся на площадке ЛАЭС. Одним из наиболее перспективных способов захоронения РАО является использование глубокозалегающих горных пород определенных свойств.

ОЯТ РБМК-1000 не подвергается переработке в настоящее время. Регенерация ОЯТ реакторов РБМК признана экономически нецелесообразной. Это топливо хранится в контролируемых условиях на территории АЭС до принятия решения о его утилизации или безопасном захоронении.

Основные причины, по которым следует отсрочить переработку ОЯТ РБМК-1000 (как и ВВЭР-1000), следующие:

- замыкание топливного цикла тепловых реакторов экономически невыгодно: затраты на смешанное уран-плутониевое топливо в 8 раз выше, чем на стандартные урановые ТВС;
- в облученном топливе всех РБМК-1000 за 2005–2040 гг. накапливается ~ 70 т плутония (в ВВЭР-1000 около 80 т), использование которого необходимо для создания начальных загрузок быстрых реакторов при развитии будущей крупномасштабной ядерной энергетики;
- исключается потребность специально только для РБМК развивать технологию окончательного захоронения ОЯТ в геологические формации (в противоречии со стратегическими целями радиационно-эквивалентного захоронения отходов и создания энергетики на быстрых реакторах с плутонием);
- по причине долговременного откладывания (замораживания) процесса переработки ОЯТ РБМК надбавка к текущим тарифам АЭС вследствие эффекта дисконтирования составит $\leq 1\%$ (невелика!).

Отсрочка переработки ОЯТ РБМК-1000 (как и ВВЭР-1000) позволит выполнить моральные обязательства перед будущими поколениями: накапливаются средства для решения оставленных нами проблем; создается энергетика, не имеющая ограничений по топливным ресурсам. ОЯТ является стратегическим сырьем, содержащим в себе обогащенный уран и плутоний, и поэтому является источником для создания ЯО. Сегодня ОЯТ концентрируется на различного рода хранилищах вокруг 440 АЭС во всем мире. Высокообогащенный уран и плутоний имеются и в топливе АПЛ.

Итак, проблема ОЯТ имеет две стороны: одну полезную – как ценное топливное сырье, а другую – опасную – как источник создания ЯО. В 70-е годы возникли политические трудности в связи с возражениями США против переработки ОЯТ. После этого в течение последних 30 лет обсуждается вопрос о создании региональных хранилищ для хранения ОЯТ в течение хотя бы лет 50. На сегодня эта проблема полностью не решена не из-за технических трудностей, а скорее – вследствие политических. В России нет недостатка в территории, есть и эффективные технологии переработки ОЯТ и РАО, но финансовые возможности страны не способствуют этому решению. Масса ОЯТ, накопившегося после выгрузки из реакторов РБМК, превысила 6 тыс. т. Предположительный срок хранения – 40 лет. К настоящему времени срок хранения превысил 25 лет. После выгрузки из реактора ОЯТ находится в приреакторных водозаполненных бассейнах в течение 3-х лет. Затем оно транспортируется в контейнере ТК-8 по территории АЭС в хранилище, вместимость которого позволяет хранить ОЯТ более 20 лет.

Проблема хранения и переработки ОЯТ на сегодня стала тупиковой. Объемы ОЯТ постоянно растут, а мощности по их переработке и утилизации остаются неизменными. В результате в хранилищах АЭС хранится ОЯТ в среднем в 1,5–2 раза, а на Ленинградской, Белоярской, Билибинской и Курской АЭС – в 3 раза больше, чем в активных зонах, с общей активностью ОЯТ в 6 раз выше, чем в «рабочих» зонах.

Учитывая отсутствие надежных данных о возможности долговременного хранения ОЯТ в воде, предполагается строить дополнительные хранилища «сухого» типа. Рассматриваются различные варианты «сухого» хранения ОЯТ, в том числе в контейнерах, в герметичных пеналах, размещаемых в ячейках железобетонного массива, и др.

Расположение ЛАЭС вблизи Санкт-Петербурга, Финского залива и границ России требует повышенного внимания общественности к вопросам безопасности и охраны ОС. Следует иметь в виду, что радиационное влияние данной АЭС распространяется в основном за счет газоаэрозольных выбросов. Искусственное РН оказывает серьезное влияние на процессы жизнедеятельности растений. Установлена также отрицательная роль криптона-85 (бета-излучатель, образующийся в процессе ядерного деления в ТВЭЛах) в изменении электропроводности атмосферы. Количество ^{85}Kr в атмосфере (в основном в результате работы АЭС) ежегодно увеличивается на 5%. Уже сейчас содержание криптона-85 в миллионы раз выше, чем до начала атомной эры. ^{85}Kr (период полураспада – 10,71 года) в атмосфере ведет себя как тепличный газ, внося весомый вклад в антропогенное изменение климата Земли.

Еще один радиоактивный газ, не улавливаемый никакими фильтрами и в большом количестве производимый АЭС, – углерод-14 (период полураспада – 5730 лет). Его накопление в атмосфере ведет к резкому замедлению роста деревьев. Сейчас в составе атмосферы количество ^{14}C увеличено на 25% по сравнению с доатомной эрой.

Наличие поверхностных водоемов-хранилищ ЖРО приводит к проникновению РВ в грунтовые подземные воды.

Минуя очистные барьеры, образовавшийся на АЭС тритий (или радиоактивный водород) поступает в ОС с жидкими сбросами в виде тритиевой воды и газообразными выбросами. Загрязнение тритием грунтовых вод имеет место практически при нормальной эксплуатации большинства российских АЭС. Наличие трития вокруг АЭС скоро станет «главной головной болью». Тритий легко связывается протоплазмой живых клеток и тысячекратно накапливается в пищевых цепочках (табл. 3).

Таблица 5

**Поступление трития в окружающую среду
с газообразными и жидкими отходами АЭС, Ки/МВт (эл.)/год**

| Тип реактора | Выброс в атмосферу | Сброс в гидросферу |
|--------------|--------------------|--------------------|
| ВВЭР | 0,2–0,9 | 0,9 |
| РБМК | 0,6 | 0,04 |
| PWR | 0,22 | 1,4 |
| BWR | 0,14 | 0,1 |

Когда тритий распадается (период полураспада – 12,3 года), он превращается в гелий и испускает сильное бета-излучение. Эта трансмутация особенно опасна для живых организмов, так как может поражать генетический аппарат клеток.

Следует сказать, что физические процессы, происходящие при хранении РАО и ОЯТ, еще далеко не изучены. Как известно, РАО представляет собой смесь различных РВ и других высокотоксичных химических элементов (табл. 6, 7). Наибольшую экологическую опасность при захоронении ОЯТ и ДРАО представляют 5 осколочных радионуклидов: йод-129, технеций-99, цезий-135 и, в меньшей мере, селен-79 и олово-126, хотя суммарная их активность составляет только 0,02% общей активности ОЯТ (табл. 8).

Имеющие наибольшую суммарную потенциальную биологическую опасность плутоний и америций с учетом степени миграции имеют меньший риск, чем вышеупомянутые нуклиды. Не уран в жестких условиях его залегания определяет риск «вклинивания» месторождения в область активного водообмена (год^{-1}), а часто члены его радиоактивного семейства. Это протактиний-231, член семейства распада урана-235, радий-226 (период полураспада – 1640 лет) и торий-229 ($T_{1/2}=45 \cdot 10^3$ лет). Общеизвестно о наличии на Земле радоновых источников, выходе на поверхность радийсодержащих вод, но очень редко – растворов урана. Очевидно, что для снижения риска при захоронении необходим индивидуальный подход к обращению с различными осколочными нуклидами. В зависимости от места захоронения в каждом хранилище РАО неизбежно пойдут свои собственные физико-химические процессы. Последствия таких процессов наглядно показала радиационно-химическая катастрофа в Кыштыме на Южном Урале в 1957 г.

Таблица 6

Основные радиоактивные загрязнители окружающей среды

| Источник радиоактивных отходов | Тип радиоактивности | Физическое состояние вещества РАО | Типичные изотопы РАО | Тип распада изотопа | Период полураспада изотопа |
|---|--|-----------------------------------|--|--|---|
| Атомные реакторы всех типов | Активность продуктов активации и продуктов ядерного деления | Твердое | Кобальт-58 Кобальт-60 Железо-59 Марганец-59 Церий-144 Цезий-134 | β^{-1}, γ | 5,271 лет |
| | | Жидкое | Цезий-137 Тритий Йод-131 Стронций-90 | $\beta^{-1}, \beta^{-1}, \gamma, \beta^{-1}$ | 12,33 лет 8,04 сут 28,80 лет |
| | | Газообразное | Азот-16 Аргон-41 Сера-33 Сера-35 Йод-129 Ксенон-133 Ксенон-137 Углерод-14 | β^{-1} β^{-1}, γ | 87,4 сут 5730 лет |
| Радиоактивное топливо, перерабатываемое на предприятиях | Активность продуктов ядерного деления и трансурано-вых элементов | Твердое | Америций-241 Стронций-90 | β^{-1} | 28,8 лет |
| | | Жидкое | Цезий-137 Плутоний-239 Церий-144 Тритий Цирконий-96 | α, γ β^{-1} β^{-1} | $2,41 \cdot 10^4$ лет 12,33 лет $6,2 \cdot 10^{16}$ лет |
| | | Газообразное | Йод-131 Йод-129 Криптон-85 Тритий | β^{-1}, γ β^{-1} | 8,04 сут. 12,33 лет |

Таблица 7

Классификация ТРО по уровню радиоактивной загрязненности

| Критерий | Излучатели, единица измерения | Группа отходов | | |
|--|--|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------|
| | | 1 низкая | 2 средняя | 3 высокая |
| Мощность дозы γ -излучения на 0,1 м от по- верхности | мЭВ/ч | $1 \cdot 10^{-4} - 0,3$ | 0,3–10,0 | 10,0 |
| Удельная активность по β - и α - излучателям | β -излучатели, Бк/кг | $7,4 \cdot 10^4 - 3,7 \cdot 10^6$ | $3,7 \cdot 10^6 - 3,7 \cdot 10^9$ | $3,7 \cdot 10^9$ |
| | α -излучатели, Бк/кг | $7,4 \cdot 10^3 - 3,7 \cdot 10^5$ | $3,7 \cdot 10^5 - 3,7 \cdot 10^8$ | $3,7 \cdot 10^8$ |
| Поверхностная загрязненность | β -излучатели, част/(см ² ·мин) | $5 \cdot 10^2 - 1 \cdot 10^4$ | $1 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^7$ | $1 \cdot 10^7$ |
| | α -излучатели, част/(см ² ·мин) | $5 - 1 \cdot 10^3$ | $1 \cdot 10^3 - 1 \cdot 10^6$ | $1 \cdot 10^6$ |

Таблица 8

**Степень опасности миграции доминирующих
осколочных радионуклидов при захоронении ОЯТ и ДРАО**

| Радио- нуклид | ²³⁸ U _{прир} | ²⁴¹ Am | ²³⁹ Pu | ²³⁷ Np | ¹²⁶ Sn | ¹³⁵ Cs | ⁷⁹ Se | ⁹⁹ Tc | ¹²⁹ I |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Содержа- ние в ОЯТ, кг/т ТМ | 950 | 0,9 | 6,8 | 0,45 | 0,022 | 0,37 | 0,017 | 0,8 | 0,16 |
| Риск выхода, год ⁻¹ | 10^{-28} | $9,8 \cdot 10^{-27}$ | $6,9 \cdot 10^{-10}$ | $1,6 \cdot 10^{-10}$ | $3,6 \cdot 10^{-6}$ | $1,6 \cdot 10^{-5}$ | $3,8 \cdot 10^{-5}$ | $5,2 \cdot 10^{-5}$ | $8,0 \cdot 10^{-4}$ |
| Период полурасп- ада, лет | $4,51 \cdot 10^9$ | 458 | $2,41 \cdot 10^4$ | $2,14 \cdot 10^6$ | $1,5 \cdot 10^{17}$ | $2,1 \cdot 10^6$ | $6,5 \cdot 10^4$ | $2,2 \cdot 10^5$ | $1,72 \cdot 10^7$ |

Учитывая значимость проблемы радиэкологической безопасности населения в районе расположения ЛАЭС, в 1995 г. введена в эксплуатацию первая очередь автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО), которая выполняет измерение мощности дозы гамма-излучения на промплощадке и в санитарно-защитной зоне наблюдения (7 постов). В перспективе предполагается расширить сеть постов наблюдения до 29 и обеспечить надежный и своевременный контроль за воздействием ЛАЭС на население и ОС как при нормальной эксплуатации, так и при возможных радиационных авариях.

Основные радиационно опасные и ядерно-опасные объекты Санкт-Петербурга и области. Город и область занимают первое место в СЗР по количеству жителей, плотности населения, суммарной мощности ядерных реакторов и количеству используемых ИИИ. Наибольшую опасность по тяжести поражения, масштабам и долговременности действия поражающих факторов среды техногенных источников ЧС представляют радиационные объекты, среди которых ЛАЭС и 10 крупных радиационно опасных объектов: ЦНИИ им. акад. Крылова, ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей», АООТ «Балтийский завод», Государственное предприятие «Адмиралтейские верфи», НПО Радиевый институт им. В.Г. Хлопина, РНЦ «Прикладная химия», Научно-исследовательский технологический институт (г. Сосновый Бор), Санкт-Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова (г. Гатчина). Военно-морское инженерное училище (Санкт-Петербург), Красногвардейская площадка Центрального конструкторского бюро машиностроения (ЦКБМ).

Исторически сложилось так, что практически все НИИ и центры, судостроительные и судоремонтные предприятия сосредоточены в Санкт-Петербурге и его окрестностях. В городе более 300 организаций имеют РВ и ИИИ. На сегодня большую опасность представляют предприятия (объединения), имеющие значительное количество радиоизотопных приборов (РИП) и гамма-дефектоскопов (ГДС), перезарядные камеры для головок ГДС, хранилища ИИИ в закрытом (ампулированном) виде, мощные гамма-облучательные установки (ГОУ), пожарные обнаружители дыма и др. К этой категории относятся все крупные машиностроительные и судостроительные заводы, которые по своей технологии не могут работать без гамма-дефектоскопии и РИП (толщиномеров, пылемеров, плотномеров, уровнемеров и т.п.).

К таким объектам принадлежат производственные объединения: Ижорский завод, Кировский завод, Металлический завод, Невский завод, «Русский дизель», станкостроительное объединение им. Свердлова, судостроительный завод им. Жданова, Балтийский завод, Госпредприятие «Адмиралтейские верфи», «Медполимер», строительные предприятия, завод подъемно-транспортного оборудования, «Электросила», «Северная верфь».

К предприятиям, работающим с ускорителями заряженных частиц, генераторами нейтронов, промышленными и медицинскими рентгенов-

скими установками, принадлежат НИИ электрофизической аппаратуры им. А.Ф. Ефремова (НИИ ЭФА, пос. Металлострой) и Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, НИИ ЭФА является одним из ведущих в России предприятий по разработке, конструированию, испытанию и выпуску ускорителей.

ТРЗ на территории города стали формироваться в начале века, когда частные фирмы и государственные учреждения начали работу по изучению радиоактивности и получению РВ. По архивным данным, в Петрограде за период с 1902 по 1917 гг. было переработано более 500 т обогащенной урановой руды. Масштабные радиоактивные загрязнения сформировались в основном в результате деятельности предприятий федерального значения в 20–80-е годы.

РЗ на открытых территориях сформировалось за счет неконтролируемого поступления РВ, материалов и изделий, применяемых в науке, медицине и промышленности.

До организации в 1962 г. специализированного предприятия по захоронению РАО (Ленспецкомбинат «Радон» в г. Сосновый Бор) предприятия города оставляли отходы на своей территории, а часть отходов вывозили на городские свалки. За последнее десятилетие выявлено более 2000 участков радиоактивного РЗ площадью от 1 м² до 1 га.

В 50-е годы в одном научно-исследовательском институте Минобороны СССР проводился комплекс работ с РВ. В результате этих работ была загрязнена территория самого института и сформировалась самая крупная в городе радиационная аномалия – территория бывшего военного городка № 6 (Шкиперский проток, д. 16).

В период с 1992 по 1997 г. ликвидировано 473 участка, в ходе дезактивации переработано 2500 м³ загрязненного грунта. В 1997 г. завершена дезактивация радиоактивных аномалий, выявленных при проведении детального радиоэкологического обследования 46 вузов города. Всего выявлено и дезактивировано 967 участков радиоактивного загрязнения, содержащих 23885 ИИИ. Ликвидировано захоронение РАО на территории Санкт-Петербургского государственного университета.

В 1998 г. основные усилия были сосредоточены на поисках участков радиоактивного загрязнения (УРЗ) в зданиях, характеризующихся большой посещаемостью жителями города, подведомственных территориях и на ранее не обследованных площадях Санкт-Петербурга.

В последние годы происходило постоянное наращивание дезактивационных работ. В 1998 г. это привело к тому, что впервые темпы роста дезактивационных работ превысили темпы роста объемов радиоактивного загрязнения, что иллюстрирует табл. 10. В общей сложности выявлено и дезактивировано около 1700 УРЗ, в том числе с уровнем дозы излучения до 3 Р/ч (мощность экспозиционной дозы природного гамма-фона составляет 10–15 мкР/ч).

Соотношение объемов выявленного и ликвидированного радиоактивного загрязнения с нарастающим итогом

| Годы | Объем радиоактивных отходов, усл. м ³ | |
|------|---|-------------------|
| | Выявленных | Дезактивированных |
| 1986 | 5 | 4 |
| 1987 | 50 | 24 |
| 1988 | 107 | 49 |
| 1989 | 135 | 67 |
| 1990 | 166 | 89 |
| 1991 | 175 | 105 |
| 1992 | 194 | 130 |
| 1993 | 213 | 161 |
| 1994 | 241 | 195 |
| 1995 | 257 | 233 |
| 1996 | 265 | 242 |
| 1997 | 277 | 276 |
| 1998 | 297 | 329 |

Учитывая значимость проблемы техногенного неаварийного загрязнения для Санкт-Петербурга и Ленинградской области, в городе создана и функционирует городская аварийно-диспетчерская служба по ликвидации УРЗ, внедрены приборные средства контроля радиоактивности воды на всех водозаборных станциях, действует региональный центр по работе с общественностью по вопросам атомной энергетики.

На сегодня детальное обследование города и области на наличие УРЗ не завершено, выявленные УРЗ дезактивированы не полностью.

В целом СЗР можно отнести к району повышенной опасности воздействия поражающих факторов на население и ОС при авариях на потенциальных источниках ЧС и опасных природных явлениях. В СЗР в зонах возможного поражения (зонах риска) проживает около 8,5 млн человек, что составляет 54% населения региона. Исходя из наличия источников ЧС и расчетных показателей возможных потерь населения на территории региона подвергаются:

- радиационной опасности – в Мурманской области – 300 тыс. жителей (26%), в Ленинградской области – 150 тыс. жителей (8%) населения;
- опасности химического заражения – в Ленинградской области и Санкт-Петербурге ~ 4,5 млн жителей (68%), в Архангельской области – 500 тыс. жителей (30%), Новгородской области – 250 тыс. жителей (33%), Вологодской области – 480 тыс. жителей (35%), Псковской области – 280 тыс. жителей (33%), Калининградской области – 360 тыс. жителей (40%), в республике Карелия – 120 тыс. жителей (15%), Мурманской области – 290 тыс. жителей (25%).

Таким образом, в зонах радиационной опасности размещено 450 тыс. жителей (3%), а в зонах возможного химического заражения проживает 6700 тыс. чел. (42% всего населения региона).

Несмотря на существующий широкий спектр радиоэкологических проблем все они разрешимы. Очередность решения определяется органами Госатомнадзора и Госсанэпиднадзора в зависимости от степени угрозы здоровью населения.

С целью сохранения здоровья, уменьшения риска и тяжести заболеваний, социально-психологической реабилитации населения на территориях радиационно-экологической опасности представляется необходимым:

- проведение полного, детального обследования территории с целью выявления и локализации опасных в радиационном отношении участков;
- постоянный мониторинг радиационной обстановки;
- регулярный медицинский и дозиметрический контроль, адекватное степени опасности медицинское обслуживание населения;
- ведение российского государственного медико-дозиметрического регистра лиц, проживающих на территориях радиационно-экологической опасности или принимавших участие в ликвидации последствий радиационной аварии;
- комплекс организационно-технических мероприятий по снижению внутреннего и внешнего облучения населения;
- предотвращение роста миграции радионуклидов в места проживания и трудовой деятельности людей;
- дезактивация участков наиболее экологически опасных территорий;
- оптимизация количества персонала в зонах отчуждения;
- реализация программы «Радоновая проблема»;
- повышение образовательного уровня по проблеме РБ, введение в образовательные программы школ, средних и высших учебных заведений тем по РЭБ;
- информирование населения в прессе и других средствах массовой информации о состоянии радиационной обстановки в регионе в целом и в отдельных районах;
- разработка карты риска в радиационном отношении по областям в масштабе 1:50000;
- компенсация вреда обеспечением чистыми продуктами питания и адекватным повышением уровня жизни.

Характер конкретных мер должен быть установлен Правительством Российской Федерации, исходя из наличия источников радиационной опасности для населения.